

Martin Koskinen

## Pelastustoiminta sähköasemalla

Ohjeet toiminnan tukena

Tekijä(t) Otsikko	Martin Koskinen Pelastustoiminta sähköasemalla
Sivumäärä Aika	42 sivua + 1 liitettä 3.5.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaaja(t)	turvallisuusasiantuntija Timo Uola lehtori Matti Sundgren
<p>Insinöörityössä oli tavoitteena luoda Helen Sähköverkon sähköasemille pelastustoimintaa tukevia dokumentteja. Lähtökohtana oli jo olemassa olevien palo-opastekorttien päivittäminen. Sähköasemaperheidysten yhteydessä tuli selväksi, ettei pelkkä palo-opastekorttien päivittäminen riitä. Palo-opastekortti sellaisenaan ei enää palvellut käyttötarkoitustaan. Tarkoituksena palo-opastekortilla on tukea pelastustoiminnan johtajaa kohteessa toimiessaan.</p> <p>Työssä tutustuttiin kaikkiin yrityksen sähköasemiin, niiden palo-opastekortteihin, savunpoisto-ohjeisiin sekä turvallisuussuunnitelmiin. Sähköasemiin tutustuminen sisälsi savunpoistojärjestelmän toiminnan sisäistämisen, kohteen erityispiirteiden kirjaaminen sekä pohjapiirustusten tarkastamisen. Kohteissa kiertäessä kiinnitettiin huomiota erilaisiin asioihin riippuen kohteen rakennustavasta. Näitä rakennuskohteita ovat mm. maanalaiset sähköasemat sekä rakennukset, joissa on muitakin toimijoita.</p> <p>Kohteiden pohjapiirrosten ulkomuoto ja sisältö yhtenäistettiin. Monien kohteiden osalta jouduttiin piirtämään kokonaan uudet pohjakuvat vanhojen kuvien tietojen perusteella. Kohteista tehtiin huoneluettelot, sisällysluettelot esittelyineen, päivitettyt savunpoisto-ohjeet sekä yhtenäistetyt pelastussuunnitelmat. Näistä dokumenteista koostui palo-opastekorttien uusi ulkomuoto, joka nimettiin palo-opastekansioksi laajuutensa takia.</p> <p>Kohteisiin tutustuttaessa kirjatut erityispiirteet antoivat aiheita käynnistää kohteissa tiettyjä toimenpiteitä. Tiedot poikkeamista välitettiin eteenpäin vastuuhenkilöille. Suurimpana uutena asiana sähköasemille päätettiin asentuttaa selkeät poistumistiemerkinnot ja tukevat jälkivalaisevat teippaukset sekä sähkö- ja prosessitilojen oviin jälkivalaisevat huonemerkinnät.</p>	
Avainsanat	sähköasema, pelastustoiminta, tulipalo, sähköjakeluverkko

Author(s) Title	Martin Koskinen Rescue work at a power substation
Number of Pages Date	42 pages + 1 appendices 3 May 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructor(s)	Timo Uola, Security Specialist Matti Sundgren, Senior lecturer
<p>The purpose and goals for the final year project were to update and create new instructions for power substations. These instructions are meant for the leader of fire and rescue services in the case of an incident requiring their presence or actions. The old instructions only provided basic information about the substation in question, and floor plans.</p> <p>The information required for the project was acquired by an extensive investigation of all substations in question. The old fire-instruction cards were used as a reference point for the work at hand. All floor plans were either updated or completely redrawn with CAD software. The smoke extraction systems were thoroughly studied and cross-checked against existing instructions.</p> <p>As a result of this final year project, the former approximately 6-page fire-instruction cards were updated to larger, 30 page fire-instruction folders. These new folders contain detailed information about the substations, such as floor plans, a room list with detailed information, smoke extraction instructions and a rescue plan for the substation in question.</p> <p>The folders give rescue workers a better understanding of the substation in question. The leader of rescue work has the instructions available electrically while en route, giving him or her a chance to study for example the floor plans before arriving at the scene.</p>	
Keywords	fire, substation, power grid, rescue

## Sisällys

1	Sanasto	1
2	Johdanto	3
3	Tavoitteet	3
4	Tutkitut osa-alueet	4
4.1	Palokuorma	4
4.2	Tulipalo	6
4.3	Savunpoisto	8
4.4	Vesivahingot	9
4.5	Yleinen turvallisuus	11
5	Erilaiset sähköasemat	11
5.1	Maanalaiset sähköasemat	15
5.2	Maanpäälliset sähköasemat	18
5.2.1	Erilliskiinteistöissä sijaitsevat sähköasemat	18
5.2.2	Avokytäkinkentät	19
5.2.3	Vanhat sähköasemat	20
6	Palo-opastekansio	22
6.1	Kohdekäynti ja esitiedot	23
6.2	Sisällysluettelo	23
6.3	Huoneluettelo	24
6.4	Pohjapiirustukset	24
6.5	Muut pohjakuvamallit	26
6.6	Savunpoisto	26
6.7	Pelastussuunnitelma	27
6.8	Käyttöturvallisuustiedotteet	28
7	Yhteistoiminta pelastuslaitoksen kanssa	29
7.1	Harjoitukset	29
7.2	Palotarkastukset	30
7.3	Pelastuslaitoksen toiminta erilaisissa muuntamopaloissa	30

7.3.1	Mittamuuntaja	31
7.3.2	Jakelumuuntaja	32
7.3.3	110/20 kV:n päämuuntaja	34
7.3.4	400/110 kV:n päämuuntajan palo	37
8	Dokumentointi ja jakelu	38
8.1	Meridian-arkistointijärjestelmä	39
9	Työn ohessa tehdyt parannusehdotukset	39
10	Yhteenveto	41
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Palo-opastekansion päivitysohjeet ja rakenne	

## 1 Sanasto

10 kV	Kantakaupungin alueella käytössä oleva keskijänniteverkon jakelujännite.
20 kV	Esikaupunkialueella käytössä oleva keskijänniteverkon jakelujännite.
110 kV	Siirto- ja alueverkossa käytössä oleva suurjännitetaso.
AHXAMK-W	12/20 kV:n keskijännitekaapeli maa-asennukseen sekä kiinteään hylly- ja kanava-asennukseen ulkona ja palosuojattuna sisällä.
Akusto	Useasta akusta koottu kennosto, jonka jännite on 48 V, 110 V tai 220 V. Akusto syöttää hätävalaistusta sekä mahdollistaa prosessilaitteiden kaukokäytön sähkökatkon aikana.
Alueverkko	110 kV:n jännitteellä toimiva verkko, jolla siirretään energiaa tuotantolaitoksilta sekä Fingridin kantaverkosta sähköasemille.
GIS	<i>Gas Insulated Switchgear</i> . Kaasueristeinen suur- tai keskijännitekojeisto.
HelPel	<i>Helsingin Pelastuslaitos</i> . Osa Helsingin kaupungin laitospöytäkirjoja.
Jakeluverkko	Sähköverkko, johon kuluttajat liittyvät.
Jakoraja	Rengasmaisessa keskijänniteverkossa oleva kohta, jossa syöttörengas katkaistaan.
Kaukokäyttö	Järjestelmä, jolla keski- ja suurjännitekojeiston katkaisijoita ja erottimia ohjataan käyttökeskuksesta.
Keskijännite	10 kV:n ja 20 kV:n jännite.
Kojeisto	Suurjännitekytkentälaitteisto, joka on yleensä jaettu kahteen tai useampaan erilliseen palo-osastoituihin ryhmiin.
Käyttökeskus	Vuorokauden ympäri miehitetty valvontakeskus jossa valvotaan sähkönjakeluverkkoa.
Leimahduspiste	Lämpötila, jossa aineesta vapautunut höyry voi syttyä ulkoisesta kipinästä.

Muuntaja	Sähkömagneettinen, laite joka muuntaa jännitteen tai virran määrätyle tasolle.
Muuntamo	Kohde tai tila, jossa on jakelumuuntaja sekä tähän liittyvä keski- sekä pienjännitekojeisto.
Omakäyttö	Sähköaseman omiin tarpeisiin syötettävä energia, yleensä omakäyttömuuntajasta.
Paloilmoitin	Automaattinen paloilmoitinlaite, josta hälytys välitetään keskitettyyn paikkaan.
Palokuorma	Aine ja materia, joka sytyttyään jatkaa palamista.
Pelastustoimi	Alueellinen pelastuslaitos sekä heidän sopimuskumppaneistaan muodostuva toimija.
Prosessitila	Tila, jossa on laitteita, jotka ovat tarpeen sähkönjakeluketjussa.
Päämuuntaja	Muuntaja, jolla muutetaan 110 kV:n jännite keskijännitteeksi.
Relehuone	Huonotila, jossa on 110 kV:n ilmajohtojen ja/tai kaapeleiden sekä päämuuntajien suojalaitteet.
Siirtoverkko	Ks. alueverkko.
Savunpoisto	Järjestelmä tai menetelmä, jolla poistetaan savukaasut halutusta tilasta.
Öljyeristeinen siirtoverkon kaapeli	110 kV:n kaapeli, jonka eristeaineena on paineistettu öljy. Paineistettu öljy on lyijyvapan rajaamassa tilassa.

## 2 Johdanto

Helen sähköverkko toimii Helsingin kaupungin alueella Sipoon liitosaluetta lukuun ottamatta sähköjakeluverkkoyhtiönä. HSV on yksi Helsingin Energian tytäryhtiöistä, mutta toimii omana tulosvastuullisena yksikkönään.

Sähkön jakelua varten HSV:llä on n. 30 miehittämätöntä sähköasemaa. Muutama näistä asemista on vain 110 kV:n kytkinlaitoksia tai keskijännitemuuntoasemia. Osassa näistä kohteista 110 kV:n kytkinlaitos ja keskijännitemuuntoasema ovat maantieteellisesti toisistaan eroteltuna.

Tulipalon tai muun pelastuslaitosta vaativan häiriön aikana asiakkaalle näkyvä keskeytysaika pyritään minimoimaan. Tämä vaatii saumatonta yhteistyötä Käyttökeskuksen, sähköasemapäivystäjän sekä pelastuslaitoksen välillä. Pelastuslaitosta vaativat häiriötilanteet ovat hyvin harvinaisia, näitä on vuositasolla pari-kolme kappaletta. Varsinaisia tulipaloja ole tapahtunut 40-luvun jälkeen. (5, s. 60.) Suurimmat vahingot ovat tulleet vesivahingoista tai tuhoutuneista mittamuuntajista.

Koko sähköasemaa koskevan häiriön piirissä voi enimmillään olla 20 000 asiakasta. Maantieteellisesti pienen jakelualueen sähköasemalla saattaa kuitenkin olla jakelualueellaan huomattavia toimintoja. Näitä toimintoja ovat suuret liikekeskukset, valtion- tai kaupunginhallinnon rakennukset ja virastot sekä sosiaali- ja terveystoimen kohteet. (1; 2.)

## 3 Tavoitteet

Työn tavoitteena on selvittää millä tasolla pelastuslaitoksen kohdekortit ja -tuntemus on, tarkastaa savunpoisto-ohjeet sekä tarkastaa pelastussuunnitelmat. Lisäksi työssä on tarkoitus luoda pelastuslaitoksen edustajan kanssa palo-opastekansiomalli, johon kootaan pelastuslaitoksen kohteessa tarvitsema tieto ensitoimenpiteitä varten. Henkilökohtaisena tavoitteena on tutustua sähköjakeluverkkoyhtiön toimintaan sekä itse sähköjakeluverkkoon.



## 4 Tutkitut osa-alueet

Työtä varten sähköasemilla tutkittiin erilaisia turvallisuuteen liittyviä asioita. Näiden osa-alueiden tutkiminen ja dokumentointi pelastustoiminnan näkökulmasta oli oleellinen osa työn kulkua.

### 4.1 Palokuorma

Sähköasemilla on huomattava määrä palokuormaa muuntajaöljyn muodossa. Päämuuntajassa on keskimäärin 16 000 kg öljyä, minkä lisäksi jäähdytysjärjestelmässä ja/tai paisuntasäiliössä voi olla 3 000 kg öljyä. Muuntajat sijaitsevat omissa palo-osastoiduissa bunkkereissaan. Päämuuntajan alla on vuototilannetta varten öljyallas. Asemilla varastoidaan myös pieniä määriä kojeistoissa tarvittavia katkaisija- tai hydraulioöljyjä. Varastoitavien muuntaja- tai katkaisijaöljyjen leimahduspisteet ovat vastaavasti 150 °C ja 100 °C (3 s. 3; 4, s.3). Kuvan 1 perusteella voidaan hahmottaa muuntajan suurta kokoa. Kuvan muuntaja on asennusvaiheessa, ja siitä puuttuu öljyn paisunta-astia, suurjännitejohtimien läpivientieristimet sekä muita oheislaitteita.



Kuva 1. Päämuuntaja asennusvaiheessa

Ensimmäiset maahan rakennetut 110 kV:n kaapeliyhteydet on toteutettu öljyeristeisin siirtoverkon kaapelein. Näillä alueilla sähköasemilla on kaapeleiden tarvitsemat kaapeliöljysäiliöt. Yhden säiliön sisältämä öljymäärä on noin 150 kg. Kohteessa on

öljysäiliöitä vähintään yksi jokaista kolmea vaihetta kohti, monesti vielä enemmän. Vanhemmissa kohteissa öljysäiliöt ovat kaapelikellaritiloissa. Uudemmissa kohteissa öljysäiliöt ovat omilla palo-osastoiduissa tiloissaan. Kuvassa 2 nähdään vähäinen määrä kaapeliöljysäiliöitä.



Kuva 2. Siirtoverkon öljyeristeisten kaapeleiden öljysäiliöt.

Kolmas suuri palokuorma asemilla koostuu kaapeleista. Vanhojen asemien kaapelikellareista löytyy paperiöljyeristeisiä keskijännitekaapeleita uudempien AHXAMK-W-kaapeleiden lisäksi. Käytettävien kaapeleiden vaipat eivät ole palamattomia. Kaapeleiden palaessa muodostuu huomattava määrä myrkyllisiä savukaasuja joissa on muun muassa syaanivetyä. Kuvassa 3 näkyy erään sähköaseman kaapelikellarin kaapelimattoja, joissa yhden kaapelin syttyminen voi aiheuttaa laajan kaapelimattopalon.



Kuva 3. Suojaamattomat keskijännitekaapelimatot.

Rakennukset itsessään ovat pääsääntöisesti kivi- tai betonirakenteisia. Puisia rakenteita voi löytyä väliovista tai kattorakenteista. Kohteita tutkiessa tulee asemalla olevat eri öljyjen määrät tarkistaa sekä kirjata ylös.

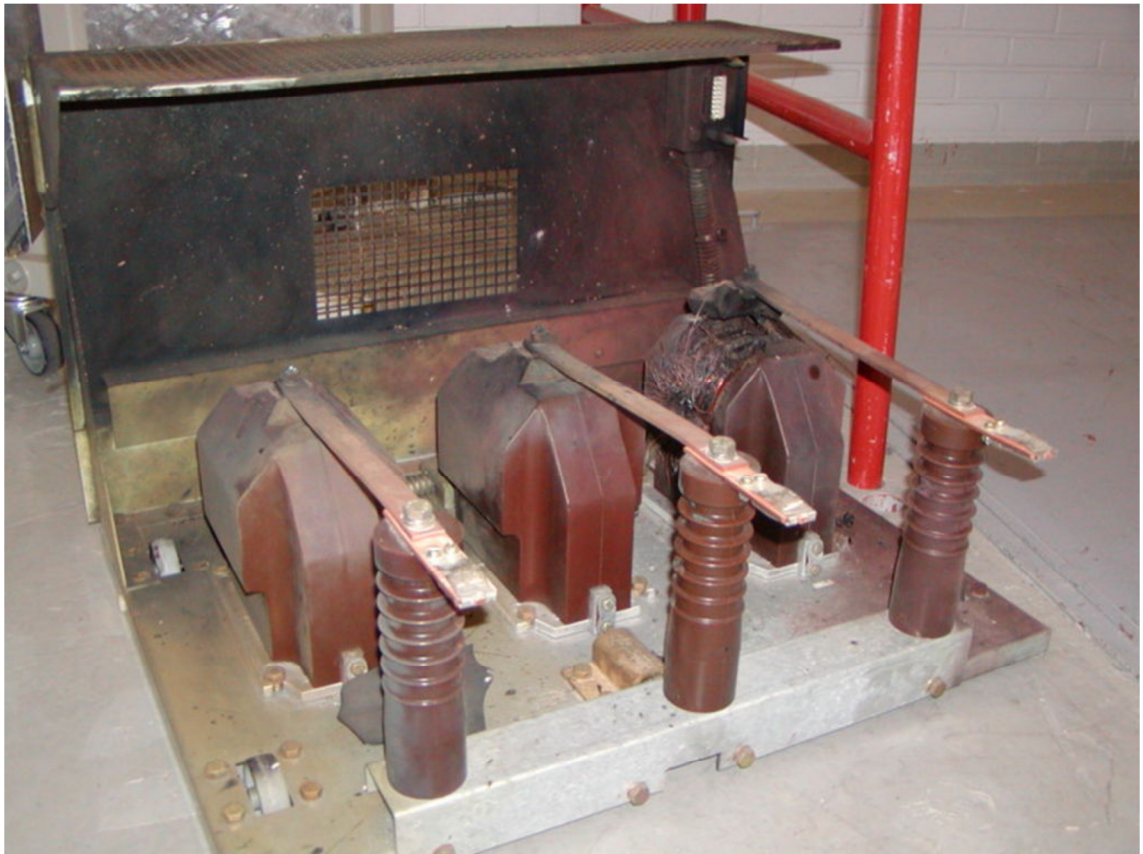
#### 4.2 Tulipalo

Sähköasemalla on suurien jännitteiden ja virtojen takia edellytykset suuriin tuhoihin. Häiriötilanteessa suurjännitekaapeleiden suojajärjestelmien toiminta-ajan aikana ehtii huomattava määrä sähköenergiaa muuttua lämmöksi tai mekaaniseksi energiaksi. Siirtoverkon häiriön aikana omakäyttö ajetaan suurien akustojen kautta. Näissä akustoissa on varastoitu huomattava määrä sähköenergiaa. Tämä energia on käytettävissä, vaikka sähköasemalle ei tulisikaan ulkopuolista energiansyöttöä.

Suurin yksittäinen uhka sähköasemalla on muuntajapalo. Syttyessään muuntajassa oleva muuntajaöljy palaa hyvin sekä levittää voimakkaasti savua. Uhkana on, että syttynyt muuntaja sytyttää myös viereisissä tiloissa sijaitsevan muuntajan tai muuntajat. Tästä syystä muuntajat on suojattu automaattisilla sammuksjärjestelmillä etenkin maanalaisilla asemilla, kuten myös aivan uusimmilla asemilla. Sähköasemat,

joilla automaattista sammutusjärjestelmää ei ole, on varustettu kuivasprinklausputkistolla.

Sähköaseman tavallisin paloilmoinhälytyksen aiheuttaja on mittamuuntajan tuhoutuminen. Mittamuuntajassa on pieniä määriä öljyä, joka syttyy palamaan sähköön avulla. Useimmiten paloilmoinhälytyksen yhteydessä tulee kaukokäytön kautta muita prosessiin liittyviä hälytyksiä. Mittamuuntajan tuhoutuminen edellyttää pelastuslaitokselta yleensä tilojen tarkistuksen sekä savutuuletuksen. Kuten kuvasta 4 nähdään, pienet tuhot mittamuuntajassa voivat aiheuttaa automaattisen paloilmoinlaitteen reagoimisen ja prosessiin liittyviä hälytyksiä.



Kuva 4. Tuhoutunut mittamuuntaja kuvassa oikealla.

Lisäksi on sattunut joitain tapauksia, joissa rakennevikainen kaapelipääte on aiheuttanut valokaaren kojeiston seinään. Kuvassa 5 nähdään keskijännitekojeiston kaapelipääte, jossa on tapahtunut läpilyönti ja siitä seurannut valokaari. Valokaari johtui kaapelipääteen rakenteellisesta heikkoudesta.



Kuva 5. Tuhoutunut keskijännitekaapelipääte.

Toisena uhkana on kaapelikellarissa sattuva tulipalo, joka pahimmassa tapauksessa tuhoaa toisen keskijännitekojeistoryhmän kaikki lähdöt. Rakennevian takia tapahtuva maa- tai oikosulku keski- tai suurjännitekaapelissa voi helposti sytyttää viereisen kaapelin. Tästä seuraava ketjureaktio voi saada aikaan koko kaapelimatton levyisen palon. Kaapelikellareissa, joissa ei ole automaattisia sammutusjärjestelmiä, on päädytty suojaamaan joka toinen keskijännitekaapeli juuri kaapelimattopalon välttämiseksi.

Näitä vikatilanteita varten kojeistoissa on toimivat suojat, jotka ohjaavat katkaisijoita katkaisten sähkövirran ja -jännitteen lähteistä kaapeleista.

#### 4.3 Savunpoisto

Valtaosa sähköasemalla tapahtuvista pelastustoimea vaativista vahingoista muodostaa savua kyseiseen kohteeseen tai muihin tiloihin. Aikaisin aloitettu savunpoisto ja -tuuletus vähentää sähkönjakeluun aiheutunutta keskeytysaikaa. Savunpoistoa ja tai -tuuletusta ei voida aloittaa ilman sähköasemapäivystäjän lupaa. Savunpoiston aloittamisen jälkeen sähköasemapäivystäjä pääsee kohteeseen toteamaan aiheutuneet vahingot. Suurin osa sähköasemapäivystäjistä on saanut paineilmalaitteiden

käyttökoulutuksen. Heidän tehtävänä on alkutilanteessa toimia pelastuslaitoksen oppaana kohteessa.

Relehuoneessa sijaitsevat suojalaitteet voivat olla mekaanisia tai hyvinkin moderneja elektronisia laitteita. Savukaasuissa on paljon nokea, joka johtaa hyvin sähköä. Tämän takia noen pääsy prosessitiloihin tulee pitää mahdollisimman vähäisenä. Savunpoiston aikainen aloittaminen vähentää myös riskiä arkojen suojalaitteiden tuhoutumiselle.

Savunpoisto eri-ikäisillä ja eri lailla rakennetuilla sähköasemilla poikkeaa suuresti toisistaan. Yksinkertaisimmillaan sähköaseman savunpoisto suoritetaan ovista ja ikkunoista tuulettamalla. Uusimmilla ja etenkin maanalaisissa kohteissa on käytössä runsaasti etälaukaistavia savunpoistoluukkuja sekä -peltejä yhdessä tehokkaiden savunpoistopuhaltimien kanssa.

Tämän insinööriyön yhtenä tarkoituksena oli selvittää savunpoiston järjestelyt kohteissa vanhojen savunpoisto-ohjeiden perusteella sekä tarvittaessa tarkentaa tai esittää parannusehdotuksia savunpoisto-ohjeisiin tai -järjestelmiin. Yhtenä osana oli tuottaa riittävän selkeät savunpoisto-ohjeet. Ohjeiden tulee olla sellaiset, että pelastuslaitos kykenee kohdetta tuntematta poistamaan savun tilasta aiheuttamatta enempää vahinkoa kohteelle tai ympäristölle.

#### 4.4 Vesivahingot

Osa HSV:n sähköasemista sijaitsee kallioon louhituissa tiloissa tai ranta-alueella, hyvin lähellä merenpinnan tasoa. Näissä tiloissa on jouduttu ottamaan huomioon tulvatilanteet tai muut suuremmat vesivahingot. Ei ole epätavanomaista, että kaapelitunneleissa on vettä ilman, että siitä tiedetään tai että ilmoitus tulee muuta kautta.

Vesivahingon estäminen on ymmärrettävästi hyvinkin riippuva rakennuksen rakennustavasta. Kellariton maanpäällinen sähköasema on useimmiten ilman erikoisempia pumppaamoita. Vastaavasti maanalaisilla asemilla on vähintään pohjavesipumppaamo, joka estää pohja- tai sadevesien tulvimisen tiloissa. Parhaimmillaan maanalaisella asemalla on erilliset pumppaamot, kaapelikellariin sijoitetut pumppukuopat sekä erilliset pumppukuopissa käytettävät pumput.

Vanhoissa rakennuksissa vedellä on monta reittiä, jota kautta vesi pääsee tiloihin. Yleisin reitti on kaapelikellarista lähtevien keskijännitekaapeleiden putkitukset, jotka ovat maan alta maan pinnalle lähteviä putkituksia. Kuvassa 6 näkyvän kallistuksen takia satojen metrien päässä rikkoutunut putki saattaa johdattaa rikkoutuneesta kohdasta tulleen veden sähköasemalle.



Kuva 6. Keskijännitekaapeleiden lähdöt kaapelikellarista.

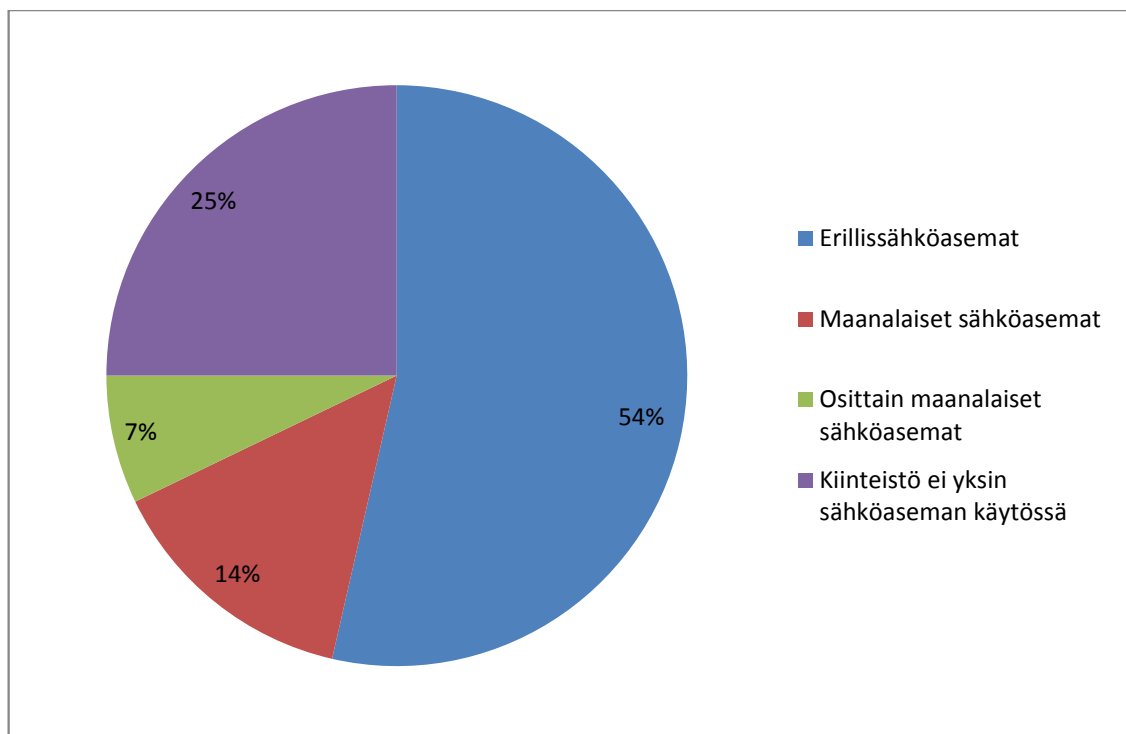
Työn ohessa tutkitaan eri kohteiden vesivahinkojen riskit sekä tarpeelliset toimet riskien todennäköisyyden minimoimiseksi. Lisäksi alimmat kerrokset tai onkalot tutkitaan sekä dokumentoidaan pelastuslaitoksen sekä päivystäjän tietokansioon.

#### 4.5 Yleinen turvallisuus

Sähköasemien ollessa suurimman osan ajasta miehittämättömiä tulee kaikilla käynneillä kiinnittää huomiota poikkeavuuksiin lukitusten toimivuudessa, aitojen kunnossa sekä muutenkin rakennuksen ulkokuoren eheyteen. Yleinen turvallisuus käsittää myös poistumistieopastuksen tarkastamisen. Näiden asioiden lisäksi on tarkoitus tutkia kohteen kaikki luukut, kolot ja reitit, jotta ne saadaan dokumentoida tarvittavalla tavalla.

### 5 Erilaiset sähköasemat

HSV:n 28:n sähköasemasta kolme on täysin maanalaista ja kaksi osittain maanalaista. Eri aikakausilta olevat rakennukset edustavat hyvin laajaa rakennuskantaa. Kiinteistöistä vanhimmat ovat 1900-luvun alusta. Vanhimpia asemia on joitain kertoja saneerattu yhtäaikaaisesti käytön aikana, jolloin tilojen käyttötarkoituksia on vaihdettu keskenään. Näiden asemien erikoisuutena on kytkökset muihin ympäröiviin rakennuksiin ja tiloihin. Kuviossa 1 on havainnollistettu rakennusten jakautumista maanalaisiin, osittain maanalaisiin ja maanpäällisiin sähköasemiin.



Kuvio 1. Sähköasemien rakennetyyppien jakauma



Valtaosa sähköasemista sijaitsee rakennuksissa, joissa ei ole muita toimijoita tai tiloja. Näiden lisäksi osassa sähköasemista sijaitsee vuokrakiinteistöjä. Muutama asema on kiinteistössä vuokralla, ja sähköaseman osuus kokonaispinta-alasta on vähäinen.

Sähköasemalla on pääsääntöisesti 110 kV:n kojeisto joko ulkokytinkenttänä tai kaasueristeisenä SF-6-kojeistona. Enemmistö alueen 110 kV:n kojeistoista on SF-6-eristeisiä GIS-kojeistoja, mutta näiden lisäksi on vielä vanhastaan neljä ulkokytinkenttää. Ulkokytinkentistä yksi poistuu vuoden 2011 aikana. 110 kV:n kojeistolta on yhteys muihin sähköasemiin sekä sähköaseman päämuuntajiin. On joitain, sähköasemia joilla ei ole paikallista 110 kV:n kojeistoa, vaan näiden muuntajia syötetään toisen aseman 110 kV:n kojeistolta. GIS-kojeisto tuo huomattavaa tilansäästöä ulkokytinkenttään verrattuna, mutta vie silti suuren osan rakennuksen sisätilavuudesta, kuten kuvasta 7 näkyy.



Kuva 7. Yksi suurimmista HSV:n 110 kV:n GIS-kojeistoista.

Syöttövarmuuden takia HSV on sijoittanut jokaiselle sähköasemalle vähintään kaksi päämuuntajaa. Monella sähköasemalla on varaus kolmannelle päämuuntajalle. Yhdellä sähköasemalla tämä kolmannen päämuuntajan varaus on otettu käyttöön. Kaksi muuta sähköasemaa on alkuaan ollut kolmen päämuuntajan asemia. Alueella on myös yksi poikkeava sähköasema, jolla on neljä päämuuntajaa. Kaikilla sähköasemilla on lisäksi omaa käyttöä varten niin sanottu omakäyttömuuntaja keskijännitteeltä 0,4 kV:n jännitteelle.

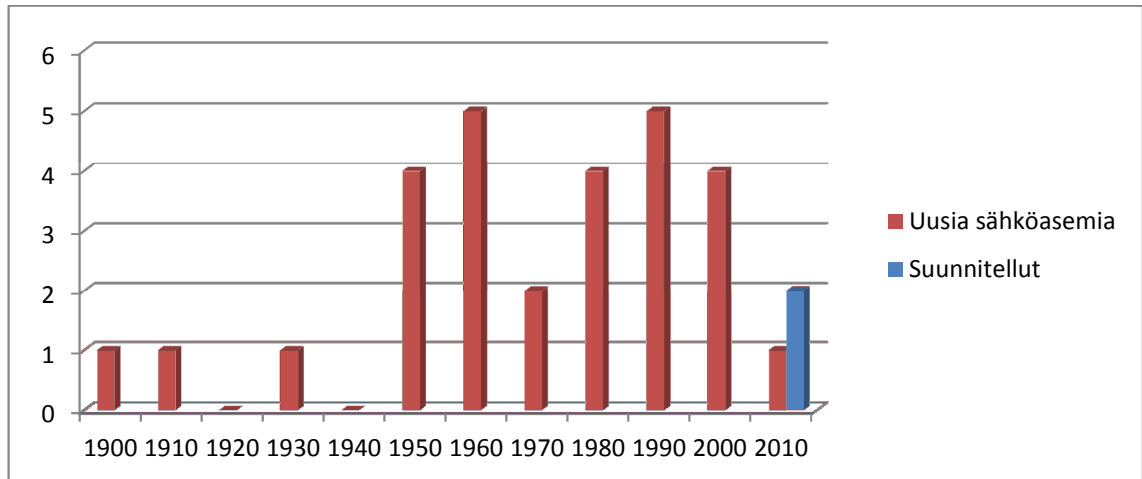
Päämuuntajat syöttävät kaksikiskoista kaksiryhmäistä keskijännitekojeistoa, joka voi olla kaasu- tai ilmaeristeinen. Pääsääntöisesti päämuuntajat syöttävät kukin omaa ryhmäänsä. Kojeistoissa käytetyt katkaisijat voivat olla öljy-, tyhjiö-, ilma- tai kaasueristeisiä. Normaalisissa kytkentätilanteissa kumpikin päämuuntaja syöttää omaa virtakiskoansa. Virtakiskon kahdennuksen lisäksi sähköasemilla on kaksi erillistä ryhmää, joissa on kummatkin kiskot syötettynä. Tämä ristivarmennus mahdollistaa toiminnan, vaikka toinen muuntaja tai kojeistotila jopa menetetään. Yleisin keskijännitekojeistojärjestely on kaksiryhmäinen kaksikiskoinen kojeisto.

Keskijännitekojeisto syöttää alueensa muuntamoista ja keskijänniteasiakkaista kostuvaa jakeluverkkoa. Monet lähtevät yhteydet päätyvät jakorajan kautta toiselle sähköasemalle, minkä avulla voidaan tarvittaessa keventää toisen sähköaseman kuormia.

Sähköasemalla on edellä mainittujen prosessitilojen lisäksi prosessitiloiksi laskettavat relehuone, omakäyttömuuntajan, akustojen, tasasuuntaajien, inverttereitten sekä pienjännitekeskusten tilat. Vanhemmilla asemilla on laajat sosiaalitulat pukuhuoneineen sekä työhuoneita ja varaosavarastoja. Laajat sosiaalitulat ovat perua ajalta, jolloin sähköasemat olivat miehitettyjä. Miehitämättömien sähköasemien aikana uusille sähköasemille ei enää ole tarvetta rakentaa kattavia sosiaalituloja, vaan tyytyminen on hätäsuihkuun sekä märkäkäymälään.

HSV:n, silloisen Helsingin Kaupungin, ensimmäiset sähköjakeluasemat ovat rakennettu 1900-luvun alussa. Tällöin sähköasemalta jaettiin niin muuttajilla tuotettua täsäsähköä, kuin myös vaihtosähköä. Sähkön yleistyessä sotien jälkeen muodostui tarve useammalle sähkön tuotantoyksikölle sekä jakelupisteelle. Sähkön yleistymisen

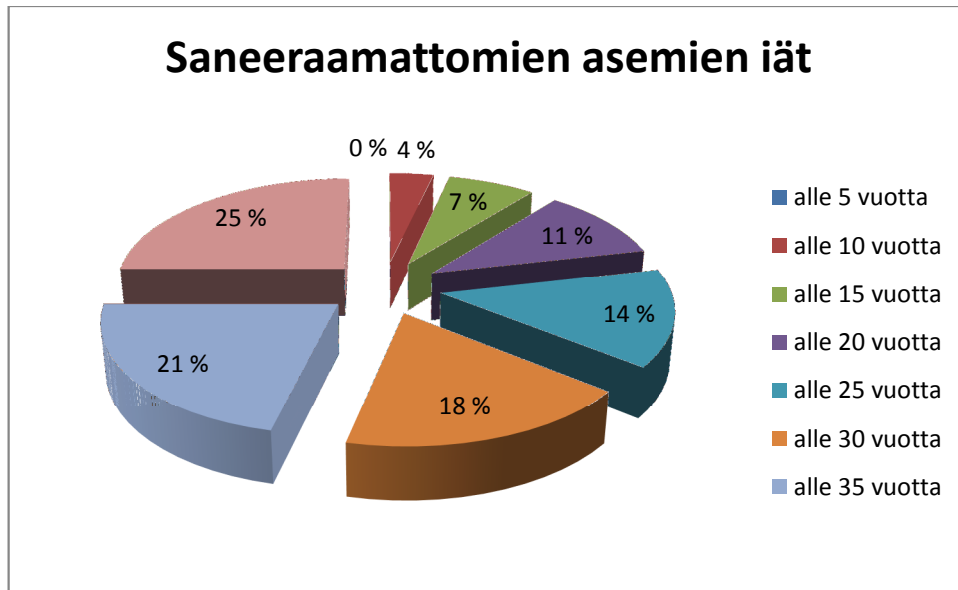
seurauksena 50-luvulla rakennettiin yksi voimalaitos sekä neljä uutta sähköasemaa. Voimalaitokset ovat tätä nykyä Helsingin Energian HelenVoiman hallinnassa. Kuviossa 2 nähdään sähköasemien rakennustoimintaa eri vuosikymmeninä.



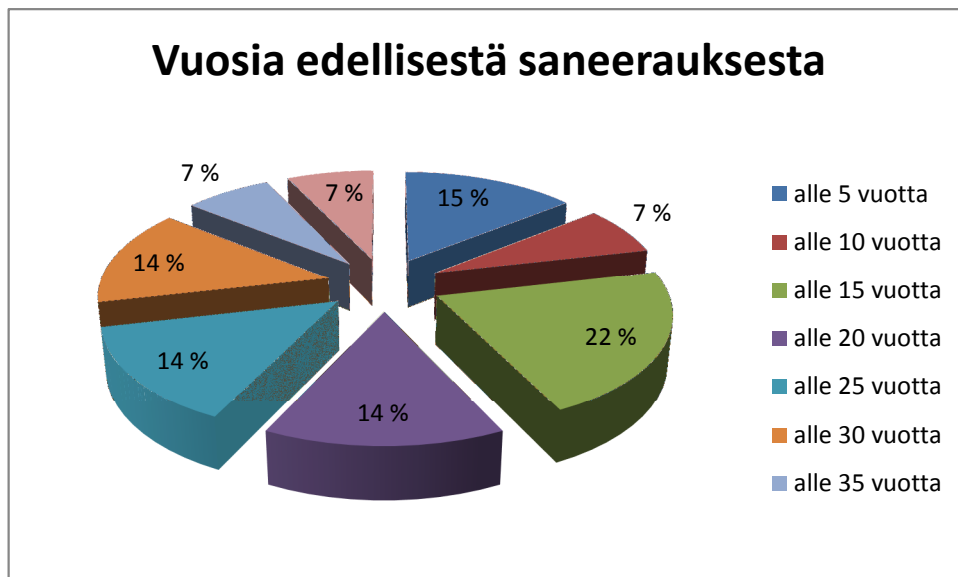
Kuvio 2. Sähköasemien rakennusvuodet vuosikymmenittäin (5.).

Siirryttäessä 60-luvulle sähköasemia rakennettiin viisi lisää sekä vanhoja saneerattiin. Tasasähköstä luopuminen vapautti rakennuksista tiloja toiseen käyttöön. Näihin tiloihin saneerattiin keskijännitekojeistoja, joissa siirryttiin 5 kV:n keskijännitejakelusta 10 kV:n keskijännitejakeluun. Vapautuneisiin tiloihin saattoi myös tulla 110 kV:n kojeisto, jota asemalla ei aiemmin ollut.

Kuvioissa 3 ja 4 on kuvattu erilaisten sähköasemarakennusten jakaumaa asemarakennuskannasta. Taulukosta voidaan todeta sähköasemarakennusten olevan iältään kohtuullisessa kunnossa. (9, s. 77–92)



Kuvio 3. Toistaiseksi saneeraamattomien sähköasemien ikäjakauma.



Kuvio 4. Edellisestä sähköaseman saneerauksesta kuluneet vuodet.

## 5.1 Maanalaiset sähköasemat

Helsingin kaupungilla on kohtuullisen pitkä historia maanalaisessa rakentamisessa. Kaupungin alla oleva kallioperä on osoittautunut myös hyvin otolliseksi kalliorakentamiselle. Viime vuosina tunnetuimpia hankkeita lienevät HKL:n metro, keskustan huoltotunneli sekä erinäiset yhteiskäyttötunnelit. On siis aivan luonnollista,

että sähköverkonkin infrastruktuuria on siirretty maan alle pois ihmisten näkyviltä tiheään rakennetussa keskustassa.

Maanalaiselle sähköasemalla asetetaan niin rakennusluvassa kuin käytöltäkin maanpäällisestä asemasta poikkeavia vaatimuksia. Erityisiä haasteita maanalaisissa tiloissa aiheuttaa savunpoisto, kulkuyhteydet, hätäpoistumisreitit sekä muuntajien haalausreitit. Pelkästään sähköasemien tarpeita ajatellen Helsingissä on katujen alta muutamia betonikansin peitetyjä nostokuiluja.

Maanalaisista tai osittain maanalaisista sähköasemista vanhin on vuodelta 1957 (5.). Tuolloin rakennus rakennettiin kallioon louhittuun tilaan. Kalliotilaan oli hyvä sijoittaa erilaiset ilmanvaihto- tai savunpoistokanavat. Kiinteistöjen kuntokartoitusten yhteydessä näistä vanhoista kalliotiloista on löytynyt suuret määrät rakennusaikaista jätettä, mm, puutavaraa. Kuvan 8 vasemmassa ylänurkassa näkyy erään kuntotarkastuksen yhteydessä havaittuja puurakenteita.



Kuva 8. Kalliotilaan jääneet puurakenteet.

Täysin maanalaisten sähköasemien rakentaminen on aloitettu 80-luvulla. Kolmen vuosikymmenen aikana suunnittelu ja vaatimukset ovat kehittyneet ajojhteydettömästä sekavasta kallioilasta, selkeästi suunniteltuun huoltotunnelin yhteydessä olevaan sähköasemaan, jonka sisäpihalle voi ajaa kuorma-autollakin.

Sammutusjärjestelmien osalta maanalaiset sähköasemat ovat hyvin varusteltuja. Kaikilla osittain tai täysin maanalaisilla sähköasemilla on vähintään prosessitilat ja muuntajabunkkerit suojattu kaasusammutusjärjestelmillä. Vuosien aikana ympäristölle haitallinen Halon-sammutuskaasu (11, 3§) on korvattu hiilidioksidikaasulla. Uusimmalla vielä käyttöön ottamattomalla sähköasemalla CO<sub>2</sub>-kaasu on korvattu Inergen-kaasulla, joka on ihmisen kannalta vähemmän vaarallinen. Kuvasta 9 näkyy kaasusammutusjärjestelmän paineastioiden suuri lukumäärä pienestäkin kohteesta.



Kuva 9. CO<sub>2</sub>-sammutuskeskus.

Kaasusammutusjärjestelmän ainoita haasteita on kaasupatterin kertalaukaistavuus. Sammutusjärjestelmän virhelaukaisu on kohtalaisen arvokas. Prosessitilojen lisäksi kaasusammutusjärjestelmillä on suojattu kaapelikellareita ja -tunneleita, joissa yhdessä kaapelissa sattunut palo tuhoaa nopeasti monta muuta syöttökaapelia.

Yleisellä tasolla muita tiloja ei ole suojattu sammutusjärjestelmillä, joskin uusilla maanalaisilla sähköasemilla vaaditaan koko aseman suojaus automaattisesti toimivalla sammutusjärjestelmällä. Näissä kohteissa on eri järjestelmien vertailun (6, s. 24) lopputuloksena päädytty korkeapaineiseen vesisumusammutusjärjestelmään. Vesisumusammutusjärjestelmä on käytössä myös uusimmalla maanpäällisellä sähköasemalla muuntajien sammutusjärjestelmänä.

## 5.2 Maanpäälliset sähköasemat

Valtaosa HSV:n sähköasemista on maanpäällisiä rakennuksia, joissa voi olla kaapelikellari. Erillisten sähköasemakiinteistöjen lisäksi on kolme vanhempaa maanpäällistä sähköasemaa, jotka sijaitsevat samassa rakennuksessa vuokra- tai muiden tilojen kanssa.

### 5.2.1 Erilliskiinteistöissä sijaitsevat sähköasemat

Omalla tontillaan olevat maanpäälliset sähköasemakiinteistöt on aidattu ulkopuolisten henkilöiden pääsyn estävällä aidalla. Pinta-alaltaan maanpäälliset rakennukset ovat noin 1 000 m<sup>2</sup>:n kohteissa, joissa on 110 kV:n GIS-kojeisto, kaksi päämuuntajaa sekä keskijännitekojeistot.

Maanpäällisissä kiinteistöissä savutuuletus on useimmiten jätetty painovoimaisen ilmanvaihdon – eli ovista ja ikkunoista tuulettamisen varaan. Sähköasemien kojeistotiloista tai kojeistojen sisältä saattaa olla savunpoistoluukut ulkoilmaan.

Erilliskiinteistöissä sijaitsevat maanpäälliset sähköasemat on usein varustettu sammutusjärjestelmillä vain muuntajabunkkereiden osalta. Sammutusjärjestelmien osalta vasta uudemmilla asemilla on asennettu kiinteitä automaattisia sammutusjärjestelmiä. Valtaosassa maanpäällisiä sähköasemia sammutusjärjestelmä koostuukin ns. kuivasprinklausputkistosta, jonka syöttöliittimet ovat rakennuksen ulkoseinällä.

Kuvasta 10 nähdään, että kuivasprinklausliittimet ovat hankalasti saavutettavissa muuntajapalon sattuessa koska muuntaja on seinän toisella puolella. Muuntajapalo on niin raju, ettei pelastuslaitoksen saapuessa paikalle ole enää mitään mahdollisuutta

liittää letkua liittimiin. Muuntajatilassa olevat putkistot ovat tässä vaiheessa todennäköisesti jo tuhoutuneet.



Kuva 10. Kuivasprinklausjärjestelmän liittimet muuntajabunkkerin kyljessä.

Maanalaisiin asemiin verrattuna erilliskiinteistöissä sijaitsevat sähköasemat asettavat erilaiset vaatimukset kulun- ja kuorivalvonnan suhteen. Kiinteistössä on ovia, ikkunoita ja tuuletusaukkoja, joista tunkeutuja pääsee sisälle, minkä takia rikosilmoitinlaitteelle sekä kameravalvonnalle on selkeä tarve.

### 5.2.2 Avokytinkentät

110 kV:n alueverkossa on käytössä neljä avokytinkenttää ja 17 kpl 110 kV:n GIS-kojeistoa. Näistä avokytinkentistä yksi puretaan vuoden 2011 aikana ja korvataan toiseen sähköasemaan lisättävillä kennolähdöillä. Myös muiden avokytinkenttien modernisointiin on kasvavia paineita. Viimeisin modernisoitu 110 kV:n kytkinlaitos on Salmisaaren 110 kV:n sähköasema, jonka 14-kennoinen GIS-kojeisto on korvannut Porkkalankadun varrella olleen avokytinkentän. Kuvassa 11 näkyy suuren avokytinkentän vaatima tila.





Kuva 11. Herttoniemen sähköaseman suurehko avokytinkenttä.

Avokytinkenttää koskevat erilaiset vaatimukset verrattuna sisällä sijaitseviin GIS-kojeistoihin.

### 5.2.3 Vanhat sähköasemat

Vanhin HSV:n sähköasema on 1900-luvun alusta. Tuolloin jännitetasot, kojeistot ja sähköjakeluverkko oli muodoltaan hyvin poikkeava nykyiseen verrattuna. Näitä vanhoja tiloja on rakenteiden sekä kojeistojen osalta saneerattu useaan otteeseen. Monessa kiinteistössä onkin alkuaan ollut vuokratiloja tai saneerausten yhteydessä prosessitiloja on muutettu vuokratiloiksi. Modernien kojeistojen ollessa huomattavasti vanhoja kojeistoja sirompia on suuriakin tiloja jäänyt vapaaksi. Vuokratiloja on vuokrattu ulkopuolisille toimisto- tai asuintiloiksi.

Vanhat rakennukset ja kiinteistöt ovat haasteellisia niissä tehtyjen kompromissien ja rakenneratkaisujen takia. On suorastaan tavallista, että ajan saatossa ovia ja seiniä on siirretty sekä lattioita muurattu umpeen. Tällöin rakennukseen jää portaita, jotka eivät näennäisesti johda mihinkään. Näitä vanhoja rakennuksia suunniteltaessa ei ole liiemmin savunpoistoa osattu ajatella. Tähän ajattelumalliin herättiin vasta vuosisadan puolivälissä, jolloin ensimmäiset savunpoistoluukut asennettiin maanalaisille asemille.

Vanhat sähköasemat ovat naamioituneet hyvin kantakaupungin rakennuskantaan. Ulkopuolinen ei välttämättä erota sähköasemaa muista rakennuksista, koska kyseisille asemille kaikki siirto- ja keskijännitekaapelit tulevat maan alla. Kuvassa 12 näkyy, kuinka huomaamaton sähköasema voi olla rakennusten keskellä. Sähköasema on bussipysäkkimerkin kohdalla.



Kuva 12. Urbanisti maastoutunut sähköasema.

Yhteistä vanhoille sähköasemille on muuntajabunkkereiden ja mahdollisesti kaapelikellareiden suojaus CO<sub>2</sub>-sammutusjärjestelmällä. Kohtuullisen riskin aiheuttavat kaapelikellareissa olevat vanhat mekaanisesti suojaamattomat kaapelit.

Ennen 70-lukua rakennetuilla sähköasemilla on monesti sähköjakeluverkon omien prosessilaitteiden ja aputilojen lisäksi raitiovaunuverkoston muuntajat, tasasuuntaajat sekä kojeistot. Nämä sähköaseman kannalta ylimääräiset kojeet lisäävät kohteen palokuormaa. Lisäksi raitiovaunuverkoston muuntajat tulee omien intressien takia suojata, mikäli omatkin muuntajat on suojattu sammutusjärjestelmällä.

Lukuisten saneerausten jälkeen vanhojen sähköasemien ongelmana on rakenteiden vaillinainen dokumentointi. Ei ole tarkkaa tietoa vanhoista rakenteista, mitä on purettu ja mitä jätetty jäljelle. Vahva oletamus on, että vanhat rakenteet ovat kiveä. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmiä uusittaessa on vanhoja betoniin valetuttuja hormistoja saattanut jäädä avoimiksi. Näistä avonaisista hormistoista ei välttämättä löydy dokumentointia. Näitä hormistoja pitkin savukaasut pääsevät tehokkaasti leviämään, ilman että dokumentoinnista löytyy tietoa leviämisen mahdollisuudesta.

## **6 Palo-opastekansio**

Palo-opastekortin tarkoituksena on tukea sähköasemapäivystäjän muistia sekä tarjota pelastustoiminnan johtajalle perustiedot kohteesta, tiloissa olevista laitteista ja mahdollisesti vaarallisista aineista. Tulevaisuuden visiona on, että pelastuslaitoksen edustaja pääsee paloilmoittimelle sekä kykenee palo-opastekortin avulla kertomaan Käyttökeskukselle hälyttävän tilan nimen. Tarkoituksena on toimittaa palo-opastekortti sähköisenä pelastuslaitokselle kohdetietoihin liitettäväksi, jotta pelastustoimen johtaja jo matkalla kohteeseen saa karkean käsityksen kohteen muodosta, koosta sekä siellä olevista riskeistä ja uhista.

Vanhimmat jäljellä olevat palo-opastekortit ovat 1960-luvulta. Jo tällöin on ollut olemassa yksinkertainen pohjakuva sekä siihen merkittynä sähkötilat ja muut vaaralliset tai korkeariskiset tilat.

Näitä kansioita on päivitelty viime vuosiin asti muodon vakiinnuttua n. kuuden sivun kokoelmaksi merkkien selitteitä, kohteen perustiedot sekä pohjakuvat. Näiden päivitysten ansiosta on ollut mahdollista löytää digitaalisia versioita pohjakuvista.

Tätä insinööriyötä tehdessä selveni, että palo-opastekortin yhteyteen kerätty tietomäärä kasvaa huomattavasti. Muodostuva dokumentti päätettiin nimetä palo-opastekansioksi. Dokumentti koostuu kiireellisesti tarvittavasta tiedosta sekä pelastussuunnitelman osasta, jossa on tarkempaa tietoa.

## 6.1 Kohdekäynti ja esitiedot

Kaikista tuotantokäytössä olleista sähköasemista on olemassaolevat palo-opastekortit. Näitä hyödyntämällä ja apuna käyttäen tuli suorittaa perinpohjainen tutustuminen kaikkiin kohteisiin. Olemassaolevien palo-opastekorttien taso vaihteli, samoin ikä hieman. Vanhimmat olivat 90-luvun puolivälistä ja tuoreimmat vuodelta 2009.

Kohdekäynnin tarkoituksena oli tutustua sähköasemaan perinpohjaisesti. Sähköasemaa kiertäessä käytettiin tukena olemassa olevaa palo-opastekansiota, johon tehtiin tarvittavat korjaukset. Pahimmissa tapauksissa ovet olivat siirtyneet, ja tilojen käyttötarkoitus oli muuttunut oleellisesti. Kohdekäynnin yhteydessä tuli kiinnittää huomiota sähköasemalla havaittuihin puutteisiin ja epäkohtiin. Näitä epäkohtia oli mm. epäloogisista lukitusjärjestelyistä, vanhoista lukkopesistä ja selkeistä tilojen merkintävirheistä.

## 6.2 Sisällysluettelo

Palo-opastekansion sisällysluetteloon kerätään lyhyt sisällysluettelo palo-opastekansion sisällöstä sekä lyhyt kuvaus sähköasemasta sekä pohjapiirroksissa käytettävistä merkeistä. Sisällysluettelon seliteosuuteen kerätään päivitetystä pelastussuunnitelmista sekä muista lähteistä saadut tiedot sähköaseman erikoispiirteistä. Näitä erikoispiirteitä ovat mm. maanalainen sähköasema, rakennuksessa sijaitsevat vuokra-asunnot ja -tilat sekä sähköaseman syöttöalueella olevat yhteiskunnallisesti tärkeät kohteet.

Yhteiskunnallisesti tärkeisiin kohteisiin lasketaan valtio- sekä kuntahallinnon virastot, sairaalat, pelastuslaitoksen keskuspalasema, kaupungin johtokeskustilat sekä julkinen liikenne.

Merkkien selitteissä kerrottiin yhteenveto merkkiin liittyvistä tiedoista. Veden pääsulun merkin selitteessä oli mainittuna pääsulun sijainti sekä kulkureitti, jos sulkua sijaitsee hankalasti luoksepäästävissä paikassa. Öljyn vaaramerkin yhteydessä on kerrottu asemalla oleva kokonaisöljymäärä sekä mahdollisten valuma-aldaiden tyhjennyskaivoista. Mahdollisten sammutusjärjestelmien merkkien yhteydessä kerrotaan sammutusjärjestelmän vaikutusalue, toimintaperiaate sekä mahdolliset käsilaukaisupisteet tai muut huomioitavat asiat.

Maanalaisten kohteiden yhteydessä sisällysluettelossa kerrottiin yleisesti käytössä olevat hyökkäysreitit sekä muut tiloista johtavat hätäpoistumiskäytävät. Pelastustoiminnanjohtajan on ensiarvoisen tärkeä tietää kohteen hätäpoistumisreitit. Käyttökeskuksella on tieto kohteeseen kulkuvalla menneistä henkilöistä. Häiriön sattuessa pelastustoiminnan johtajalle opastetaan kohteessa olevien henkilöiden lukumäärä sekä nimet. Mikäli näitä henkilöitä ei tavata kohteen ulkopuolella tai yleisistä tiloista, on syytä epäillä heidän löytyvän hätäpoistumisreiteiltä.

### 6.3 Huoneluettelo

Kohteen eri huonetiloista tehtiin kerroksittain jaettu luettelo. Huonenumeroon liitettiin luettelossa huoneen nimi sekä mahdollisesti huonetilaan vaikuttava savunpoistoluukku. Lisäksi huoneluettelossa mainittiin tiloista löytyvistä vaaroista tai erityispiirteistä. Näitä vaaroja ja erityispiirteitä löytyy 10, 20 ja 110 kV:n kojeistotiloista, kaapelikellareista, muuntajatioista, akkuhuoneista, öljynjäähdytys huoneista sekä sammutusjärjestelmien tiloista.

### 6.4 Pohjapiirustukset

Sähköistä materiaalia, etenkin pohjakuvia, löytyi vaihtelevasti. Lähiaikoina saneeratuista ja saneerauslistalla olevista kohteista löytyi monesti puhtaaksi piirretyt pohjakuvat autocad-ohjelman dwg-muodossa. Muiden kohteiden kohdalla käytettiin palo-opastekorttien Microstationilla tehtyä dgn-materiaalia. Ongelmana dgn-materiaalissa oli monien muotojen toteutus splininä, jonka käsittely autocad-ohjelmassa on vähintäänkin hankalaa. Lisäksi viivojen päätteet eivät välttämättä ole osuneet muiden viivojen päätteisiin snapeja käyttäen. Joitakin kohteita joutui tästä syystä piirtämään vanhan pohjan päälle, tarkkaan nurkkia vahtien.

Vanhojen palo-opastekansioiden pohjapiirustusten ollessa kerroksittain erillisinä tiedostoina, päädyttiin uudessa dwg-mallissa tuomaan kaikki tieto samaan tiedostoon. Kerroksittaiset kuvat tulostetaan tästä pdf-tiedostoiksi eri kerroksittain määritellyillä layouteilla. Pohjapiirroksen käyttötarkoitus mahdollisti pohjakuvan suurentamisen mahdollisimman suureksi näkymään. Tarkoille mittasuhteilla ei tässä tapauksessa ollut perusteltua tarvetta. Kuvia tullaan lukemaan niin sanotun tosipaikan tullen, jolloin mahdollisimman suuri koko on eduksi.

Pohjapiirroksiin merkittiin sähkötilat huomioväriä muistuttavalla värillä täyttämällä huoneen rajaama alue. Lisäksi huoneeseen sijoitettiin salaman merkkikuva kuvaamaan sähkövaarallista tilaa. Muuntajatiloihin tuli sähkötilan tunnisteen lisäksi öljyristeisen muuntajan ollessa kyseessä öljyn vaaramerkki. Veden pääsulku merkittiin yleisesti tunnetulla tunnisteella pohjapiirrokseseen.

Jo alkuvaiheessa oli selvää, että savunpoistoluukut, paloilmottimen käyttölaitteet sekä savunpoiston laukaisukeskukset tulisi merkitä pohjapiirrokseseen. Paloilmottimen käyttölaitetta varten käytettiin sähkösuunnittelusta tunnettua paloilmottinjärjestelmän tunnusta "61" sijoitettuna punaiseen suorakaiteeseen.

Savunpoistoluukut merkittiin viiteviivoin pohjakuviin. Viiteviivan nuoli osoitti kuvassa savunpoistoluukun sijainnin huonetilassa. Savunpoiston ohjauskeskus (SPOK) merkittiin kuvaan paloilmottinlaitteen tapaan punaisella suorakaiteella, jonka sisällä on kirjaimet SL. Mikäli tiloissa on käsi- tai paikallislaukaistavia savunpoistoluukkuja, merkittiin laukaisupisteet eri värillä sekä tekstillä "SL 1 käsilaukaisu". Sähköasemalla käsinlaukaistava savunpoistoluukku voi olla erillisellä laukaisupisteellä, kuten kuvasta 13 näkyy.



Kuva 13. Kaksi savunpoistoluukkujen käsilaukaisukahvaa.

Näiden lisäksi tiedossa olleet huoneiden numerot sekä käyttötarkoitus että huoneen nimi merkittiin pohjapiirrokseen. Tämä mahdollistaa etsintätehtävällä olevan sammutusparin paikallistamisen huoneen nimen perusteella pohjakuvasta ja lisäohjeiden helpon antamisen.

#### 6.5 Muut pohjakuvamallit

Valmiista päivitetystä pohjakuvista otettiin lisäksi tulosteet kulunvalvontajärjestelmää (Flexim) varten. Tämä prosessi osoittautui odotettua hankalammaksi. Itse kuvien luominen sekä karsiminen kulunvalvontaan sopivaan muotoon oli kohtuullisen helppoa. Ongelmat alkoivat kulunvalvontajärjestelmän ohjelmiston vaatimasta kuvamuodosta. Kulunvalvontajärjestelmän pohjakuvat ovat WMF-tiedostoja (Windows MetaFile). Autocadissa on työkalu WMF-kuvien vientiin. Vaadittuun lopputulokseen pääsemiseksi kuvat piti viedä Microsoft Office -paketin Powerpoint-ohjelmaan. Powerpointista kuvat säädettiin dialle sopivaksi ja kaikki diat tallennettiin wmf-muodossa. Tällöin kuvaan saatiin oikea dpi-arvo, jotta kuva käyttäytyy oikein kulunvalvonnan valvontaohjelmassa.

Joidenkin sekavien tai liikkumisen hahmottamisen kannalta hankalien asemien tutustumisen jälkeen esitettiin eräästä kohteesta löytyneen opaskartan mukaisen opaskartan lisäämistä muille asemille. Nämä pohjakuvat tehtiin vastaamaan taloyhtiön opaskarttaa, josta asemalle tuleva nopeasti hahmottaa, missä hän on suhteessa muuhun asemaan. Opaskartat asennetaan A2-koossa jälkivalaisevina kohteen seinille. Tarkemmin merkitty pohjakuva löytyy palo-opastekansiosta.

Jälkivalaisevuus mahdollistaa poikkeavassa tilanteessa turvallisen poistumisreitien löytämisen asemalta. Näihin kuviin merkittiin lisäksi poistumisovet sekä -reitit.

#### 6.6 Savunpoisto

Oleellinen osa pelastustoimea sähköasemalla on savunpoisto. Nopeasti aloitettu savunpoisto lyhentää sähkönjakeluun aiheutuvaa keskeytysaikaa. Tilojen ollessa savuttomia voi sähköasemapäivystäjä antaa tarkan arvion vaurion laadusta sekä käynnistää korjaustoimenpiteet.

Lähes kaikista sähköasemista löytyi ajantasalla oleva savunpoisto-ohje. Nämä ohjeet tarkistettiin kohdekäynnin yhteydessä ja tarvittaessa niitä selkeytettiin. Ohjeissa on lueteltuna savunpoistoluukut, avaustapa sekä luukun vaikutusalue. Lisäksi ohjeessa opastetaan lukijaa mahdollisista varasyötöistä, mahdollisista uusittavista laukaisuampulleista sekä SF6-kaasunpoistopuhaltimista.

Yksinkertaisimmillaan savunpoisto-ohje kehoittaa tuulettamaan tiloja ovista ja ikkunoista. Haasteellisimmat asemat savunpoiston kannalta ovat vanhat maanalaiset asemat, jotka ovat vielä toistaiseksi ilman sähköisesti ohjattavia savunpoistoluukkuja. Näillä asemilla on enimmillään 25 käsin laukaistavaa savunpoistoluukkuja, joiden sijainti sekä laukaisupaikka piti tarkistaa ja dokumentoida.

## 6.7 Pelastussuunnitelma

Pelastuslaki (7, 9§) määrää tietyn kokoisen kiinteistön haltijan tekemään kiinteistölle pelastussuunnitelman. Tämän lisäksi kohteella saattaa olla alueellisia pelastustoimen tai rakennusviraston vaatimuksia. Osana hyvää turvallisuuskulttuuria HSV:n kohteista on tehty turvallisuussuunnitelmat aikanaan. Näissä esiintyi silti joitain puutteita ja paljon vanhentunutta tietoa.

Sähköasemien koluamisen ja dokumentaation päivittämisen yhteydessä oli luonnollista tarkistaa myös sähköasemian vanhentuneet turvallisuussuunnitelmat. Turvallisuussuunnitelmat olivat pääosin vuodelta 2004, eikä kaikista kohteista ollut tällaista dokumenttia saatavilla. Nykyisin turvallisuussuunnitelma tunnetaan nimellä pelastussuunnitelma.

Laki vaatii sähköaseman kokoisesta kiinteistöstä tehtäväksi pelastussuunnitelman. Tämän lisäksi pelastussuunnitelma on oiva apu tietojen tarkistukseen. Pelastussuunnitelmia ei tehty tässä yhteydessä täysin uusiksi. Vanhoille turvallisuussuunnitelmille annettiin aimo päivityskierros niin ylimääräisen, vanhentuneen tiedon karsimisen muodossa kuin yksityiskohtaisen tiedon tarkistamisen suhteen.

Pelastussuunnitelman alkuosan tiedot rakennuksen kuvauksesta sekä jakelualueesta ja -kriittisyydestä otettiin aiemmin mainittuun palo-opastekansion sisällysluetteloon.



Näiden yhteydessä on myös lueteltu mahdolliset ajoyhteydet, normaalit kulkureitit sekä hätäpoistumistiet. Joillakin sähköasemilla on muihin julkisiin kiinteistöihin yhdistäviä tiloja, tunneleita tai käytäviä, joista on myös maininta pelastussuunnitelmassa. Näiden asioiden tulee olla pelastustoimen johtajan (PTJ) saatavilla, mikäli näitä tiloja tai reittejä pitkin voi vieraisiin kiinteistöihin päästä vahingollisia aineita kuten öljyä, savua tai vettä. Vastaavasti tieto toimii myös HSV:n edustajan kannalta toiseenkin suuntaan. Mikäli vieraasta kiinteistöstä tunkeudutaan tiloihin, tuntemattomasta paikasta tulee savua tai vettä, voi HSV:n edustaja tarkastaa pelastussuunnitelmasta tai palo-opastekansiosta, mikä kyseinen paikka on.

Moni kohteen tarkastuskäynnillä kerätty tieto löysi itsensä myös pelastussuunnitelmaan. Pelastussuunnitelmasta löytyy tarkat tiedot katkaisijoiden, kojeistojen hydraulikan, muuntajien sekä mahdollisten voimakoneiden tai moottoreiden öljymääristä. Akkuhapon sekä SF<sub>6</sub>-kaasun määrä on myös tarkastettu ja kirjattu pelastussuunnitelmaan.

Pelastussuunnitelmaan kerättiin myös ohjeet erilaisia vaara- tai poikkeustilanteita varten. Näitä vaara- tai poikkeustilanteita ovat esimerkiksi tulipalot, murrot ja vesivahingot. Suunnitelmassa on myös tarkka kuvaus kiinteistön turvajärjestelmästä. Hätäpoistumistievalaistuksista tai jälkivalaisevista kylteistä on kerrottu selkeästi, kuten myös mm. automaattisesti syttyvästä tasasähköllä syötetystä turvalaistuksesta.

Akkuhappomäärän lisäksi suunnitelmassa on kerrottu akustojen määrät, koot sekä jännitetasot. Pelastustoimen johtajan ja kiinteistön ylläpidon kannalta on oleellista tietää missä suuruusluokassa kiinteistössä on vaarallisia aineita. Nämä tiedot voivat olla tarpeen muissa asioissa oman muistin virkistämiseksi.

## 6.8 Käyttöturvallisuustiedotteet

Sähköasemien prosessilaitteissa käytetään tai tiloissa varastoidaan ihmisille ja ympäristölle vaarallisia aineita. Näitä aineita ovat akkuhapot, sammutusjärjestelmien kaasut, SF<sub>6</sub>-kaasu sekä katkaisija-, muuntaja- ja kaapeliöljy. Kukin aine vaatii omat toimenpiteet vuodon tai vahingon sattuessa. Kunkin tuotteen tai aineen valmistaja on velvollinen toimittamaan aineesta käyttöturvallisuustiedotteen. Nämä käyttöturvallisuustiedotteet koottiin palo-opastekansioiden loppuun

pelastussuunnitelmien liitteeksi. Kansioon ei kerätty käyttöturvallisuustiedotteita aineista, joita ei ole sähköasemalla käytössä.

Pelastussuunnitelmissa on kerrottu toimenpiteet mahdollisten vahinkojen sattuessa kohteen erityispiirteet huomioon ottaen. Käyttöturvallisuustiedote on tässä toiminut lähdeaineistona. Käyttöturvallisuustiedotteen on samalla tarkoitus tukea pelastustoiminnanjohtajan päätöksentekoa.

## **7 Yhteistoiminta pelastuslaitoksen kanssa**

HSV on jo pitkän aikaa tehnyt tiivistä yhteistyötä pelastuslaitoksen sekä pelastuskoulun kanssa. Yhteistyö käsittää oppitunteja pelastuskoulun oppilaiden kanssa, sähköasemiin tutustumista sekä erilaisia harjoituksia. Tavoitteena on, että jokainen pelastaja on kerran käynyt sähköasemalla sekä käynyt oppitunnin käytännön pelastustoiminnasta sähköasemalla.

### **7.1 Harjoitukset**

Harjoitukset yhdessä pelastuslaitoksen kanssa ovat tärkeä osa varautumista. Harjoitukset toimivat hyvänä harjoitteena niin pelastuslaitoksen päällystölle, miehistölle kuin HSV:n sähköasemapäivystäjälle ja käyttökeskukselle. Todelliset tilanteet kohteissa ovat hyvinkin harvinaisia, ja todennäköisyys, että todellinen tilanne osuu tasaisesti jokaiselle pelastuslaitoksen vuorolle on hyvinkin pieni.

Harjoitukset pidetään vuorossa olevalle henkilöstölle. Sähköasema on normaalissa prosessikäytössä harjoituksen aikana. Käyttökeskuksen päivystäjä sekä sähköasemapäivystäjä ovat etukäteen tietoisia harjoituksesta mutta eivät harjoituskohteesta. Tiloihin johdetaan laitteistoille vaaratonta keinosavua sekä merkitään kohde. Kohteeseen sijoitetaan muutama potilas. Harjoituksen valvojat ovat erikseen merkitty huomioliivein, eivätkä he puutu harjoituksen kulkuun, ellei tapahdu vaarantavaa virhettä. Kuvasta 14 nähdään, kun sähköasemapäivystäjälle puetaan harjoituksen yhteydessä pelastuslaitoksen paineilmalaitteita.



Kuva 14. Sähköasemapäivystäjälle puetaan paineilmlaitteita.

## 7.2 Palotarkastukset

Sähköasemakiinteistölle suoritetaan tulevaisuudessa pelastuslaitoksen valvontasuunnitelman mukaisesti lakisääteinen palotarkastus. Palotarkastuksessa kiinnitetään erityisesti huomiota asiapapereihin sisältäen turvallisuussuunnitelmat, tilojen merkintöihin, palo-osastointeihin sekä poistumistiejärjestelyihin. Vahvan turvallisuuskulttuurin tuloksena asioista on harvemmin huomautettavaa. Huomautettavat asiat liittyvät useimmiten vanhentuneisiin yhteystietoihin pelastussuunnitelmassa.

## 7.3 Pelastuslaitoksen toiminta erilaisissa muuntamopaloissa

Sähkönjakeluverkossa on käytössä erikokoisia muuntajia neljää pääluokkaa: mittamuuntaja, jakelumuuntaja, päämuuntaja sekä 400 kV:n päämuuntaja. HSV:n sähkönjakeluverkossa ei ole 400 kV:n päämuuntajia. Kaikilla HSV:n keskijännitekojeiston sisältävillä sähköasemilla on useita mittamuuntajia sekä ainakin yksi 10/0,4 kV:n tai 20/0,4 kV:n jakelumuuntaja. Useissa tapauksissa sähköaseman

jakelumuuntaja toimii ainoastaan sähköaseman omakäyttömuuntajana, eikä siitä syötetä muita kohteita. Näiden lisäksi usealla sähköasemalla on 110/20 kV:n tai 110/10 kV:n päämuuntajat.

Pienemmän luokan mittamuuntajien paloista ja tuhoutumisista on jonkin verran kokemusta. Myös jakelumuuntajia on palanut tai tuhoutunut vuosien varrella joitain kappaleita. Päämuuntajia ei ole HSV:n alueella vielä tuhoutunut. Valtakunnallisella tasolla edellinen 110 kV:n ensiöjännitteen päämuuntaja tuhoutui syyskuussa 2009 Oulun Toppilan lämpövoimalassa (8). Vuonna 1984 Kangasalassa tuhoutui kaksi 400/110 kV:n päämuuntajaa.

### 7.3.1 Mittamuuntaja

Mittamuuntaja tuhoutuu yleensä jouduttuaan resonanssiin sähköverkossa olevien häiriöiden kanssa. Muuntajassa itsessään on hyvin vähäinen määrä öljyä. Mittamuuntajan tuhoutuessa muuntajan sisällä palaa pieni määrä eristeöljyä sekä sisäisiä eristemateriaaleja. Kojeiston suojauslaitteet laukaisevat kyseisen lähdön irti asetellussa ajassa. Mittamuuntajan sisällä oleva pienimuotoinen tulipalo sammuu katkaisijan irrotettua kyseisen lähdön syöttävästä kiskosta.

Tuhon yhteydessä vapautuva energia tuhoaa korkeintaan kyseisen kojeiston rakenteita. Tilaan vapautuu tilanteesta huomattava määrä savua, joka laukaisee automaattisen paloilmittimen. Toistaiseksi ei ole kokemusta automaattisen sammutusjärjestelmän toiminnasta vastaavassa häiriötilanteessa. Keskijännitekojeisto on ainoastaan yhdellä HSV:n sähkösemalla suojattu automaattisella sammutusjärjestelmällä.

Automaattisesta paloilmittimesta välittyvä hälytys käyttökeskukseen jossa käyttömestari tekee paloilmittimen sekä prossihälytysten perusteella hätäilmoitukseen hätäkeskukseen. Kohteeseen hälytetään alueen vasteiden mukaisesti vahvennettu pelastusjoukkue. Pelastusjoukkue koostuu kolmesta pelastusyksiköstä tarvittavine vahvennuksineen sekä päällystöviranhaltijasta. Käytännössä päällystöviranhaltija on päivystävä palomestari.

Suurimmat haasteet kohteessa ovat paloilmittimen sekä hälyttävän silmukan löytämisessä. Ensimmäisenä kohteeseen saapuvalla yksiköllä saattaa olla pääsy

tarvittaviin avainsäilöihin. Avainsäilön avaamisen jälkeen yksikön esimiehellä pitäisi olla pääsy paloilmottimelle asti. Tilanteessa, jossa kohteen ulkopuolella näkyy savua tai liekkejä, on todennäköistä, että yksikön esimies antaa käskyn murtautua paloilmottimelle.

Paloilmottimelle päästyään esimies voi aloittaa kohteen tarkemman tiedustelun palo-opastekansion avulla. Tukenaan hän käyttää muiden yksikön jäsenten tekemiä havaintoa kohteen ulkopuolella. Todennäköistä on, että esimies ehtii paloilmottimen paikantamiskaavion avulla paikallistaa hälyttävät silmukat sekä verrata paikantamiskaaviota palo-opastekansion tarjoamiin tietoihin. Palo-opastekansiossa on merkitty pohjakuviin sellaista tietoa, jota ei paloilmottimen paikallistamiskaaviossa ole.

Pelastustoiminnan johtajan (PTJ) varmistuttua, ettei kohteessa enää pala, aloitetaan tilojen savutuuletus. Tarvittaessa palopesäkkeet sammutetaan soveltuvilla sammutteilla. Onnistuneen savutuuletuksen edellytyksenä on selkeät savunpoisto-ohjeet sekä saumaton yhteistyö paikalle hälytetyn sähköasemapäivystäjän ja PTJ:n välillä.

Pelastustoiminta kohteessa loppuu savunpoiston jälkeen ja kohde luovutetaan kohteen haltijalle. Pelastuslaitos saattaa silti jäädä yhdellä yksiköllä kohteeseen, kunnes HSV:n edustajat ovat saaneet tehtyä arvion vaurioista. Tällöin PTJ saa tarpeelliset tiedot PRONTO-onnettomuustietokannan täyttämistä varten.

### 7.3.2 Jakelumuuntaja

Jakelumuuntajan tuhoutumisen käynnistää useasti rakennevika tai avojohtoverkkoalueella verkostoon iskenyt salama. Muuntajassa on koosta ja tehosta riippuen 300–800 kg muuntajaöljyä. Poikkeuksen tähän tekevät hartsieristeiset kuivamuuntajat. Rakenteellisesta viasta tai salamasta johtuva häiriö saa muuntajan sisällä aikaan äkillisen paineiskun, joka vaurioittaa muuntajan kuorta. Kolmas mahdollinen jakelumuuntajan palon syttymisen aiheuttaja on muuntajan välittömässä läheisyydessä tapahtuva keskijänniteoikosulku tai oikosulku muuntajan pienjännitenavoissa.

Paineiskusta muotoaan muuttavassa muuntajassa eristevälit muuttuvat, jolloin muuntajan sisällä syttyy valokaari. Valokaari saattaa myös syttyä salaman energiasta. Sisällä syttyvä valokaari sytyttää muuntajan eristeaineena käytettävän muuntajaöljyn. Vaikka sähköasemalla olevat suojalaitteet katkaisevat kyseisen lähdön syötön, jää muuntajaöljy palamaan.

HSV:n käyttökeskus havaitsee muuntajapalon ainoastaan kyseistä lähtöä syöttävän katkaisijan laukeamisena. Ilmoitus tulipalosta tulee usein sivullisilta. Sivullisen henkilön tekemä hätäilmoitus menee yleensä suoraan hätäkeskukseen. Hätäilmoituksen vastaanottavan päivystäjän pitäisi ilmoittaa tulipalosta myös sähkönjakeluverkkoyhtiölle.

Hätäkeskus hälyttää hieman muuntajan sijainnista riippuen säiliöyksiköllä vahvennetun pelastusyksikön tai pelastusjoukkueen. Vaste määräytyy ratkaisevasti muuntajan sijainnin perusteella. Pylväsmuuntamopalossa ei usein ole sivullisia vaarassa. Suurin riski ja todennäköisyys on palavan muuntajaöljyn sytyttämä maastopalo.

Sopiva vaste pylväsmuuntajan paloon on pelastusyksikkö, joka vahvennetaan säiliöyksiköllä. Ellei tulipalo aiheuta välitöntä vaaraa ihmisille tai muulle omaisuudelle, annetaan muuntajan annetaan palaa, kunnes HSV:n edustaja varmistaa muuntajan olevan jännitteetön. Sammutus suoritetaan sammutusvaahdolla sekä huolehditaan palaneen muuntajan jäähdyttämisestä.

Ydinkeskustan asuinkiinteistön kellarissa sattuva muuntajapalo edustaa toista äärilaitaa tilanteen uhasta. Asuinkiinteistöissä muuntamot on usein sijoitettu kellareihin, sellaisiin tiloihin, joihin ei ole suoraa pääsyä ulkoa. Muuntajasta vapautuu palossa huomattava määrä savua ja lämpöä. Tulipalon leviäminen kellarikäytävään on erittäin suuri vaaratekijä rakennuksen asukkaille. Kellarissa tapahtuvaan tulipaloon hälytettävä vaste koostuu vahvennetusta pelastusjoukkueesta. Olennaista on, että HSV:n edustaja saa tiedon palavasta muuntajasta.

Yhteistoimintaa pelastuslaitoksen kanssa on siinä määrin lisätty, että pelastuslaitokselle on toimitettu muuntamoiden sijainnit. Pelastuslaitos on täten saanut tietojärjestelmiensä karttapohjille muuntamot näkyviin. Oikein toimiessaan PTJ

varmistaa tehtävälle lähtiessään, ettei kohteessa ole muuntamoita, sekä ottaa tarvittaessa yhteyttä HSV:n käyttökeskukseen.

Ensitoimenpiteinä PTJ ratkaisee kiinteistön evakuoinnin tarpeen. Epävarmassa tilanteessa on todennäköistä, että kiinteistö määrätään evakuoitavaksi. Saatuaan varmistuksen kohteen jännitteettömyydestä voi PTJ antaa vapaalle yksikölle tehtäväksi sammuttaa palava muuntaja sammutusvaahtoa käyttäen. Palopesäkkeiden sammuttamisen jälkeen alkaa tilojen savutuuletus sekä jälkiraivaus.

Tilojen jälkivartiointin vastuu annetaan kiinteistön edustajalle. HSV:n edustaja tekee arvioin muuntamon tuhoista sekä suunnitelman sähkön palauttamisesta keskeytyksen piirissä oleville asiakkaille. On todennäköistä, että muuntamon syöttämät lähdöt saadaan korvattua pienjänniteverkon varayhteyksillä.

### 7.3.3 110/20 kV:n päämuuntaja

HSV:n sähköasemilla on yhteensä 21 kpl 110/20 kV:n tai 110/10 kV:n päämuuntajia. Muuntajien teho vaihtelee välillä 20–40 MVA. Näissä päämuuntajissa on kussakin koosta riippuen 13 000–20 000 kg muuntajaöljyä. Päämuuntajien vikaantumisia ei ole HSV:n sähköasemilla tapahtunut.

Lähimenneisyydestä tunnetaan kaksi päämuuntajien vikatilannetta, joissa muuntaja tuhoutui lähes täysin tulipalon ja/tai räjähdysten seurauksena. Huhtikuussa 2007 Isohaaran voimalaitoksella Kemissä syttyi päämuuntaja palamaan. (12) Muuntaja sijaitti rinteessä, ylhäältä avoimessa muuntajabunkkerissa. Muuntajabunkkeri oli helppo täyttää sammutusvaahdolla mäen yläpuolelta. Kohde sijaitti vesistön äärellä, joten sammutusvettä oli riittävästi saatavilla.

Voimakas muuntajan palo ei aiheuttanut vaaraa ympäristölle. Tulipalon sammutus kesti noin kaksi tuntia. Sammutustoimintaan vaikutti olennaisesti muuntajan sijainti avoimessa bunkkerissa samoin kuin sammutusveden riittävä saanti läheisestä vesistöstä. Muuntajassa ollut öljy valui sen alla olevaan valuma-altaaseen. (12)

Syksyllä 2009 Toppilan voimalaitoksella Oulussa räjähti päämuuntaja. Päämuuntajan räjähdys johtui käyttöönoton yhteydessä tapahtuneesta muuntajan oikosulusta.

Voimalassa oli meneillään vuosihuolto, eikä tapahtuma haitannut voimalaitoksen toimintaan. (8)

HSV:n sähköasemilla ei ole sattunut päämuuntajiin liittyen vakavia häiriöitä. Tapahtuneissa häiriöissä suojalaitteet ovat toimineet oikein ja kytkeneet sisäisen vian saaneen muuntajan irti verkosta. Syystä tai toisesta tapahtuva tulipalo kuuluu niihin suuriin uhkakuviin, joihin sähköasemasuunnittelussa varaudutaan.

HSV:n sähköasemien muuntajabunkkereissa on avokattoisia bunkkereita lukuunottamatta vähintään kuivasprinklaus. Maanalaisissa tiloissa sekä kohteissa, jossa muuntajapalo voi aiheuttaa huomattavaa vaaraa sivullisille, on muuntajatilat suojattu automaattisilla sammutusjärjestelmillä. Toistaiseksi sammutusjärjestelmiä ei ole tarvittu muuntajabunkkerissa.

Tehdyn selvityksen mukaan (6) käytössä olevat kaasusammutusjärjestelmät kykenevät sammuttamaan alkuvaiheessa olevan päämuuntajapalon. Näissä tiloissa tapahtuvan muuntajapalon ei pitäisi olennaisesti vaurioittaa viereisiä tiloja, mikäli automaattiset sammutusjärjestelmät toimivat oikein ja saavat sammutettua tulipalon.

Maanpäällisessä, kuivasprinklatussa muuntajabunkkerissa sattuva tulipalo on oletettavasti erittäin haastava sammuttaa. Muuntajasta tuleva lämpösäteily on erittäin voimakasta, jos muuntajassa oleva öljymäärä pääsee palamaan. Vielä ei ole tietoa miten varsinkin vanhempien sähköasemien bunkkereiden rakenteet kestävät kyseistä lämpökuormaa. Samainen lämpö todennäköisesti tuhoaa kuivasprinklausjärjestelmät tehden ne käyttökelvottomiksi, ellei sammutusainetta saada syötettyä palon alkuvaiheessa.

Todennäköisyys tähän on häviävän pieni; ei ole mitään syytä olettaa, että pelastuslaitos olisi kohteessa kun muuntajassa syttyy palo. Mainittu tilanne voi tulla kyseeseen, mikäli viereisessä muuntajassa on tulipalo ja tarkoituksena on suojella toistaiseksi ehjää muuntajaa. Monessa kohteessa päämuuntajat ovat vierekkäin vain seinän erottamana. Tässä tilanteessa palavan muuntajan aiheuttama lämpökuorma mitä todennäköisimmin estää työskentelyn ehjän muuntajan bunkkerin läheisyydessä, tehden letkujen liittämisen kuivasprinklausjärjestelmään hyvinkin haastavaksi.



Muuntajan vaurioituessa siten, että siitä syttyy tulipalo, tulee käyttökeskukseen useita hälytyksiä. Näistä ensimmäisten joukossa tulee kaukokäyttöyhteyttä pitkin tieto muuntajan irtikytkeytymisestä suojalaitteiden toimittua. Oletettavasti lähes välittömästi tämän jälkeen käyttökeskukseen tulee muuntajabunkkerissa olevalta paloilmoittimen silmukalta paloilmoitinlaitehälytys. Avoimissa muuntajabunkkereissa ei ole paloilmaisimen silmukoita. Käyttökeskus tekee tässä tilanteessa tarvittavat jatkohälytykset hätäkeskukseen.

Syttyvä tulipalo on raju sekä levittää sankkaa savua. On hyvin todennäköistä, että sivullinen henkilö tekee tulipalosta samanaikaisesti ilmoituksen tulipalosta hätäkeskukseen. Hälytettävä vaste muuntajapaloon on todennäköisesti vahvennettu pelastusjoukkue tai pelastuskomppania. Pelastuskomppania koostuu kahdesta-kolmesta pelastusjoukkueesta tarvittavine vahvennuksineen sekä pelastuskomppanian johtajasta.

Kohteeseen saavuttaessa ensimmäinen yksikkö kykenee tekemään kauempaa savuhavainnot sekä ilmoittamaan näkemästään PTJ:lle. Kohteeseen saavuttaessa on ensiarvoisen tärkeää osata ryhmittää ajoneuvot järkevästi. Ajoneuvojen sijoittelu ja ryhmittämisen merkitys nousee esille vaihdettaessa ja vapautettaessa yksiköitä, vesihuoltoa järjestellessä sekä mahdollisia puomitikasyksiköitä käytettäessä.

Sammuttamisen kannalta haasteita luo katetussa muuntajabunkkerissa syttyneen palon luokse päästävyys. Kohteen seinät ovat pääosin umpinaisia ja niissä on tuuletusritilät niin ylhäällä kuin alhaallakin. Toisilla asemilla muuntajilla on erilliset jäähdytystornit, joten muuntajabunkkeriin ei välttämättä ole suoraa pääsyä ulkoa. Tämä tekee sammutteen kohteeseen saattamisesta hyvin vaikeaa.

Muuntajabunkkereissa on yksi ulkoseinä rakennettu purettavaksi muuntajan huoltoja varten. On hyvin epätodennäköistä, että tätä seinää kyettäisiin purkamaan muuntajan palamisen aiheuttaman lämpökuorman takia. Työtä tekevillä olisi erittäin haastavat ja raskaat olosuhteet työskennellä. Työskentelyaluetta jouduttaisiin jäähdyttämään useilla vesisuihkuilla.

Kun on ratkaistu tapa toimittaa tarvittava sammutusaine muuntajabunkkeriin, pitää huolehtia ympäristövahinkojen torjunnasta. Muuntajabunkkereiden alla olevat altaat on suunniteltu siten, että niihin mahtuu muuntajassa oleva öljymäärä. Muuntajapaloa sammuttaessa sammutusvesi valuu öljyltaaseen. Veden ominaispaino on suurempi kuin öljyn (3, s. 3), jolloin öljy jää pinnalle. Öljyltaan täyttyessä vedestä ja öljystä alkaa öljy tulvia altaan reunoilta yli ensimmäisenä.

Kaikkein uusimmilla sähköasemilla tämä on otettu huomioon asentamalla öljynkeruualtaisiin ulkoiset tyhjennyskaivot. Näiden tyhjennyskaivojen ongelmana on niiden sijoitus liian lähelle kohdetta. Erityispiirteinä joissain tyhjennyskaivoissa on lisäksi erilliset sulut, jotka täytyy avata, jotta neste valuu altaasta tyhjennyskaivoon. Sulut on ymmärrettävästi asennettu tyhjennyskaivon ja öljyltaan välille, entistä lähemmäksi kohdetta mikä tekee tyhjennyksestä entistä haastavampaa.

110 kV:n päämuuntajan palo sitoo pelastustoimen resursseja pitkäksi ajaksi. Pelastustoimen päällystöpäivystäjän tulee olla selvillä käytettävistä resursseista sekä varautua johtokeskuksen tai toiminnan johtoelimen perustamiseen. Johtokeskuksen perustamista varten Helsingin Pelastuslaitoksella on käyttötarkoitusta varten rakennettu erikoisajoneuvo.

#### 7.3.4 400/110 kV:n päämuuntajan palo

Suurempia alueellisia päämuuntajia on pääkaupunkiseudulla 3–4 kappaletta kantaverkkoyhtiö Fingridin hallinnassa. Näitä päämuuntajia ei toistaiseksi ole HSV:n hallinnassa eikä Helsingin kaupungin alueella. Erään 400 kV:n päämuuntajan teho on 400 MVA, mikä kertoo muuntajan suuruusluokasta. Tämän kokoisessa päämuuntajassa on muuntajaöljyä n. 80 tonnia. Palaessaan muuntaja aiheuttaa suurta tuhoa ympäröiville rakenteille.

Kangasalalla paloi 80-luvun puolivälissä kaksi 400 kV:n päämuuntajaa. Päämuuntajan vaihtotyöt olivat meneillään, kun käytössä ollut päämuuntaja syttyi palamaan. Muuntajapalo oli niin raju, että vieressä seissyt toinen päämuuntaja syttyi myös palamaan. Tuli tuhosi myös vaihtotyössä käytetyn nostokoriaajoneuvon. Paloa sammutettiin toista vuorokautta. Kuumia muuntajia jäähdytettiin palon sammuttamisen jälkeen yli viikon ajan. (10)

Muuntajapalo sitoi pitkäksi aikaa suuren osan käytettävissä olleista resursseista. Yksiköitä oli hälytetty läheisiltä lentoasemilta niissä olevan vaahtovarustuksen takia. Helsingin kaupunkia lähinnä oleva 400 kV:n päämuuntaja sijaitsee Vantaan Tammistossa. Muuntajassa sattuva palo ei suoranaisesti vaikuta HSV:n sähkönjakeluun. Välillisiä vaikutuksia saattaa olla, kun toinen muuntaja kytketään jännitteettömäksi sammutustöiden turvaamiseksi. Sähkö saadaan tarvittaessa siirrettyä muita reittejä pitkin pääkaupungin tarpeisiin.

## **8 Dokumentointi ja jakelu**

Työn tuloksena tuotetut dokumentit jaettiin sähköisesti organisaation käyttöön sekä tulostettiin kohteisiin. Sähköiset dokumentit jaetaan yhteen tiedostoon koottuna pdf-tiedostona. Pdf-tiedostomuoto valittiin sen hyvän ohjelmistotuen takia. Lähes kaikissa tietokoneista on nykyään pdf-lukuun soveltuva ohjelma.

Tuotetut asemakohtaiset kootut tiedostot tallennettiin verkkolevylle yhteistoimintaorganisaatioiden saataville. Lisäksi alkuperäiskappaleet word-dokumenteista sekä autocad-piirroksista tallennettiin tulevaisuutta varten dokumentinhallintajärjestelmään.

Sähköisten dokumenttien muokkaamista ja koontitiedoston luontia varten kirjoitettiin lyhyet ohjeet kuvastamaan tiedostojen nimeämiskäytäntöä. Alkuperäiset word-dokumentit pilkottiin tarkoituksella pienempiin helpommin hallittaviin osiin, jolloin ne toimivat erillisinä ohjeina. Esimerkkinä tästä ovat savunpoisto-ohjeet, jotka ovat erikseen olemassa asemakohtaisesti.

Tulostetut palo-opastekansiot laitettiin ohuisiin kansioihin. Yksittäiset sivut laitettiin muovitaskuun käyttötarkoituksen takia. Samalla menetelmällä jokaiseen kohteeseen tulostettiin kahdet erilliset pohjakuvasarjat asetettavaksi palo-opastekansion läheisyyteen. Varsinainen palo-opastekansio on pelastustoiminnanjohtajaa varten. Pohjakuvasarjat on tarkoitettu kohteessa liikkuvalla esimiehelle tai sammutusparille.

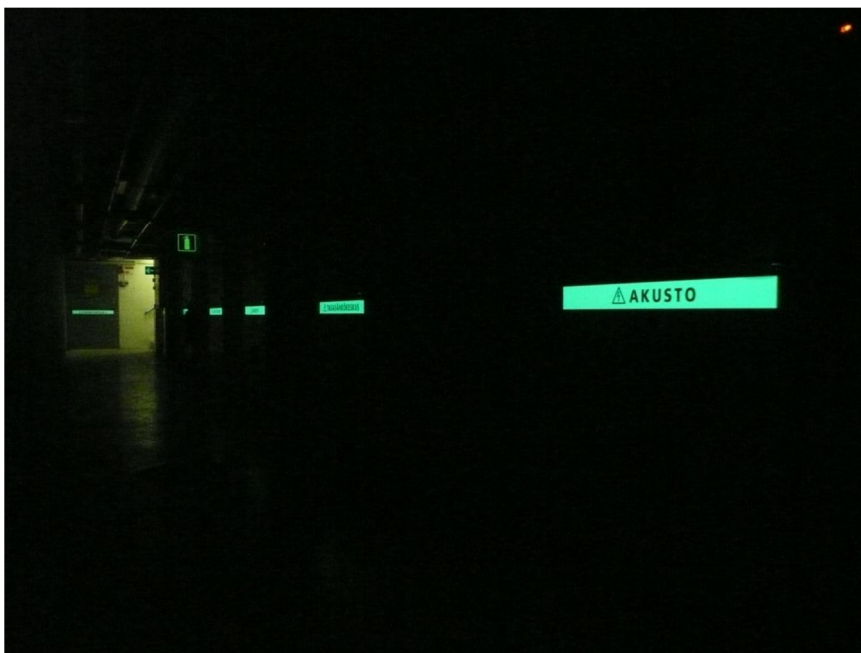
## 8.1 Meridian-arkistointijärjestelmä

Tuotetut pohjakuvat sekä muut dokumentit tallennettiin sähköisenä alkuperäiskappaleina koko Helsingin Energian käyttämään Meridian-arkistointijärjestelmään. Tiedostojen ollessa tallennettuna keskitetysti arkistointijärjestelmässä ovat ne kaikkien oikeudet omaavien saatavilla.

## 9 Työn ohessa tehdyt parannusehdotukset

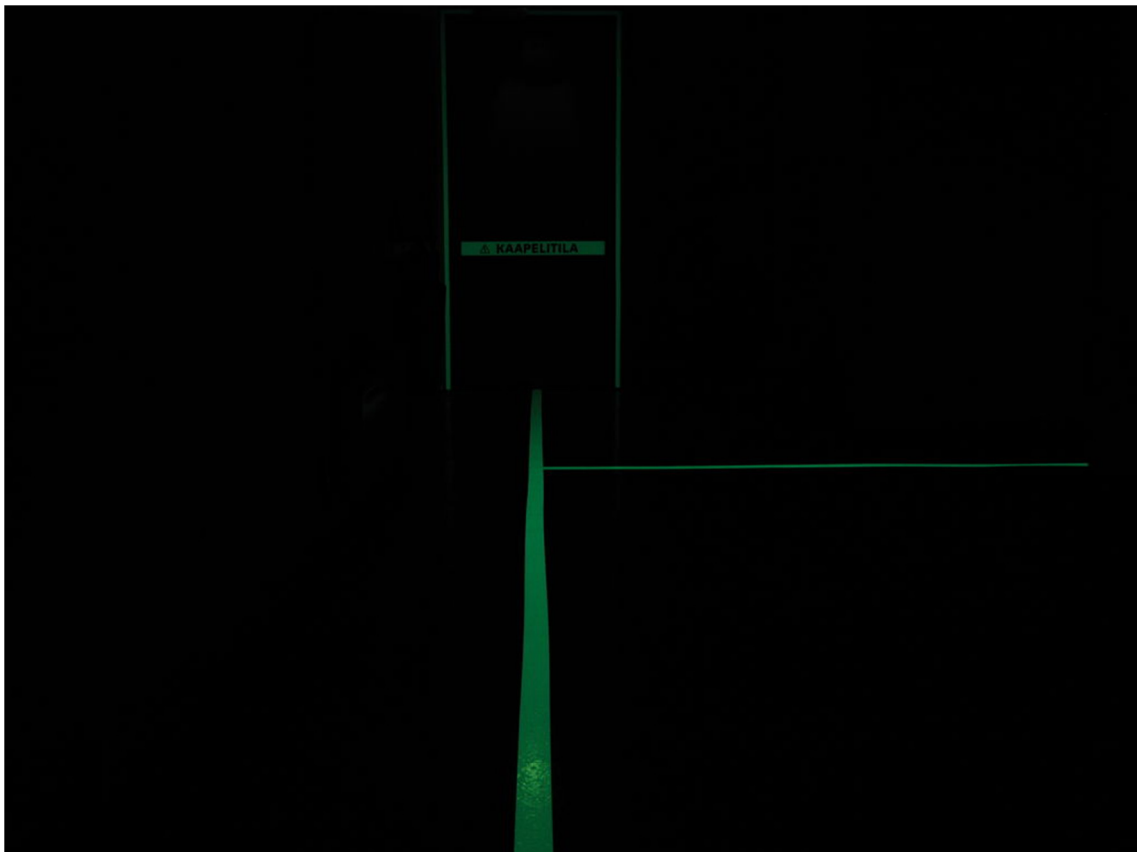
Kohteissa liikuttaessa kirjattiin tiloissa havaittuja puutteita, parannusehdotuksia tai korjauskohteita. Näitä asioita kirjattiin yhteensä neljä sivua. Välittömiä tai kiireellisiä toimenpiteitä ei tullut vastaan. Osa asioista koski ylimitoitettuja tai epäloogisia lukitusjärjestelyitä. Joitain kiinteistön rakenteellisia korjaustoimenpiteitä kirjattiin tiedoksi kiinteistökunnossapidolle.

Osalle sähköasemista on asennettu sähkö- ja prosessitiloihin jälkivalaisevat teippaukset oven kahvan alapuolelle. Näissä teippauksissa lukee tilan nimi. Teippauksen tarkoituksena on näkyä savuisessa tilassa matalana liikkuvalla savusukeltajalle ja viestiä, mihin tilaan hän mahdollisesti on siirtymässä. Järjestely on todettu hyväksi, ja sitä on päätetty jatkaa kaikille sähköasemille. Kuvassa 15 näkyy käytävä, jossa on jälkivalaisevia teippauksia ovissa.



Kuva 15. Jälkivalaisevat huoneteippaukset.

Tilojen merkitsemisen yhteydessä myös havaitut puutteet muiden tilojen tai luukkujen merkinnöissä korjataan. Kaikki savunpoistoluukut ja niiden laukaisupisteet merkitään asianmukaisin kilvin. Näiden lisäksi mahdolliset öljyvarastot ja veden pääsulut merkitään, paloilmoitinlaitekyllit uusitaan ja kojeistotiloihin asennetaan lattiaan jälkivalaiseva raita merkitsemään hätäuloskäynnin suuntaa. Kuvassa 16 näkyvät kojeistotilassa olevat teippaukset.



Kuva 16. Jälkivalaisevat poistumistieiteippaukset kojeistotilassa.

## 10 Yhteenveto

Työssä päästiin asetettuihin tavoitteisiin sekä saatiin aikaiseksi asioita, jotka muuten olisivat jääneet toteuttamatta. Yhtenäinen päivitetty ja tarkastettu palo-opastekansio parantaa huomattavasti pelastustoiminnan tehokkuutta kohteessa. Yhteensä kohteisiin vietäviin palo-opastekansioihin tulostettiin noin 1 200 sivua materiaalia. Tehokkaalla pelastustoiminnalla asiakkaan kokema käyttökato lyhenee oleellisesti. Päivitetyt palo-opastekansiot ovat tätä työtä kirjoittaessa olleet kohteissa noin neljä kuukautta. Tänä aikana ei ole vielä esiintynyt tarvetta käyttää palo-opastekansioita.

Työtä tehdessä havaittujen puutteiden korjaukset ovat osin parantaneet kohteiden yleistä turvallisuutta. Joitain korjauksia on lykätty suoritettavaksi tulevien saneerauksien yhteydessä. Suurimmat muutokset ovat saneerausten yhteydessä kohteeseen asennettavat kamerat. Kameravalvonta helpottaa käyttökeskuksessa olevan käyttömestarin päätöksentekoa. Käyttömestari saa näyttöpäätteelleen reaaliaikaista kuvaa kohteen eri huone- ja ulkotiloista.

Kohteita tutkiessa ja niissä liikkuesssa huomioitiin monesti asioita, jotka olivat jo jääneet monen henkilökuntaan kuuluvalta muistin unholaan. Unohtuneita asioita olivat enimmäkseen tilat, joissa ei normaalisti kuljeta. Esimerkkinä mainittakoon kalliotilat, maanalaisten tilojen hätäpoistumistiet sekä maanalaisten asemien kohdalla ilmanvaihtokuiluissa kulkevat varapoistumisreitit. Tieto näiden reittien kokeilusta, johdonmukaisuudesta sekä niissä olevien lukitusten järjestelyistä ja toimivuudesta oli yritykselle tarpeellista tietoa. Toivottavaa on, ettei kenenkään tarvitse suorittaa hätäpoistumista sähköasematiloista. Tällaista tilannetta edellyttää yleensä tapahtuma, jossa työntekijän terveys on suuressa vaarassa.

## Lähteet

- 1 Helen Sähköverkko. 2003. Sähköasemien turvallisuussuunnitelmat.
- 2 Helen Sähköverkko. 1996-2008. Sähköasemien palo-opastekortit.
- 3 Käyttöturvallisuustiedote Neste oil trafo 10x. 2005. Verkkodokumentti. Neste Oyj. <[http://www.neste.fi/doc/ktt/10823\\_eng.pdf](http://www.neste.fi/doc/ktt/10823_eng.pdf)>. Luettu 22.3.2011.
- 4 Käyttöturvallisuustiedote Neste oil katkaisija 3x. 2005. Verkkodokumentti. Neste Oyj. <[http://www.neste.fi/tp\\_tiedote.aspx?productid=509511&lang=&type=ktt](http://www.neste.fi/tp_tiedote.aspx?productid=509511&lang=&type=ktt)> Luettu 22.3.2011.
- 5 Kalenius, Pentti. 1993. Sähköä Helsinkiläisille. Helsinki: Helsingin kaupungin energialaitos.
- 6 Nevala, Jouni. Muuntajien Paloturvallisuus, sammutusjärjestelmä. Selvitys Helen Sähköverkko Oy:lle.
- 7 Pelastuslaki 468/2003.
- 8 Räjähdyksy syytti tulipalon Oulun Toppilan lämpövoimalassa. 2009. Verkkodokumentti. Kaleva. <<http://www.kaleva.fi/uutiset/rajahdys-sytytti-tulipalon-oulu-toppilan-lampovoimalassa-nayta-kommentit/812139>> Luettu 4.4.2011.
- 9 Stenberg, Jorma. 2003. Sähkön taitajat, Helsingin energian sähkölaboratorio 90-vuotta 1912-2002. Helsinki: Helsingin Energia.
- 10 Uola Timo, turvallisuusasiantuntija, Helen Sähköverkko Oy. suullinen tiedonanto. 2011.
- 11 Valtioneuvoston päätös otsonikerrosta heikentävistä aineista. 262/1998.
- 12 Yle: Kemin voimalaitospalosta miljoonavahingot. 2007. Verkkodokumentti. YLE. <[http://www.yle.fi/uutiset/kotimaa/2007/04/kemin\\_voimalapalosta\\_miljoonavahingot\\_236060.html?comment\\_form=show](http://www.yle.fi/uutiset/kotimaa/2007/04/kemin_voimalapalosta_miljoonavahingot_236060.html?comment_form=show)> Luettu 4.4.2011.

**Liitteen otsikko**

Liitteen

sisältö



