

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

Juha Sippola

Konesalirakentaminen ja laiteasennukset

Insinööriyö 13.5.2009

Ohjaaja: palvelupäällikkö Sakari Aavikko
Ohjaava opettaja: lehtori Erik Pätynen

Tekijä Otsikko	Juha Sippola Konesalirakentaminen ja laiteasennukset
Sivumäärä Aika	65 sivua 13.5.2009
Koulutusohjelma	tietotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	palvelupäällikkö Sakari Aavikko lehtori Erik Pätynen
<p>Insinööri­työssä käsiteltiin erilaisten teletilojen hierarkiaa, niihin vaadittavia järjestelmiä, konesalirakentamista ja verkkolaitteiden asennusta laitekaappeihin. Tavoitteena oli lähestyä aihetta käytännön esimerkkien kautta, selittää, missä tehdään yleensä asennusvirheitä ja kuinka niitä voidaan välttää. Työssä jouduttiin selvittämään eri viranomaisten lakisäädöksiä ja määräyksiä, joita konesalirakentamisessa täytyy huomioida. Samalla perehdyttiin työturvallisuuden vaatimuksiin ja tuotiin esille konesaleissa havaittuja puutteita.</p> <p>Koska aiheeseen sisältyi hyvin erilaisia laitteita ja järjestelmiä, niihin perehtyminen edellytti useita oman alansa asiantuntijoiden haastatteluja. Työssä havaittiin, että huolellinen tekeminen on ensiarvoisen tärkeää ja sen myötä asennusvirheitä saadaan karsittua. Ohjeistuksella ja oikeilla toimintatavoilla voidaan ehkäistä vaaratilanteita, mutta se edellyttää, että kaikki teletiloissa työskentelevät noudattavat niitä. Työn aikana pohdittiin työvälaineiden merkitystä ja havaittiin, että jos ne eivät ole tarkoituksenmukaiset, niillä saatetaan aiheuttaa vahinkoa asennettaville laitteille tai järjestelmille. Koulutuksen todettiin myös antavan paremmat lähtökohdat asennustöille ja että asiantuntijoiden ja asentajien olisi hyvä tutustua toistensa vastuualueisiin.</p> <p>Insinööri­työssä käsiteltiin myös ulkoistamista, koska monet ydinliiketoiminnan ulkopuolelle jäävät osa-alueet ostetaan tänä päivänä alihankkijoilta. Tämän todettiin aiheuttavan yritykselle säästöjä, mutta myös velvollisuuksia ja vastuuta kohteena olevien palveluiden valvonnassa. Tilannetta pohdittiin eri näkökulmista, muun muassa miten työkaverin irtisanominen vaikuttaa jäljelle jäävän henkilöstön motivaatioon. Varahenkilöjärjestelmän todettiin olevan työnantajan kannalta paras keino varmistaa järjestelmien toimivuus työntekijän ollessa estynyt hoitamaan työtehtäviään.</p>	
Hakusanat	teletila, laitetila, konesali, keskus, jakamo, laitekaappi, asennus, verkkolaite, paloturvallisuus, sammutusjärjestelmä

Author Title	Juha Sippola Datacenter construction and network device installations
Number of Pages Date	65 (total number of pages including appendices) 13 May 2009
Degree Programme	Computer engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Sakari Aavikko, Service Manager Erik Pätynen, Principal Lecturer
<p>This final-year report covers the hierarchy of different types of telecommunication distributions and systems required internally. Datacenter construction and network device installations are essential to master in order to do proper installations according to regulations and laws. The objective of this report was to show where installation mistakes are made and suggest proper corrections for them.</p> <p>Several interviews were needed to cover the knowledge of representing datacenter hardware and systems' operations. During the process of writing this report training was found to be the key factor for successful installations in datacenters. One can prevent unnecessary danger only by obeying given instructions and warrants. Proper tools were found to be essential for safe construction of cabinets and network devices. Telecommunication specialists and handymen should gather knowledge from the work of others in order to respect each other professionally.</p> <p>Outsourcing was thought over in this report because many companies have opted for this alternative in telecommunication business today. It was found to improve profitability but it comes at a price. Outsourcing might give financial benefits but it creates responsibilities as well. The employer should draw up a backup plan for employees in order to maintain a continuum of service level during absence of personnel.</p>	
Keywords	datacenter, distribution, rack, cabinet, installation, network device, fire safety, fire extinction

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

1	Johdanto	6
2	Teletilat	7
2.1	Toimilupa ja auditointi	7
2.2	Teletilan määritelmä	7
2.3	Teletilojen hierarkia	8
2.4	Teletilan sijoitus ja kannattavuus	9
3	Konesali	10
3.1	Ympäröivät tilat ja hajautus	10
3.2	Sähkö	11
3.3	Valaistus	12
3.4	Ilmastointi	13
3.5	Hälytysjärjestelmät	15
3.5.1	Murtohälytin	15
3.5.2	Kulunvalvonta	16
3.5.3	Kameravalvonta	17
3.5.4	Liiketunnistimet	17
3.6	Sammutusjärjestelmät ja paloturvallisuus	18
3.6.1	Sammutuskaasujärjestelmät	18
3.6.2	Nestesammutusjärjestelmät	19
3.6.3	Vaahtosammutusjärjestelmä	20
3.6.4	Vesisumujärjestelmät	20
3.6.5	Savunilmaisimet	21
3.6.6	Savunpoistoluukut	22
3.6.7	Käsisammuttimet ja sammutuspeite	22
4	Asentaminen	24
4.1	Osaamisen merkitys vikatilanteissa	24
4.2	Piileviä ongelmia	26
4.2.1	Sähkön syöttö	26
4.2.2	Jäähdytys	27
4.2.3	Vaaratilanteet	29
4.3	Korjaavien toimenpiteiden kustannuksia	30
4.4	Asentaja vai asiantuntija	31
4.5	Konesalien varustus ja sen kehittäminen	32
4.6	Työkalujen merkitys ja vaatimukset	34

4.7	Verkkolaitteiden asennus laitekaappiin	35
4.7.1	Laitekaapit ja -kehikot	35
4.7.2	Verkkolaitteiden asennus	37
4.8	Verkkolaitteiden ilmoittamat epäkohdat	40
4.8.1	Verkkolaitteiden hälytysjärjestelmät	40
4.8.2	Ympäristön muutokset	41
4.9	Varalaittevarasto	42
4.10	Kaapelointi ja sen asentaminen	43
4.10.1	Kaapelihyllyt ja -kourut	43
4.10.2	Ristikytkeminen	45
4.10.3	Kuitujen kytkeminen	47
5	Ulkoistukset	52
6	Yhteenveto	54
	Lähteet	55
	Liitteet	58
	Liite 1: Konesalin työkalupakki	59
	Liite 2: Konesalien sähkönsyöttö	60
	Liite 3: Laitteiden kytkentä pistorasioihin	61
	Liite 4: K419-konesalin pohjakuva	62
	Liite 5: K419-kiertoilmakoneiden toimintaselostus	63
	Liite 6: K419-kiertoilmakoneiden toimintakaavio	64
	Liite 7: K419-kiertoilmakoneiden valvontakuva	65

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

<i>AC</i>	<i>Alternating Current</i> on siniaaltoa mukaileva vaihtovirta.
<i>ADSL</i>	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i> on epäsymmetrinen laajakaistatekniikka.
<i>ATM</i>	<i>Asynchronous Transfer Mode</i> on yhteydellinen, soluvälitteinen tiedonsiirtotapa.
<i>Cat6</i>	Kategoria on parikaapelin laadukkuutta ja soveltuvuutta eri signalointinopeuksille kuvaava jaottelu.
<i>Com-linja</i>	Valvottu puhelinlinja, jota pitkin välitetään hälytysjärjestelmien tiedot eteenpäin.
<i>Crosstalk</i>	Ylikuuluminen tarkoittaa häiriösignaalin pääsemistä kaapelista toiseen.
<i>DC</i>	<i>Direct Current</i> on yksisuuntainen tasavirta, jota saadaan muun muassa akuista.
<i>DSLAM</i>	<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i> on xDSL-yhteyksien terminointipäätte operaattorin aluejakamossa tai keskuksessa.
<i>Duplex</i>	Lukumääränä 2 kpl, tietoliikenteessä lähettämistä vuorotellen (<i>Half-</i>) tai yhtäaikaan (<i>Full-</i>).
<i>Ethernet</i>	Pakettipohjainen lähiverkkotekniikka, joka skaalautuu erittäin nopeisiin yhteyksiin.
<i>FICIX</i>	<i>Finnish Communication and Internet Exchange</i> Suomen sisäinen tietoliikenteen yhdysliikennepiste.
<i>IP</i>	<i>Internet Protocol</i> -osoite yksilöi jokaisen IP-verkkoon liitettävän laitteen.

<i>IPHSI</i>	IP-pohjainen hälytyksensiirtojärjestelmä, jonka varayhteytenä käytetään mobiiliyhteyttä ja valvottua IP-osoitetta.
<i>Krone-rima</i>	Puhelinparien kiinnitysrima, esimerkiksi LSA-Plus.
<i>Krossi</i>	Puhelinparien ristikytkentä, jossa parit kiinnitetään erilaisiin kiinnitysrimoihin.
<i>KVM</i>	<i>Keyboard, Video, Mouse</i> -kytkimellä voidaan hallita eri palvelimia yhdeltä päätteeltä riippumatta niiden käyttöjärjestelmästä.
<i>Kytkin</i>	L2-verkkolaite, joka välittää paketteja MAC-osoitteiden perusteella (Ethernet).
<i>LVISA</i>	Lämpö-, Vesi-, Ilmastointi-, Sähkö-, Automaatio-sanojen lyhenne.
<i>MAC</i>	<i>Media Access Control</i> on verkkosovittimen yksilöivä tehtaalla annettu osoite (Ethernet).
<i>ODF</i>	<i>Optical-fiber Distribution Frame</i> on erillinen tila kuituristikytkennälle, jossa kuitupaneelit sijoitetaan suojaavien kasettien sisälle.
<i>Palvelin</i>	Tietokone, jolla toteutetaan verkkoon haluttuja palveluja.
<i>PCM</i>	<i>Pulse Code Modulation</i> , jolla analoginen signaali muutetaan digitaaliseksi.
<i>Reititin</i>	L3-verkkolaite, joka välittää IP-paketteja eri verkkojen välillä (Ethernet).
<i>RJ-45</i>	Parikaapelin päihin puristettava liitin, jossa on paikka kahdeksalle johtimelle.
<i>RK</i>	Ristikytkentä on parikaapelien liittämispiste fyysisten yhteyksien rakentamiseksi.

<i>Siirtojärjestelmä</i>	Käytetään suurinopeuksisen dataliikenteen välitykseen pitkillä etäisyyksillä (SDH/WDM).
<i>SLA</i>	<i>Service Level Agreement</i> on operaattorin ja asiakkaan välinen palvelutasosopimus.
<i>SNMP</i>	<i>Simple Network Management Protocol</i> on tietoliikennelaitteiden valvontaan kehitetty protokolla, jolla voidaan kysyä laitteen tilaa.
<i>Unit</i>	Verkkolaitteiden korkeutta kuvaava mittayksikkö on 1,75” eli 44,45 mm.
<i>UPS</i>	<i>Uninterruptible Power Supply</i> on akkuvarmennettu sähkö tai sen syöttö.
<i>UTP</i>	<i>Unshielded Twisted Pair</i> on suojaamaton kahdeksan johtimen parikaapeli.
<i>Velcro</i>	Tarrakiinnitys, jossa kaksi erilaista uudelleenkiinnittyvää pintaa yhdistetään (tuotemerkki).
<i>VV</i>	Varavoima on diesel-generaattorivarmennettu vaihtovirta.

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä on tarkoitus käsitellä konosalirakentamista ja verkkolaitteiden asennusta laitekaappeihin. Työn alussa esitellään telelaitetilojen hierarkiaa ja kerrotaan mihin niitä pyritään sijoittamaan. Seuraavaksi keskitytään tarkemmin konesaleihin ja kerrotaan, millaisia kiinteitä laitteita ja järjestelmiä niihin tänä päivänä vaaditaan. Lopussa keskitytään laitekaappien sijoittamiseen, kalustukseen ja verkkolaitteiden asennukseen. Työssä kerrotaan, mitä virheitä asennuksissa tehdään, kuinka niitä olisi voitu välttää ja arvioidaan korjaavien toimenpiteiden kustannuksia.

Tämä insinööriyö tehdään teleoperaattori Elisa Oyj:lle, joka kuuluu Euroopan 500 suurimman julkisesti noteeratun yhtiön joukkoon. Suomen lisäksi yritys toimii muissa Pohjoismaissa, Baltiassa ja Venäjällä. Sen kansainvälisiä yhteistyökumppaneita ovat Vodafone ja Telenor. Tästä insinööriyöstä halutaan saada kattava selostus teletilojen rakenteesta ja ohjeistus parempaan konosalirakentamiseen. Työssä esitetyt menetelmät pohjautuvat hyväksi havaittuihin toimintatapoihin ja omaan kokemukseeni yli kuuden vuoden ajalta. Tämän selvityksen kirjoittaminen antaa minulle paremmat valmiudet toimia asiantuntijana ja vaikuttaa parempaan asennustapaan konosalirakentamisessa.

[14.]

2 Teletilat

2.1 Toimilupa ja auditointi

Eduskunta on säätänyt viestintämarkkinalain 23.5.2003/393, jossa on annettu teleliiketoimintaa harjoittavia yrityksiä koskevia määräyksiä. Luvussa 13 käsitellään viestintäverkkoa ja -palvelua koskevia yleisiä säädöksiä. Nämä muodostavat pohjan laatuvaatimuksille, jotka myös teletilan on täytettävä. Viestintävirasto tekee säännöllisesti tarkastuksia ja päättää, jatketaanko operaattorin toimilupaa. Vakavat puutteet ja laiminlyönnit voivat johtaa toimiluvan menetykseen.

Teleoperaattorilla on siis velvoite taata luotettavia ja laadukkaita palveluita, korjata häiriöt, noudattaa useita eri turvamääräyksiä ja viestintäsalaisuutta. Velvoitteet asettavat haasteen toiminnalle, ja sen vuoksi operaattorit tekevät toiminnastaan selvityksen tai tilaavat sen kolmannelta osapuolelta. Tätä selvitystä kutsutaan auditoinniksi.

Merkittävillä asiakkailla on myös oikeus vaatia auditointia sen palvelun osalta, jota heille tarjotaan. Siinä esitetään lukuisia kysymyksiä ja kartoitetaan, kuinka operaattori selvittäisi kuvaillun ongelmatilanteen. Auditoinnilla voidaan myös selvittää, vastaako tietty palvelu sille asetettuja laatu- ja turvamääräyksiä. Kaikin puolin moitteettomasta palvelusta voidaan myöntää laatusertifikaatti, jonka jatkaminen tarkistetaan kerran tai pari vuodessa. [15; 17.]

2.2 Teletilan määritelmä

Määrittelisin teletilan kiinteistöksi tai siellä olevaksi huoneeksi, jonka ensisijainen käyttötarkoitus on olla telekaapeloinnin tai tietoliikenteen solmupiste. Lisäksi käyttäisin nimitystä konesali, jos siellä ylläpidetään pääasiassa tietoliikenne- ja palvelinlaitteita. Konesaliksi kutsutaan yleensä teletilaa, jossa on korotettu lattia ja kiinteällä lattialla olevaa tilaa laitetilaksi. Puhelin- ja mobiiliverkon puolella sähkölaitteita sisältäviä teletiloja kutsutaan keskuksiksi ja kaapelointiin keskittyviä jakamoiksi. Teletilan täytyy olla ikkunaton ja ulkopuolisilta suljettu tila. Se voi olla operaattorin tai kolmannen osapuolen omistama, tarkoitukseen tarkoin varustettu ja suunniteltu tila. [2; 8; 15.]

2.3 Teletilojen hierarkia

Teletilojen kalustus riippuu sen käyttötarkoituksesta. Jos kyseessä on puhelinristikytkentä, tilasta saattaa löytyä vain krossikehikot ja niistä puhelinparien kiinnitykseen tarvittavat kronerimat. Tällaisia näkee usein talo- ja ensiöjakamoissa. Aluejakamo on yleensä kellarihuone, josta löytyy edellisen lisäksi verkkolaitteita ja sähkön varmistamiseen tarvittava UPS-järjestelmä. Kuvassa 1 nähdään sen vaatima akusto. Niihin asennetaan usein laajakaistayhteyksien vaatimat DSLAM:t, mutta kerrostaloalueella sellainen saatetaan toimittaa jo yhteiseen talojakamoon. Aluejakamoista löytyy muun muassa PCM-järjestelmiä, ilmastointilaitte, pieni siirtojärjestelmä ja kuituyhteyksiä suurempiin jakamoihin. Aluejakamoista käytetään alalla myös nimitystä keskitin, jota ei pidä sekoittaa tietoliikennelaitteeseen (engl. hub).



Kuva 1. Aluejakamon akusto.

Pääjakamo yhdistää pienemmät aluejakamot ja on kooltaan huomattavasti suurempi teletila. Sieltä löytyy edellisten lisäksi jo melkoinen kirjo erilaisia verkkolaitteita, kuten ATM- ja Ethernet-kytkimiä, reitittimiä, PCM- ja suuria siirtojärjestelmiä. Verkkolaitteet asennetaan laitekaappeihin tai -kehikoihin, eikä niissä ole yleensä ovia. Pääjakamoista löytyy runkoyhteyksiä muihin pääjakamoihin ja konesalien ODF:ään. Ne vastaavat kalustukseltaan pitkälti konesaleja, vaikka ovat rakenteeltaan puhelinteknisiä tiloja. Jakamoissa on kiinteä lattiarakenne, ja sen vuoksi kaapelointi kuljetetaan katossa olevaa ristikkorakennetta pitkin.

Konesaliksi kutsutaan suurehkoa teletilaa, jossa pääasiallisesti ylläpidetään kytkimiä, reitittämiä ja palvelimia. Niissä on tyypillisesti korotettu lattia, järeät ilmastointilaitteet, sähkönsyötöt ja hälytysjärjestelmät. Tietoliikenne- ja sähkökaapelointi asennetaan lattialaatoituksen alle. Sali kalustetaan laitekaapein, joissa on kiinteät seinälevyt ja katto, mutta avattavat etu- ja takaovet. Ne voivat olla joko umpinaisia metalli-, lasi- tai kennomaisia ritiläovia, käyttötarkoituksesta riippuen. Tietoliikennekaappien jäähdytys hoidetaan yleensä puhaltamalla viileää ilmaa lattian alta, kun taas palvelinkäyttöön suunnitelluissa kaapeissa suositetaan vaakasuoraa läpituuletusta. [2; 8; 15.]

2.4 Teletilan sijoitus ja kannattavuus

Yleiskaapelointiohjeissa on selitetty hyvin kerros- ja talojakamoiden sijoituspaikat ja kaapeloinnin maksimietäisyydet. Sama pätee mihin tahansa teletilaan. Laki velvoittaa teleoperaattoria vetämään puhelinjohdon jokaiseen kiinteistöön, vaikka tänä päivänä yhteyden saa toteuttaa myös langattomasti. Tästä puhelinjohdosta käytetään termiä tilaajajohto. Alueella olevien tilaajien määrä huomioidaan jakamoiden tiheyttä ja kapasiteettia suunniteltaessa. Tarkoituksena on rakentaa edellytykset nopeille tietoliikennenyhteyksille, jotka vaativat lyhyttä tilaajajohtoa. Toisaalta lyhyys mahdollistaa myös monipuolisempien palveluiden myynnin ja juuri tämän varaan operaattorit tekevät kannattavuuslaskelmansa. [13; 15.]

Teletila pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle loppukäyttäjää. Jos pääjakamoihin on liian pitkä matka, alueelle rakennetaan yleensä pienempiä, niitä täydentäviä aluejakamoita. Päätökseen vaikuttaa kuitenkin lakisääteiset vaatimukset ja ympäristön rajoitukset. Teletilan tulee olla ikkunaton ja ulkopuolisilta suljettu tila. Tähän soveltuvat taloyhtiöissä tai niiden välittömässä läheisyydessä olevat kellarit. Niitä käytetäänkin usein teleoperaattorin aluejakamoina, josta maksetaan taloyhtiölle vuokraa. Pääkaupunkiseudulla ja muissa suurissa kaupungeissa on myös kolmansien osapuolten rakennuttamia maanalaisia konesaleja. Mikäli sellainen on keskeisellä paikalla, operaattori saattaa vuokrata sen omaan käyttöönsä. Tällaisissa tapauksissa pyritään tekemään mahdollisimman pitkiä sopimuksia, koska hintataso tavallisesti nousee ajan kuluessa. [7; 8; 12.]

3 Konesali

3.1 Ympäröivät tilat ja hajautus

Konesali on yleensä kaikkein parhaiten kalustettu ja suojattu teletila. Suojauksen tasoon vaikuttaa salin käyttötarkoitus ja säilytettävän materiaalin arkaluontoisuus. Sen sisälle voidaan rakentaa pienempiä eristettyjä alueita, joihin pääsevät vain ylläpidon kannalta välttämättömät henkilöt. Salien yhteydessä on myös muita toiminnan kannalta tärkeitä tiloja. Näitä ovat muun muassa operointi- ja varastohuone, sähkökeskus, diesel-konehuone, krossi ja ODF, Optical-fiber Distribution Frame. Niihin sijoitetaan kaikki se, mitä konesalissa tarvitaan, mutta ei ole järkevää rakentaa sen sisälle.

Konesaleissa vaaditaan järjestelmiä ylläpitäviltä laitteilta häiriötöntä toimintaa. Koska sitä ei tietenkään voida taata, ne rakennetaan hajautetusti tai kahdennetaan eri menetelmin. Tehotarpeet lasketaan aina riittävää varmuuskerrointa käyttäen ja suunnittelussa varaudutaan yleensä 20 % suurempaan laajennusvaraun. Laitevalmistajat pyrkivät laskemaan laitteilleen keskimääräisiä vikaantumisaikoja. Tällöin saadaan ennuste, minkä ajan laite todennäköisesti myös kestää. Järjestelmiä testataan ajoittain, jotta kahdennuksen toiminta todetaan myös käytännössä. Koneita huolletaan säännöllisesti ja vanhaa tekniikkaa korvataan uudemmalla. Operaattorit laskevat yleensä toiminnalleen hinnan, mitä maksaa, jos tietty laite tai järjestelmä on poissa tuotannosta. Luvut ovat todella suuria, mutta antavat käsityksen, kuinka vakavasta asiasta on kyse. [2; 5; 6.]

3.2 Sähkö

Konesalien sähkönsyötöstä saa paremman käsityksen, kun ymmärtää eri vaiheet, joiden kautta sähkö tuodaan sisälle saliin. Jokainen käsittelyvaihe rakennetaan eri huoneisiin, jotta tulipalon aiheuttama vahinko pysyisi mahdollisimman pienellä alueella. Sähkölaitokselta tulee tyypillisesti 10 kV:n kaapeli tilaan, jossa on keskijännitekojeisto. Sieltä sähkö johdetaan muuntajille. Konesaliympäristössä käytetään kuivamuuntajia, koska niissä ei tarvita lainkaan öljyä. Jos muuntajia on useampia, ne voidaan sijoittaa eri huoneisiin. Tilaa ympäröivillä seinillä on palonkestovaatimuksena 120 minuuttia.

Muuntajilta sähkö johdetaan sähköpääkeskukseen. Sen rinnalla on diesel-generaattorihuone, jonne asennetaan tavallisesti kaksi tai useampi generaattori. Ne käynnistyvät, kun valtakunnanverkkoon tulee sähkönsyöttöhäiriö. Diesel-öljyä on varastoitu tavallisesti viikoksi, joten sähkönsyöttö ehditään korjata ennen sen loppumista. Sähköpääkeskuksen rinnalla on myös eriytetty huone akuille, jotka varmistavat sähkön saannin heti katkoksen tultua. Niistä haihtuu kemiallisen reaktion aikana haitallisia kaasuja, jotka johdetaan pois ilmastoinnin avulla. Sen toimintaa seurataan jatkuvasti ja vikaantumisesta saadaan välittömästi hälytys valvontaan. Sähköpääkeskuksesta sähkö johdetaan mahdollisiin nousukeskuksiin, ennen kuin se päätyy sisälle konesaliin. Tarkempi erottelu on esitetty liitteessä 2.

Konesalin sisällä olevia sähkönjakelupisteitä kutsutaan ryhmäkeskuksiksi. Yksi on ilmanvaihtoa varten, toinen varmistettua (UPS) ja kolmas varmistamatonta sähköä varten jne. Niistä saadaan ulos tyypillisesti joko 400 V AC-kolmivaihevirtaa tai yhden vaiheen kautta 230 V AC. Saliin rakennetaan myös tasasähkökeskuksia, joista saadaan tyypillisesti ulos 48 V DC tai 12/24 V DC. Tarvittava virta määrää, toteutetaanko syöttö pikasulakkeella vai kahvasulakkeella. Sähkönsyötön periaatekaavio on aina nähtävissä salin seinustalla olevasta kansioista. Siitä on nähtävissä, mikä keskus syöttää mitäkin laiteryhmiä. Pääsääntöisesti laitekaapeissa olevat pistorasiarimat ovat vaihtosähköä ja kukin oman pikasulakkeen takana. Järeissä verkkolaitteissa on yleensä vaihtoehtona joko AC- tai DC-virtalähteet. Teknisesti tasavirta on helpommin toteutettavissa ja sitä saadaan suoraan akuista ilman muunnosvaiheita. [5; 6; Liite 2.]

3.3 Valaistus

Konesalien pinta-ala on yleensä kohtalaisen suuri, joten valaistuskin on mitoitettava sen mukaisesti. Tavallisesti tiloissa käytetään vain loisteputkivalaisimia, koska ne ovat energiataloudellisia ja tarjoavat riittävän valotehon. Suurin kustannus tulee siitä, jos valot jäävät palamaan, vaikka henkilöt poistuvat tilasta. Uudemmissa konesaleissa tähän on varauduttu asettamalla valokatkaisijan yhteyteen ajastin. Se pitää huolen, että valot sammuvat tietyn ajan kuluttua, ellei valokatkaisijaa aktivoida uudelleen. Huonona puolena on tilanne, jossa asentaja kannattelee verkkolaitetta toisella kädellään ja ruuvaa sitä kiinni toisella. Valojen katkeaminen väärällä hetkellä saattaa aiheuttaa vakavan vaaratilanteen laitteelle ja asentajan työturvallisuudelle.

Ajastimella toimivien valokatkaisijoiden sijaan, yksi vaihtoehto olisi kytkeä valaistus yhteen liiketunnistimien kanssa. Tällöin liike nollaisi ajastimen laskurin, eikä edellä kuvailtua tilannetta pääse tapahtumaan – ainakaan yhtä helposti. Toinen kehitystoimenpide olisi automaattinen valaistuksen vähentäminen konesalin osista, joissa sitä ei sillä hetkellä tarvita. Tämäkin edellyttäisi järjestelmän sitomista liike- tai lämpötunnistimiin. Tällaisia järjestelmiä on myynnissä, mutta sen käyttöönotto voi vaatia vanhojen tunnistimien korvaamista ja kaapeloimista uudelleen. Sen vuoksi pitääkin laskea, onko saatu hyöty järkevässä suhteessa kustannuksiin.

Konesaleissa tarvitaan kiinteiden kattovalaisimien lisäksi myös käsivalaisimia. Niistä on hyötyä silloin, kun joudutaan työskentelemään huonosti valaistuissa kohteissa. Tällainen tilanne tulee eteen esimerkiksi kaapelin pujottamisessa korotetun lattian alapuolelle. Usein ei ole muuta vaihtoehtoa, kuin avata laatoitusta pitemmältä matkalta. Lattian avaamisen huonona puolena on aina ilmankierron häiriintyminen. Käsivalaisinta käytännöllisempi vaihtoehto voisi olla otsalamppu. Sillä saadaan valaistus suunnattua juuri oikeaan kohtaan ja molemmat kädet vapaiksi.

3.4 Ilmastointi

Ilmastointi on sähkön ohella konesalin tärkein elementti. Jos toinen niistä vikaantuu tai on puutteellinen, salin toiminta on vakavasti uhattuna. Palvelimien tehot ovat kasvaneet huomasti, fyysisen koon pienentyessä entisestään. Tämä on aiheuttanut kasvavan lämpökuormaongelman, jolle ei näy loppua. Pian ilma ei yksinkertaisesti riitä, vaan on otettava käyttöön järeämmät keinot. Tulevaisuudessa nestejäähdytys tulee näyttelemään merkittävää osaa palvelinfarmien jäähdytyksessä.

Tänä päivänä jäähdytys toteutetaan kuitenkin vielä ilmalla. Teletilat pitää suunnitella siten, ettei niissä ole rakenteellisia esteitä ilman kierrolle. Tällaisia voi syntyä korotetun lattian alapuolelle, mikäli kaapelihyllyjä pinotaan päällekkäin. Vanhoissa konesaleissa näkee tyypillisesti liian matalia korotuksia. Ehdoton minimi on 400 mm, mutta uusissa kohteissa laatoitus rakennetaan jo 600 mm:n korkeuteen. Huonekorkeus asettaa viime kädessä rajoituksen, kuinka korkealle lattia voidaan rakentaa. Ihanteellinen tilanne olisi sellainen, jossa mahtuisi kulkemaan suorana laatoituksen alapuolella ja siellä olisi kiinteästi asennettu valaistus. Lämpökuorman jakautumiseen vaikuttaa myös palvelinten asennustiheys. Sen vuoksi niitä tulisikin sijoittaa tasaisesti ympäri konesalia.

Konesalin jäähdytystä mitoittaessa lähdetään liikkeelle siitä, paljonko jäähdytysteho halutaan neliömetrille. Vanhoissa saleissa riitti vielä 400 W/m^2 , mutta tänä päivänä palvelimien vaatimus on jo 1000 W/m^2 . Jotta tämä voidaan taata, on laskelmissa otettava huomioon myös jäähdytyksen ottama sähköteho. Se saadaan kertomalla jäähdytysteho 1,5:llä.

Konesaleissa käytettävä jäähdytysjärjestelmä rakennetaan vesikiertoisilla kiertoilmakoneilla. Ne ovat edullisempia kuin kompressorijäähdytteiset järjestelmät, eivätkä tarvitse kylmäaineita toimiakseen. Kompressori on myös ylimääräinen vikapiste, joiden lukumäärä halutaan pitää mahdollisimman vähäisenä. Laite koostuu jäähdytyspatterista, puhaltimesta, suodattimesta ja jäähdytysvesiputkista. Vettä jäähdytetään yleensä kiinteistön katolla olevalla jäähdytysyksiköllä. Sen sisällä kiertävä vesi lähtee $+8 \text{ °C}$:na ja palaa takaisin $+12 \text{ °C}$:n lämpöisenä. Koska lämpötila pidetään

näin alhaisena, laitteen toimiessa muodostuu kondenssivettä. Se johdetaan pois kondenssivesipumpulla tai ohjataan lattiakaivoon. Kuvassa 2 nähtävä kiertoilmakone puhalttaa ilmaa noin 5 m³/s ja sen teho on keskimäärin 50 kW. Konesaliin asennetaan näitä kolme tai useampi, joista yksi on varalla. Niitä käytetään vuorotellen ja toimintaa ohjataan sitä varten kehitetyllä hallintaohjelmalla. Liitteissä 5, 6 ja 7 on nähtävissä K419-konesalin kiertoilmakoneiden toimintaselostus ja kuvaruutukaappaus sen hallintajärjestelmästä. [2; 19.]



Kuva 2. Kiertoilmakoneen sisällä. Moottori pyörittää kiilahihnan välityksellä varsinaista puhallinta. Niitä on kaksi laitteen sisällä.

3.5 Hälytysjärjestelmät

3.5.1 Murtohälytin

Murtohälyttimen tehtävä on antaa hälytys, jos tilaan yritetään tai on jo päästy ilman asianmukaista koodia tai tunnistusta. Usein varoittava ääni säikäyttää tunkeutujan ja hän lähtee pois paikalta. Toinen vaihtoehto on antaa hiljainen hälytys, jolloin tekijä voidaan vielä tavoittaa kohteesta. Konesaleissa on käytössä kehävalvonta, jossa henkilön on tunnistauduttava useaan kertaan ennen sisälle pääsyä. Murtohälytin on yleensä muuta kulunvalvontaa täydentävä järjestelmä. Se aktivoituu itsestään haluttuna aikana vuorokaudesta tai kun liiketunnistimet eivät ole havainneet liikettä tietyn ajan kuluessa.

Konesaleissa murtohälyttimen toiminta on hajautettu, ja sen sisällä on vain pieni kuittauspäätte. Laitteen rekisteröimä hälytys on viivästetty, jonka aikana se on vielä kytkettävissä pois toiminnasta. Mikäli johdot katkaistaan ja oikean muotoisen signaalin välitys estyy, tapahtuu hälytys. Signaali lähetetään murtohälytyskeskukseen, jossa sijaitsee varsinainen turvalaitetekniikka. Sieltä hälytys välitetään valvottua com-linjaa pitkin miehitettyyn valvomoon, joka on Elisalla Hälyttämö. Saadusta ilmoituksesta nähdään tarkka sijainti ja se, mikä hälytin kohteessa on sen antanut. Tämän perusteella vartijat lähetetään paikalle tutkimaan hälytyksen syytä ja sitä, onko kohteessa tapahtunut murto. Com-linjat tullaan korvaamaan Elisassa IPHSI-järjestelmällä, joka on IP-pohjainen hälytyksensiirtojärjestelmä.

Murtohälytinjärjestelmä saa sähkönsä varmistetusta UPS-syötöstä. Jos tämäkin katkeaa, laitteet toimivat oman akustonsa varassa ainakin vuorokauden ajan. Murtohälyttimen asentaminen on myös taloudellisesta järkevää. Vakuutusyhtiöt antavat yleensä huomattavan alennuksen maksuista, kun sellainen on asennettu vakuutettavaan kohteeseen. Operaattoreille se on myös pakollista Viestintäviraston määräysten mukaan tärkeiksi ja erittäin tärkeiksi luokitelluissa kohteissa. [3; 12; 18.]

3.5.2 Kulunvalvonta

Kulunvalvonnan tarkoituksena on seurata ihmisten liikkumista ja sallia pääsy johonkin tilaan vain sitä tarvitseville henkilöille. Se perustuu henkilökohtaiseen tunnisteeseen, joka toimii avaimena kyseiseen tilaan. Tämän lisäksi tunnistautumiseen voidaan vaatia vielä biometristä tunnistetta tai PIN-koodia, jolla varmistetaan henkilön olevan juuri se, joka hän uskottelee olevansa. Erillinen koodi voidaan vaatia myös siinä tapauksessa, että henkilö yrittää kulkea ovesta normaalin virka-ajan ulkopuolella. Operaattorin myöntämän kulkuoikeuden edellytyksenä on suppea turvallisuus selvitys. Tapauskohtaisesti päätetään lähetetäänkö henkilön tiedot Suojelupoliisiin (SUPO) tarkistettavaksi.

Kulunvalvontajärjestelmät ovat erittäin käteviä. Niitä voidaan hallita keskitetysti vuorokauden ympäri, eikä mukana tarvitse kantaa kuin yhtä fyysistä tunnistetta. Se saadaan toimimaan kaikkialla, missä on vain sama järjestelmä käytössä. Kulunvalvontaa hyödynnetään myös työajan seurannassa ja ruokailun maksamisessa. Tällöin ei tarvitse kantaa mukana erillisiä maksuvälineitä ja lasku kohdistuu aina oikealle henkilölle. Merkittävin etu on kuitenkin kulkuoikeuksien joustava lisääminen tai poistaminen ja tehty muutos saadaan voimaan heti.

Elisalla käytössä olevia kulunvalvontajärjestelmiä ovat muun muassa Kaba, Timecon ja Esmikko. Ensimmäinen on saksalainen järjestelmä, kun taas kaksi jälkimmäistä ovat suomalaisia. Ne ovat toimintaperiaatteeltaan hyvin samanlaisia, eikä niissä ole merkittäviä järjestelmäeroja. Kulkuoikeuksia päästään muokkaamaan ottamalla etähallintayhteys keskuspalvelimelle, jossa tapahtuu varsinainen oikeuksien tarkistus. Yleensä riittää että käytössä on vain yksi kulunvalvontajärjestelmä. Operaattoreiden kohdalla niitä saattaa olla useampia ja syynä on yleensä yrityskaupat ja kiinteistöihin aiemmin rakennettu järjestelmä. Joskus niitä yhtenäistetään, mutta yleensä se on turhan kallista saatuun hyötyyn nähden. [3; 12; 17; 18.]

3.5.3 Kameravalvonta

Kameravalvonta rakennetaan sellaisiin kohteisiin, joista halutaan taltioida kuvallista informaatiota. Tällaisia ovat esimerkiksi kiinteistöjen edustat, aulat tai jokin toiminnan kannalta tärkeä prosessi. Konesaleissa kamera on aina kuvaamassa oviaukkoa ja usein myös yhtenäisiä kaappirivejä. Kaikki kamerat ovat infrapuna-videokameroita, joilla saadaan täysin selvää kuvaa riippumatta siitä, onko tila valaistu vai pimeä. Kameroiden kuva tallentuu kovalevyille ja se siirretään Elisan Hälyttämöön IP-pohjaista turvaverkkoa pitkin. Joissain kohteissa kameravalvonta on sidottu liiketunnistimiin ja kuvaa näytetään vain, kun kohteessa tapahtuu liikettä. Tällä tavalla säästetään tallennustilaa, mutta tilassa kulloinkin työskentelevät henkilöt saadaan kuvattua. Murtohälytyksen yhteydessä paikalle lähtee aina vartija selvittämään hälytyksen syytä, vaikka kohteen kuvainformaatio on heti käytettävissä. [3; 12; 18.]

3.5.4 Liiketunnistimet

Konesaleissa käytettävät liiketunnistimet ovat jokseenkin samoja, joita myydään myös kuluttajatuotteina. Niiden tehtävä on havaita ympäristössä tapahtuva liike ja synnyttää siitä eri menetelmin sähköimpulssi. Liiketunnistimia on neljää eri tyyppiä. Passiivinen infrapunatunnistin (PIR) on yleisin, ja sitä käytetään pääasiassa konesaleissa. Se tunnistaa infrapunasäteilyn vaihtelut ja reagoi esimerkiksi ihmiskehon lämpöön. Toinen tunnistintyyppi perustuu ultraäänisykäyksiin. Siinä rekisteröidään lähetetyn ja palautuvan sykäyksen ajan muutos. Kolmas tyyppi on mikroaaltotunnistin. Se toimii kuten ultraääni, mutta lähettää sykäyksen mikroaaltoalueella. Tämän etuna on ohuiden materiaalien ja väliseinien läpäisy. Neljäs tyyppi on jokin edellä mainittujen menetelmien yhdistelmä. Tällöin saavutetaan parempi häiriönsieto. Yleisimmät yhdistelmät ovat PIR ja mikroaalto tai kaksi passiivista infrapunailmaisinta samassa laitteessa. [3; 12; 18.]

3.6 Sammutusjärjestelmät ja paloturvallisuus

3.6.1 Sammutuskaasujärjestelmät

Konesalien sammutusjärjestelmänä on perinteisesti käytetty kaasua. Syynä on sen hyvä tunkeutuminen kaikkialle ja vaarattomuus sähkölaitteille. Tunnetuin ja tehokkain sammutuskaasu on haloni, mutta sen käyttö kiellettiin vuoden 2000 jälkeen muutamaa erityiskohdetta lukuun ottamatta. Syynä on sen otsonia tuhoava vaikutus. Haloni ei ole myrkyllinen hengitettynä, mutta sen korkeassa lämpötilassa syntyvät hajoamistuotteet ovat. Kaasun poistuminen keuhkoista kestää tunnin, jonka aikana ei saa tupakoida. Halonin sammuttava vaikutus perustuu siihen, että se katkaisee palamisen edellyttämän ketjureaktion. Ilmastointi on aina pysäytettävä, kun sammutuskaasu laukaistaan. Haloni säilötään nesteytettynä kuvassa 3 näkyviin paineastioihin, joihin merkitty numero kertoo sen koostumuksen. Yleisimmät halonityypit ovat 1211, 1301 ja 2402.



Kuva 3. Halonipullot ja niiden takana kaavio laukaisuputkistosta.

Halonisammutuksen laukeaminen edellyttää, että molemmat sen ilmaisinsilmukoista rekisteröivät savua. Tällöin laukaisukeskus välittää tiedon paloilmoittimelle ja avaa yhden paineastian venttiilin. Ulos purkautuva haloni avaa muidenkin pullojen venttiilit, jolloin aine siirtyy putkistoon ja purkautuu siinä olevien suuttimien kautta ulos. Halonille on kehitetty korvaavia sammutuskaasuja, jotka eivät tuhoa otsonia. Parhaimmat niistä ovat lähes yhtä hyviä, mutta ne ovat kalliimpia ja niitä tarvitaan suurempi pitoisuus. Tällaisia kaasuja ovat muun muassa Novec, Argon, Inergen ja Argonite. Osa sammutuskaasuista on ihmiselle vaarallisia, mutta miehittämättömissä kohteissa ne ovat varsin käyttökelpoisia. [1; 11.]

3.6.2 Nestesammutusjärjestelmät

Sammutusnesteinä käytetään useimmiten puhdasta vettä tai veden ja lisäaineen yhdistelmää. Lisäaineen tarkoitus on alentaa pintajännitystä ja edesauttaa veden tunkeutumista pieniin huokosiin. Se säilötään erillään sammutusvedestä, mutta lisätään siihen ruiskutuksen yhteydessä. Tärkeä veden sammutusominaisuus on sen kyky sitoa suuri määrä lämpöä. Se laajenee hurjasti höyrystyessään ja pienentää palotilan happipitoisuutta. Mitä pienempinä vesipisarot saadaan levitettyä, sitä tehokkaammin palo sammuu. Tätä ominaisuutta hyödynnetään sprinklerisammutuksessa ja vesisumuissa. Sprinklerisammutus on hyvin edullinen järjestelmä. Se koostuu vesilähteestä, putkistosta, suuttimista ja hälytyslaitteista. Tämän lisäksi tilaan on syytä asentaa myös vesivahinkojen estojärjestelmä. Suuttimen tyyppi määrää, millaisen hajotuskuvion sprinkleri muodostaa. Niitä valmistetaan 10:n, 15:n ja 20 mm:n nimelliskokoisina.

Konesaleissa on yleensä näytteenottojärjestelmiä, joiden tarkoitus on täydentää siellä olevia savunilmaisimia. Ne ovat paljon herkempiä ja antavat eri tasoisia varoituksia palon etenemisestä. Niitä hyödynnetään myös sprinklerisammutuksessa. Ensin annetaan savuvaroitusta. Tällöin kohteeseen lähdetään tutkimaan sen syytä. Kun savua muodostuu enemmän, laite antaa palovaroituksen. Tällöin sprinklerikeskus laskee veden putkistoon. Kun tilan lämpötila alkaa nousta, se välittää ilmoituksen hätäkeskukselle. Lämpötilan noustua 68 °C:een sprinklerin venttiili aukeaa ja veden suihkutusta alkaa. [1; 11.]

3.6.3 Vaahtosammutusjärjestelmä

Vaahtoa voidaan käyttää sprinklerisammutuksen tehostamiseen. Sen tyypillinen käyttökohte on nestepalo, jossa tasaisesti levittyvä kalvo estää palavien höyryjen muodostumisen. Kevytvaahtoa käytetään sekä kohde-, että tilasuojaukseen.

Kohdesuojauksessa vaahto johdetaan palavan kohteen yläpuolelle, jolloin se alkaa valua kauttaaltaan sen ympärille. Tilasuojauksessa vaahtoa levitetään tasaisesti koko alueelle, kunnes sitä on muodostunut metrin korkuinen kerros. Vaahtosammutus perustuu palon tukahduttamiseen. [1; 11.]

3.6.4 Vesisumujärjestelmät

Vesisumussa hyödynnetään tehokkaasti kaikkia veden sammutusominaisuuksia. Se höyrystyy nopeasti, sitoo tehokkaasti säteilylämpöä ja tunkeutuu pieniin aukkoihin pienentäen happipitoisuutta. Tarvittava vesimäärä on pieni, joten sitä käytetään laiva, lento- ja kuljetusalalla. Vesisumujärjestelmät jaetaan isku- tai törmäyssuuttimiin, korkeapainesuuttimiin ja paineilmasuuttimiin. Törmäyssuuttimissa (<10 bar) vesi osuu suurella nopeudella kuristuksen edessä olevaan esteeseen, joka hajottaa vesisuihkun pieniksi pisaroiksi. Tällä tavalla tuotettu sumu ei ole erityisen hienojakoista.

Korkeapainesuuttimissa (<35 bar) vesi johdetaan suurella paineella yhden tai useamman kuristimen läpi, jotka saavat veden hajoamaan hyvin pieniksi pisaroiksi. Sumu vetää mukaansa myös ilmaa, joka levittää sitä tehokkaasti. Toisaalta se saattaa jopa edistää hieman kohteen palamista. Kolmas tyyppi on paineilmasuutin. Siinä paineistettu ilma, tyyppi tai muu kaasu sekoitetaan veteen, joka hajottaa sen hienoksi sumuksi.

Vesisumujärjestelmät ovat teknisesti erittäin tehokkaita sammutusjärjestelmiä, mutta niiden rakentaminen tulee huomattavasti kalliimmaksi kuin tavallinen sprinklerijärjestelmä. [1; 11.]

3.6.5 Savunilmaisimet

Savunilmaisimien on tarkoitus antaa hälytys mahdollisimman aikaisessa vaiheessa alkavasta palosta. Yleensä siihen kytketty sammutusjärjestelmä käynnistyy vasta, kun kaksi eri ilmaisinta rekisteröi palon. Tällä pyritään vähentämään virheellisiä hälytyksiä ja tarpeettomia aineellisia vahinkoja. Vanhemmat savunilmaisimet antavat hälytyksen vain yhdellä tunnistusmenetelmällä, kun taas uusissa sovelletaan useita eri menetelmiä tai elektroniikkaa.

Maksimaalilämpöilmaisimissa annetaan hälytys, kun tietty kynnyksiarvo ylitetään. Vanhoissa katkojärjestelmän ilmaisimissa käytettiin sulavaa osaa, joka katkaisi johtimen. Uudemmissa sulkujärjestelmän ilmaisimissa on kupera metalliosa, joka kytkee silmukan lämmön noustessa kynnyksiarvoonsa. Toinen ilmaisintyyppi on differentiaali-ilmaisimien. Se reagoi lämpötilan muutokseen ja antaa hälytyksen, jos tilan lämpötila on muuttunut riittävästi. Pisteilmaisimien rinnalle on tullut myös linjailmaisimia, jotka soveltuvat erityisen hyvin kapeisiin käytäviin ja kuljettimiin. Niiden toiminta perustuu savun vaimenemiseen lähettimen ja vastaanottimen välillä. Liekki-ilmaisimet mittaavat liekistä lähtevää infrapuna- tai ultraviolettisäteilyä. Ne soveltuvat kohteisiin, joissa palo syttyy herkästi leimahtaen. Laser-ilmaisimia käytetään lähinnä näytteenottojärjestelmissä ja ne luokitellaan erittäin herkiksi ilmaisimiksi. Savunilmaisimien älykkyyttä on parannettu mikroprosessoreilla, johon on tallennettu erilaisia palonkehittymismalleja. Ne pystyvät tunnistamaan aidon tulipalon useimmista häiriöistä, kuten tupakan savusta, hitsauskäryistä tai pakokaasuista.



Kuva 4. Lattialaatan alapuolella oleva ilmaisinputki.

Konesaleissa käytetään optisia tai ioni-ilmaisimia. Niissä savun tunnistus perustuu valon vaimenemiseen tai siroamiseen. Pisteilmaisimien lisäksi konesaleissa on usein erillinen näytteenottojärjestelmä. Sen tarkoitus on tehostaa savun tunnistusta ja taata riittävä herkkyys. Näytteenottojärjestelmä antaa eritasoisia hälytyksiä ja mahdollistaa paikalla olevan henkilöstön sammutustoimet ennen varsinaisen sammutusjärjestelmän laukeamista. Järjestelmä koostuu keskusyksiköstä, imurista ja kuvassa 4 näkyvistä PVC-putkista, jotka kiertävät ympäri valvottavaa tilaa. Putkiin on tehty pieniä reikiä tietyn etäisyyden välein, joiden kautta imetään ilmaa tunnistimelle. Näytteenottoputkia tulee sijoittaa ainakin salin kattoon ja kiertoilmakoneiden imuaukkojen läheisyyteen. Näytteenottojärjestelmiä voidaan käyttää tilasuojaukseen ja kohdesuojaukseen.

[1; 11.]

3.6.6 Savunpoistoluukut

Ihminen voi menehtyä tulipalossa liekkeihin tai joutuessaan hengittämään myrkyllisiä palamiskaasuja. Savunpoistoluukkujen tehtävä on päästää myrkylliset kaasut pois ja ehkäistä jälkivahinkojen syntymistä. Niiden avulla muodostetaan savuttomia alueita poistumisteiden varrelle ja helpotetaan sammutus- ja pelastustöitä. Savun poistumisen edellytyksenä on tuuletuskanavien avaaminen, jotta tilalle saadaan virtaamaan korvausilmaa. Savunpoistoluukut voidaan avata koneellisesti tai käsin, jolloin puhutaan painovoimaisesta savun poistosta. Sitä voidaan käyttää monikerroksisen rakennuksen ylimmässä kerroksessa ja porraskäytävissä. Muissa kerroksissa on käytettävä koneellista savunpoistoa. [1; 12; 20.]

3.6.7 Käsiammuttimet ja sammutuspeite

Käsiammuttimella tarkoitetaan ihmisen siirrettävää paineistettua säiliötä, jolla kyetään sammuttamaan pieni palonalku. Se luokitellaan painelaitteeksi ja sen käytöstä, sammutusominaisuuksista ja merkinnöistä on annettu tarkat määräykset sisäasiainministeriön asetuksessa (790/2001). Kiinteistön haltijan on toimitettava ne huoltoon vuoden välein, mikäli säilytyspaikka joutuu alttiiksi kosteudelle, värinälle tai

lämpötilojen vaihtelulle. Muussa tapauksessa huoltoväliksi riittää kaksi vuotta. Suomessa Turvatekniikan Keskus valvoo, että markkinoilla olevat käsisammuttimet ovat turvallisia ja CE-määräysten mukaisia.

Käsisammuttimet jaetaan niiden sisältämän sammutusaineen perusteella kolmeen pääluokkaan. Jauhesammutin on niistä yleisin ja se soveltuu kiinteiden, nestemäisten ja kaasumaisten aineiden sammutukseen. Nestesammuttimia käytetään kiinteiden ja nestemäisten aineiden sammutukseen, kun taas hiilidioksidisammuttimia nesteiden ja sähköpalojen sammutukseen. Konesaliympäristöissä käytetään pääasiassa hiilidioksidisammuttimia. Niiden tehokas sammutusetäisyys on vain metri, joten suutin on vietävä hyvin lähelle palavaa kohdetta. Kuvassa 5 nähdään erilaisia käsisammuttimia.

Sammutuspeite on palamattomasta materiaalista valmistettu kangas, jolla on tarkoitus tukahduttaa alkanut palo. Se levitetään nopeasti sammutettavan kohteen ympärille ja estetään samalla palon leviäminen ympäristöön. Sammutuspeitteen on syytä olla riittävän iso ja sen käyttöä on syytä harjoitella. Sillä voidaan sammuttaa palamaan syttynyt televisio, rasvapalo tai ihmisen päällä oleva vaatekappale. [11; 21; 22.]



Kuva 5. Käsisammuttimet. Jauhe-, neste- ja CO₂-sammutin

4 Asentaminen

4.1 Osaamisen merkitys vikatilanteissa

Tietoliikennelaitteisiin voi tulla fyysisiä vikoja täysin odottamatta. Aina niihin ei voida etukäteen varautua ja silloin on tultava toimeen niillä tiedoilla, taidoilla ja kalustuksella mitä on käytettävissä. Tällöin osaamisen merkitys korostuu, koska palvelun saaminen kuntoon riippuu juuri oikeista toimenpiteistä. Jos vikaa selvittämään lähtenyt henkilö ei ymmärrä kuin oman kapean vastuualueensa, kohteeseen on lähetettävä mahdollisesti useampi henkilö. Mitä enemmän on henkilöitä korjaamassa vikaa, sitä vaikeampi on pitää lankoja käsissä ja saada se korjattua nopeasti. Avain onneen on monipuolisuus ja siihen henkilöstöä on pyrittävä kouluttamaan.

Miten vikatilanteita sitten syntyy? Harmillisen usein ne ovat seurausta pitkään jatkuneesta välinpitämättömyydestä. Kun vika huomataan, sille ei tehdä mitään. Vedotaan, ettei sen korjaaminen ole omalla vastuulla. Ehkä ongelmien raportointi ja vastuun ottaminen olisi syytäkin palkita? Tärkeintä tuntuu olevan syyllisten etsiminen ja sormella osoittelu. Tehdyistä virheistä keskustelu tiimin sisällä on järkevää, koska sillä voidaan ohjeistaa muuta henkilöstöä toimimaan oikein. Asioita on ikävä oppia kantapään kautta, mutta pääasia että niistä opitaan.

Tänä päivänä työn tekee kuitenkin vielä ihminen ja perinteisin syy puolihuolimattomaan työskentelyyn on kiire. Työntekijän on oltava tehokas, asiantuntija omalla alueellaan ja ennen kaikkea nopea. Työsuoritukseen ei saa kulua liikaa aikaa tai henkilö leimataan helposti laiskaksi. Toisilla syynä voi olla tietotaidon puute, mutta kun koulutuksiinkaan ei yrityksillä ole riittävästi rahaa. Paljon jää siis itseopiskelun varaan ja sitä on syytä harrastaa. Työnantaja voi myös omalla toiminnallaan parantaa työtehtävien sujuvuutta. Riittävän ohjeistuksen tarjoaminen ja työtehtäviin perehdyttäminen on ensiarvoisen tärkeää. Koska jos henkilö opetetaan heti tekemään työt tehokkaasti, kuinka hän oppisi tekemään ne myös huolellisesti? Suosittelisin tässä siis käänteistä järjestystä.

Tietoa olisi syytä myös hajauttaa. Jos kaikki tieto on muutamalla avainhenkilöllä, mitä tehdään, kun heitä ei saada paikalle? Yksi ratkaisu olisi varahenkilöjärjestelmän luominen, jossa työkaverit voivat kantaa vastuun samoista työtehtävistä. Tällöin ensisijainen tuuraaja on aina lähellä. Tasapuolisuutta on kuitenkin syytä noudattaa, koska silloin työympäristö pysyy viihtyisänä ja yhteishenki parempana.

4.2 Piileviä ongelmia

4.2.1 Sähkön syöttö

Laitekaapeissa olevat sähkörimat ovat kiinni korotetun lattian alla olevissa pistorasioissa. Yleensä niitä on asennettu kaappiin kaksi tai useampi ja jokaiselle tulee syöttö oman sulakkeen takaa. Kun sähkörimasta loppuu vapaat paikat, uusi rima ketjutetaan usein vanhasta. Näin ei kuitenkaan tulisi tehdä. Syynä on kolmivaihevirta ja yhden vaiheen epätasainen kuormitus. Sähkötermeillä puhuttaessa tästä käytetään nimitystä vinokuorma. Tänä päivänä verkkolaitteiden tehotarpeet ovat kasvaneet huomasti. Pistorasialle on mitoitettu tehonkestoa joko 3 kW tai 16 A. Jos sähkörimaketjun kuormitus kasvaa liikaa, sulake palaa ja laitteet tippuvat verkosta. Tämän ehkäisemiseksi ketjutukset pitäisi purkaa ja varmistaa, että kahden virtalähteen laitteille sähkö tulee eri sulakkeiden takaa. [Liite 3.]

Toinen ongelma voi muodostua, kun sähkönsyöttöön tulee häiriö. UPS-varmennettu sähkö jatkaa yleensä toimintaansa, mutta mitä jos vika onkin UPS-järjestelmässä? Tähän on parhaana ratkaisuna järjestelmän kahdennus. Vanhoissa konesaleissa järjestelmiä ei ole usein tilan puutteen vuoksi mahdollista kahdentaa. Kustannukset voivat myös nousta liian korkeiksi. Tällöin toiseksi paras vaihtoehto on tuoda laitekaappeihin UPS ja sen ohittavaa generaattorivarmennettua sähköä. Tästä käytetään nimitystä varavoima. Tällöin yhden virtalähteen laitteet kytketään UPS-sähköön ja kahden virtalähteen laitteet UPS ja sen ohittavaan varavoimaan.

Konesaleissa on mahdollista tuoda laitteille joko vaihtovirtaa (AC) tai tasavirtaa (DC). Mikäli laitevalmistajan tuotevalikoimasta löytyy DC-virtalähteitä, kannattaa ne ilman muuta valita. Ne ovat jonkin verran kalliimpia, mutta ovat hintansa arvoisia. Viiden vuoden aikana Elisan vastuulla olevissa konesaleissa ei ole ollut ongelmia tasavirran kanssa. Samaan ajanjaksoon mahtuu muutama suurempi vaihtovirran syöttöhäiriö. Teknisesti DC on helpompi toteuttaa, koska sitä saadaan suoraan akuista. AC-sähköä saadaan ajamalla tasavirta invertterin läpi. [5; 6; Liite 2.]

4.2.2 Jäähdytys

Ilmastoinnin riittävyteen ei yleensä kiinnitetä huomiota, ennen kuin verkkolaitteet tai niitä valvovat järjestelmät antavat varoituksen. Ongelma saatetaan ratkaista vain avaamalla laitekaapin ovi. Seuraavalla viikolla siivooja tai joku muu asennusta tekevä henkilö sulkee sen, koska ovenssa ei ole varoittavaa tarraa. Tällaista lyhytnäköisyyttä tulee konesaleissa vastaan usein, ja sen vuoksi on laadittava parempia toimintaohjeita. Itse suosittelisin väliaikaisena ratkaisuna oven irrottamista, koska tilalle täytyy joka tapauksessa vaihtaa verkko-ovi. Tapauksesta on syytä raportoida heti eteenpäin, jotta uuden oven tilaus saadaan tehtyä.

Jäähdytykseen voi vaikuttaa myös suurentamalla laitekaapin pohjassa olevaa tuuletusaukkoa. Hyvä asennustapa olisi laittaa kaapin alle sellainen laatta, jossa on jo valmiiksi riittävän suuri tuuletusaukko. Sen kokoa on helppo pienentää, mutta hankala sahata suuremmaksi verkkolaitteiden ollessa tiellä. Lisäksi sahanpuru ja laatan pohjasta irtoavat metallisirut voivat kulkeutua laitteiden imuaukoista sisään ja aiheuttaa vahinkoa. Ilmankiertoa voidaan tehostaa myös vaihtamalla kaapin katto tuulettimilla varustettuun malliin. Niissä on kaksi tai useampi, yleensä 120 mm:n tuuletinta, jotka toimivat suoraan vaihtovirralla. Tuulettimia ohjaa yhteinen termostaatti, jolla voidaan säätää haluttu käynnistyslämpötila. Jäähdytystä voidaan tehostaa johtamalla lämmennyt ilma laitekaapin katolla olevaa tuuletuskanavaa pitkin alas lasketun katon yläpuolelle. Tällöin lattian alta puhallettava viileä ilma ja kaapin poistoilma saadaan pidettyä erillään toisistaan.

Kaikkein ratkaisevinta jäähdytyksessä on mitoittaa se oikein ja valita sellainen ratkaisu, joka soveltuu käyttötarkoitukseen parhaiten. Laittevalmistajat ilmoittavat tuotteelleen maksimi- ja minimilämpötilan, sekä ihanteellisen toimintalämpötilan. Nämä pitää huomioida asennuksen suunnittelussa. Ilmajäähdytys on vielä varsin tehokas, mutta haastavimpiin olosuhteisiin on tarjolla vieläkin järeämpiä vaihtoehtoja. Kompressori- tai vesijäähdytetty laitekaappi mahdollistaa hyvin tiiviin laiteasennuksen. Niihin voidaan asentaa erittäin paljon lämpöä tuottavia palvelimia. Tällainen kaappi voi olla perinteistä leveämpi, jos jäähdytyskoneisto on rakennettu niiden kylkeen. Ne ovat kalliita, mutta

eivät riippuvaisia muista ulkoisista jäähdytysjärjestelmistä. Kuvassa 6 näkyvää kompressorijäähdytystä voidaan soveltaa myös konesaleihin toimitettavissa kassakaapeissa tai muissa ulkoista paloturvallisuutta vaativissa kohteissa. [2; 10; 25.]



Kuva 6. Kompressorijäähdytetty kassakaappi.

4.2.3 Vaaratilanteet

Vaaratilanteita tulee konesaleissa eteen aina silloin tällöin. Tärkeintä on välittömän hengenvaaran estäminen ja siitä tiedottaminen. Ei pidä kuitenkaan ryhtyä toimenpiteeseen, johon ei ole saanut koulutusta. Hätätilanteissa tai kiireessä ihminen ei usein ajattele järkevästi. Hän saattaa unohtaa turvamääräykset tai joutua paniikkiin. Sen vuoksi etukäteen laadittu ohjeistus on ensiarvoisen tärkeää. Konesaleissa on työturvallisuusmääräysten mukaisesti ensiapukaappi. Harmillisen usein sieltä ei kuitenkaan löydy laastaria verta vuotavaan haavaan tai mitään sellaisen puhdistamiseen. Tilanne olisi korjattavissa säännöllisten tarkastuskäyntien yhteydessä tehtävällä varaston täydentämisellä.

Vaaratilanteita aiheutuu hyvin arkisista asioista. Lattian poikki vedettyyn asennuskaapeliin kompastutaan tai sähköjohdon eristesuoja murtuu laitekaapin oven välissä. Pahaa jälkeä tulee myös huolimattomasti paikalleen laitetusta laatasta, joka pettää jalan alta. Vaaratilanteita aiheuttavat myös väärät työkalut, joita käytetään kun ei muutakaan ole tarjolla. Miltä kuulostaa sähköasennukset eristämättömillä työkaluilla? Ihmisten pitäisi ymmärtää myös eri järjestelmien toimintaperiaatteet, jotta he osaisivat suhtautua niihin riittävällä vakavuudella. Kaikki tietävät sähköiskun olevan vaarallinen, mutta monelleko tulee mieleen valokaari ja sen aiheuttamat palovammat. Kaikkea voi sattua, mutta huolimattomuudesta aiheutuneet vaaratilanteet ovat täysin turhia.

Huoltokatkoissa vaihdetaan isoja verkkolaitteita uudempiin. Pyörillä kaikki liikkuu helpommin, joten pumppukärry tai rullakko on hyvä apuväline. Miten tulisi menetellä, kun vastaan tulee korkea kynnyks tai konesaliin johtava luiska? Moni lähtee yrittämään esteen ylitystä yksin. Kuorman paino saattaa olla niin suuri, ettei yksi ihminen jaksakaan sitä kantatella. Tällöin se voi kaatua asentajan päälle. Sen vuoksi on hyvä muistaa, että pyörillä liikuteltavaa kuormaa on turvallisempaa vetää ylämäkeen, mutta työntää alamäkeen. Esteiden ylitystä ei myöskään pidä tehdä vauhdilla. Jos kuorman painopiste on korkealla, se kaatuu helposti pienenkin törmäyksen johdosta. Tämän vuoksi asennustöitä olisikin hyvä olla tekemässä aina kaksi henkilöä. Tilojen suunnittelussa pitäisi minimoida kynnykset ja muut kulkemista haittaavat esteet. [1; 10; 16.]

4.3 Korjaavien toimenpiteiden kustannuksia

Niin kauan kuin jokin järjestelmä on poissa käytöstä, se saattaa estää yllättävän monen henkilön työnteon. Vikaa ei välttämättä paikallisteta heti tai korjaajaa saada paikalle, kuin vasta parin tunnin kuluttua. Hänellä ei ole mukanaan oikeita varaosia ja ne pitää toimittaa kohteeseen kuriirilla. Ruuhka-aikana tavaran perille meno viivästyy, vaikka viallisen osan vaihtaminen kestäisikin vain muutaman minuutin. Mitä tällainen tulee maksamaan yritykselle? Aika paljon, jos menetys lasketaan tunteina kunkin työntekijän lukumäärän mukaan.

Tilannetta voidaan parantaa ohjeistuksella, suunnittelulla ja logistisin järjestelyin, mutta monesti järjestelmän kahdennus olisi estänyt käyttäjille näkyvän katkon. Vaikka jokin järjestelmä kahdennetaan, sen toimivuus valitettavan usein testataan vasta vikatilanteessa. Käyttöön otolla on liian kiire, eikä soveltuvuutta päästä testaamaan tuotantoympäristössä. Kun kahdennusta aletaan rakentaa jälkikäteen, ongelmaksi voi tulla asennustilan tai infrastruktuurin puute. Tällöin päädytään väliaikaisratkaisuun, josta tulee pysyvä. Sitä ei aina dokumentoida kunnolla, ja kun vika seuraavaksi ilmaantuu, kukaan ei oikein tiedä, miten järjestelmän pitäisi toimia. Tämä on hyvin tyypillinen tilanne tänä päivänä.

Kun verkkoon rakennetaan monimutkaisia ratkaisuja, niiden mukana myös vikapisteiden määrä lisääntyy. Kustannustehokkuutta haetaan käyttämällä tarviketuotteita, joiden vikaantumisaikat saattavat olla huomattavasti lyhyempiä, kuin laitetoimittajan omat tuotteet. Joskus tulee väistämättä mieleen, tehdäänkö säästö oikeassa paikassa. Tilanteen ratkaisee yleensä käytettävissä oleva raha, joten komponenttien laadusta tingitään. Säästöjä mietittäessä pitäisi kuitenkin muistaa tekniset rajoitukset, eikä rakentaa tahallaan pullonkauloja verkkoon. Verkkolaitteet oireilevat usein ennen lopullista hajoamista. Jos tämä oireilu huomataan ajoissa, vikaantuvat komponentit voidaan vaihtaa ajoissa, ilman merkittävää katkoa. Tämä on varmasti parempi vaihtoehto operaattorillekin, koska korjaustoimenpiteet voidaan tehdä halvempaan ajankohtana.

4.4 Asentaja vai asiantuntija

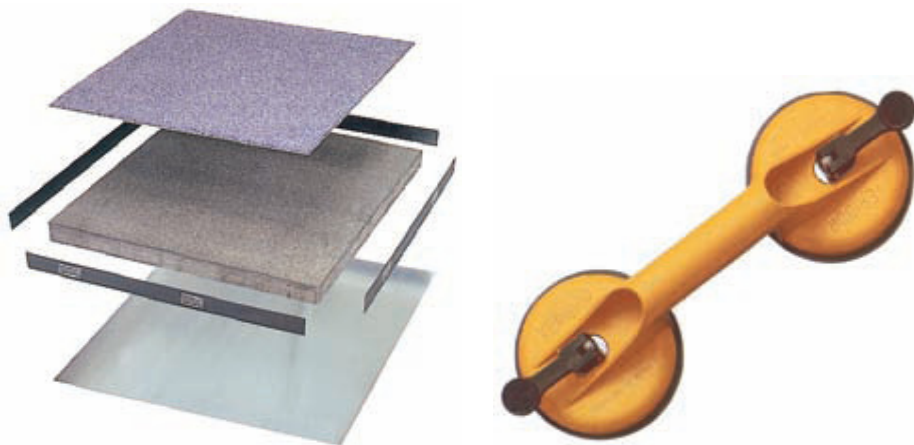
Perinteisesti asentaja on henkilö, jolla on hyvät tiedot laitteiden asentamisesta ja kaapeloinnista teletilaan. Asiantuntija puolestaan tuntee verkkolaitteen toimintaperiaatteen ja on keskittynyt operoimaan sitä. Onko oikea ratkaisu sitten sallia konesalirakentaminen vain asentajille? Ei, koska aina voi tulla eteen vikatilanne, eikä asentajaa saada riittävän nopeasti paikalle. Olen kuullut sanottavan, että asentaja tekee työtä käskettyä, mutta asiantuntija miettii työnsä seurauksia. Uskon, että myös asentaja miettii työnsä seurauksia, mutta asiantuntija ei huomaa sitä istuessaan toimistolla! Ennakkoluuloja korjaisi tilanne, jossa asentaja myös operoisi verkkolaitetta ja asiantuntija olisi mukana tekemässä laiteasennuksia. Tällöin säilyisi molemminpuolinen kunnioitus toisen työtä kohtaan ja tietojen vaihtaminen olisi sujuvampaa.

Esimerkkinä tästä olin asiantuntijan roolissa miettimässä konesaliin rakennettavaa tietoliikenneyhteyttä. Mukana oli alihankkija, joka myös asentaisi tarvittavan kaapeloinnin. Pian kävi ilmi, että puhuimme samoista asioista hieman eri termeillä. Tämän huomattuani otin asian esille ja pienen keskustelun jälkeen ymmärsimme hyvin toisiamme.

Monesti alalla tulee eteen vastaavia tilanteita, joissa eri laitetoimittajat käyttävät samoista asioista hieman erilaisia termejä. Viankorjauksessa on hyvä, että molemmat tietävät, miltä jokin tietty linjakortti näyttää, jotta ongelmatilanteissa ratkaisu voidaan löytää puhelimitse. Asiantuntijan on myös hyvä päästä tutustumaan erilaisiin teletiloihin, jotta hän ymmärtää kentällä vastaan tulevia ongelmia paremmin. Minä olin puhelinasentajan mukana tutustumassa laajakaistaliittymien asennukseen eri kiinteistöjen talojakamoissa. Huomasin hänen testaavan DSLAM:lta tulevaa yhteyttä jokaisen puhelinparin kytkennän jälkeen ja viimeisen kerran vielä asiakkaan kotona. Samaa huolellisuutta olisi miellyttävää nähdä myös asiantuntijoilta konesaliympäristöön tehtävissä asennustöissä. [8; 9.]

4.5 Konesalien varustus ja sen kehittäminen

Konesaleihin hankittava varustus vaihtelee salin käyttötarkoituksen mukaan. Jos katossa on kaapelihyllyjä tai asennusristikko, tilasta on syytä löytyä myös A-tikkaat. Kuvassa 7 näkyvä korotetun lattian laatta on rakenteeltaan pinnoitettua lastulevyä, jonka alapuoli on vuorattu peltilevyllä. Ulkomitoiltaan se on tyypillisesti 600 x 600 x 38,5 mm ja painoa sillä on 11,5 kg. Tällainen laatta tekee pahaa jälkeä tipahtaessaan varpaille, joten sen nostamiseen on syytä hankkia kahdella imukupilla varustettu työkalu. Reikälaattaa ei voi imukupilla nostaa, joten vaihtoehto on nostaa sen viereinen laatta tai yrittää kammata sitä ylös ruuvimeisselillä. Tätä tarkoitusta varten on olemassa erillinen nostolaite, mutta minä en ole sellaista konesaleissa nähnyt. [24.]



Kuva 7. Asennuslattialaatta ja sen nostamiseen tarvittava työkalu.

Isompien konesalien seinällä voi olla jonkinlainen työkalukehikko, jossa on kaapelikoukkuja ja jokunen ruuvirasia salin tarpeita varten. Työkaluja saattaa olla yksi risti- ja talttapää, jonkinlaiset pihdit ja ehkä sivuleikkurit. Kun ajatellaan, että konesaliin pitäisi asentaa eri valmistajien laitekaappeja, niihin hyllyjä, sähkörimoja, verkkolaitteita ja kaapeliohjureita, nykyinen työkalumäärä ei yksinkertaisesti riitä. Olen törmännyt konesaleissa jatkuvasti sopivien työkalujen puuttumiseen ja hankkinut niitä itselleni huoltokatkoja varten. Vaikka asennustoiminta onkin ulkoistettu, Elisalla tarvitaan

henkilöitä, jotka ohjeistavat alihankkijoita tekemään asennuksia halutulla tavalla. Kaikkia asennustöitä ei kannata tilata talon ulkopuolelta, varsinkaan jos toimenpiteeseen sisältyy riskejä, joita ei voida etukäteen ennakoida. Tämän vuoksi myös asiantuntijalla on hyvä olla työkaluja saatavilla. Olen esittänyt liitteessä 1 konesalirakentamisessa tarvittavia työkaluja.

Konesaleissa tarvitaan työkalujen lisäksi pyörillä liikuteltavia konsolipäätteitä, kuvassa 8 näkyviä kiinteitä operointipäätteitä, KVM-järjestelmiä, ja verkkolaitteiden varaosia. Keskitetyssä varastossa on hyvä säilyttää suurimmat tarvikkeet, mutta kriittisten järjestelmien läheisyyteen on syytä sijoittaa jokunen virtalähde ja moduli. Korotetun lattian alle on joskus hankala pujottaa kaapeleita, eikä ilman kierron vuoksi ole hyvä avata koko lattiaa. Tällöin sähköasennusputket ovat käteviä. Ne joustavat taivutettaessa ja nopeuttavat kaapeleiden pujotusta merkittävästi. Saleilla on syytä säilyttää aina perustarvikkeita, kuten kytkentäkuituja, optiikoita, ristikytkentäkaapeleita, korimuttereita ja -ruuveja. Konesaleilla pitäisi olla myös inventaariovihko, josta selviäisi, mitkä tarvikkeet ovat loppumassa ja kenen vastuulla on varaston täydentäminen.



Kuva 8. Konesalissa olevia operointipäätteitä.

4.6 Työkalujen merkitys ja vaatimukset

Konesalirakentamisessa työkalujen pitää olla korkealaatuisia ja niitä täytyy pystyä käyttämään myös ahtaissa paikoissa. Usein verkkolaitteen sivuilla ei ole kuin 10 cm tilaa, jossa jokin ruuvi on saatava auki tai kiinni. Laitevalmistajat käyttävät hyvin vaihtelevia ruuvikokoja, ja niiden kannat saattavat olla tavallisesta poikkeavia. Tällä voidaan pyrkiä estämään sellaisten ruuvien irrottaminen, joihin asentajan ei tulisi koskea. Hyvä työkalu istuu käteen ja siitä saa tukevan otteen. Tätä on voitu parantaa kumimaisella pinnoitteella tai karhennuksella. Sen toiminnassa ei ole väljyyttä, eikä se nitise käytettäessä. Hyvän työkalun tunnistaa myös vuosien käytön jälkeen. Se on kulunut paljon halpoja vähemmän.

Ohutvartinen työkalu ei sovellu vääntämiseen, eikä eristämättömät sähköasennuksiin. Työkalujen tulee olla siis tarkoituksenmukaisia. Yleisin virhe tehdään käytettäessä paksukahvaista ruuvinväännintä. Siinä ei ole tuntoa, koska sen kahvan vääntömomentti on liian suuri pienille ruuveille. Tämä saattaa johtaa ruuvien katkeamiseen tai väärille kierteille joutumiseen. Tämän vuoksi työkalupakista pitää löytyä myös pienikokoinen ruuvinväännin. Toinen virhe on käyttää vääränkokoista vaihtopäätä. Täydellisesti sopiva vaihtopää on sellainen, jossa ruuvi pysyy kiinni kitkalla. Vääränkokoinen pää vain rikkoo ruuvien kannan. Ruuvinväännin tai hylsyavain voi olla myös magneettinen, mikä helpottaa ruuvien kiinnittämistä erityisesti ahtaissa paikoissa.

Hyvillä sivuleikkureilla voidaan katkaista paksujakin johtimia, eikä niiden leuat vahingoitu edes vähän kuparia kovemman materiaalin katkaisusta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että niillä pitäisi rautanauvoja katkoa. Siihen tarkoitukseen soveltuu rautasaha. Sillä voidaankin katkaista melkein mitä tahansa, mutta sen terä katkeaa helposti vääntyessään. Jos sahaan ei ole vaihtoteriä, se on käyttökelvoton. Momenttiavainta suositellaan sellaisissa tilanteissa, joissa valmistaja on ilmoittanut jonkin komponentin ehdottoman maksimikireyden. Tällaisia ohjeita annetaan usein virtakaapeleiden kiinnittämiseksi laitteen asennusohjeissa. Oikein käytettynä työkalut kestävät ja ovat varsin pitkäikäisiä. [10; 23; Liite 1.]

4.7 Verkkolaitteiden asennus laitekaappiin

4.7.1 Laitekaapit ja -kehikot

Konesaleissa olevat verkkolaitteet asennetaan joko kehikkoon tai laitekaappiin. Kaappi tarjoaa perussuojan sisällä oleville laitteille ja estää lukittuna asiattomien pääsyn kytkentöihin. Yleensä konesalien korotettua lattiaa käytetään hyödyksi laitekaappien jäähdyttämisessä. Kiertoilmakoneet puhaltavat sen alapuolelle viileää ilmaa, joka kulkeutuu kaapin läpi pohjassa olevan aukon kautta. Kaapin kattolevyyn on tavallisesti asennettu korotuspalat, jonka jättämän aukon kautta lämmennyt ilma virtaa ulos. Mikäli vastaavaa virtausaukkoa ei ole, lämpö ei siirry ulos kaapin sisältä. Tuuletusta voidaan tehostaa vaihtamalla kiinteä kattolevy tuulettimilla varustettuun malliin. Laitekehikko on tavallisesti vain runko, josta puuttuvat seinät, katto ja ovet. Se tarjoaa kuitenkin tukevan asennustilan etureunastaan kiinnitettäville verkkolaitteille. Niitä käytetään pääasiassa laitetiloissa, joissa on kiinteä lattia. Jos kehikkoa käytetään konesalissa, sen alapuolelle jäävä tuuletusaukko on syytä tukkia.

Laitekaapin sijoittamisella on väliä. Konesaleissa näkee joskus kaappeja, joita ei ole asennettu laattajaon mukaisesti paikoilleen. Jos kaapin reuna on vähänkin toisen laatan päällä, sitä ei todennäköisesti saada enää auki. Tämä hankaloittaa kaapeleiden asennusta lattian alapuolelle. Kaapit asennetaan tavallisesti riviin, jolloin sen sisälle jääviä seiniä ei välttämättä tarvita. Tämä tasoittaa lämpötilaeroja kaappien välillä. Jokaisen rivin etupuolella on kylmä ja takapuolella kuuma käytävä. Tällä tarkoitetaan sitä, että etenkin palvelimet imevät edestä sisään viileää ilmaa ja puhaltavat takaa ulos kuumaa ilmaa. Kaappirivit pitääkin asentaa siten, että niiden kylmät ja kuumat puolet ovat vastakkain. Laitekaapeissa voi olla umpinaiset metalli-, verkko- tai lasiovet. Verkko-ovia tulee käyttää etenkin, jos kaappiin on tarkoitus asentaa palvelimia. Tällöin myös kaapin etupuolelle on syytä vaihtaa reikälaatta. Tietoliikennelaitteille lattian alta tuleva ilma yleensä riittää, joten niissä voidaan käyttää umpinaisia metalli- tai lasiovia.

Perinteiset tietoliikennekaapit ovat kooltaan 600 x 2000 x 800 mm (L x K x S). Jos kaappia on tarkoitus käyttää ristikytkentään, sen leveyden on syytä olla vähintään 800 mm. Palvelimet tarvitsevat lähinnä vain syvyyttä, joten niitä varten hankitun kaapin pitäisi olla vähintään 900 mm syvä. Tänä päivänä suositellaan kuitenkin tätäkin syvempiä palvelinkaappeja. Laitekaappeihin asennetaan kuvassa 9 näkyviä pistorasiarimoja, jotka pitää kytkeä lattian alla eri sulakkeiden taakse. Rimaan on syytä merkitä myös sen sulaketieto. Tämän lisäksi kaappeihin asennetaan mahdollisesti yksi tai useampi ristikytkentä- ja kuitupaneeli. Kuitupaneeli sijoitetaan kaapin yläosaan sille puolelle, jolla on verkkolaitteiden kuituliitännät. Ristikytkentäpaneelit kannattaa asentaa tietoliikennekaapeissa kuitupaneelien alapuolelle. Jos kaapin keskivaiheilla on muita tietoliikennelaitteita, paneelit kannattaa asentaa kaapin alaosaan. Palvelinkaapeissa ristikytkentä asennetaan poikkeuksetta kaapin takapuolelle, koska siellä on tavallisesti palvelimien verkkoliitännät. Hyvä asennuskorkeus on kaapin yläosa tai keskivaihe, koska tällöin kaikille palvelimille riittää samanpituiset verkkojohdot. [10; 25; Liite 3–4.]



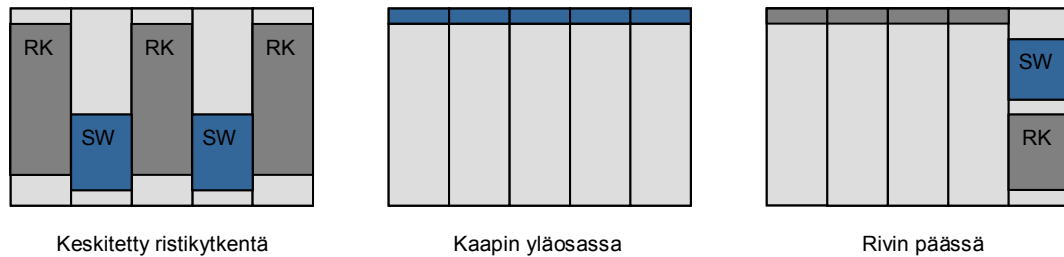
Kuva 9. Pistorasiariman merkinnät. Asennuskorkeus on väärä, koska Unit-jakoa kuvaavan kolmion pitäisi olla riman keskellä.

4.7.2 Verkkolaitteiden asennus

Verkkolaitteiden asennuksessa kannattaa lähteä siitä, että selvittää sähkön tarpeen ja jäähtymisen riittävyyden. Kun nämä ovat selvillä, suunnitellaan tarvittavat tietoliikenneyhteydet ja kapasiteetti. Ellei mikään osa-alue tarvitse jatkoselvittelyä, niiden rakentaminen voidaan aloittaa. Jotta laitekaappiin saadaan asennettua verkkolaitteita, sen sisältä pitää löytyä 19” etäisyydellä toisistaan olevat pystyrimat. Tämä on standardileveys laitekaappeihin asennettaville verkkolaitteille. Jos sellaisia ei ole, kaapin molemmille sivuille asennetaan vähintään kaksi vaakarimaa. Mikäli asennettavat verkkolaitteet ovat erityisen raskaita, vaakarimojen määrää voidaan kasvattaa. Pystyrimat kiinnitetään näihin vaakarimoihin. Niihin puolestaan ruuvataan kaikki laitekaapin sisälle tuleva kalustus, kuten ristikytkentäpaneelit ja sähkörimat.

Verkkolaitteenasennukset voidaan tehdä joko hyllylle, kiskoille tai ruuvata kiinni kaapin pystyrimoihin. Palvelinasennuksissa suositaan kahta ensin mainittua tapaa, jälkimmäistä käytetään yleensä tietoliikennelaitteille. Pystyrima on jaettu 1,75” :n asennusyksiköihin, joista käytetään nimitystä Unit. Sillä kuvataan verkkolaitteen viemää tilaa laitekaapissa. Yleisin asennusvirhe on se, että pystyrimojen Unit-jako rikotaan. Tästä voi aiheutua ikäviä ongelmia, kun kaapeli ohjuri tai verkkolaitte ei mahdukaan sille kuviteltuun tilaan. Suomessa käytetään verkkolaitteiden kiinnityksessä yleensä M6-kokoisia korimuttereita ja ruuveja. Mutteri lukitaan pystyriman takapuolelle, johon verkkolaitte ruuvataan kiinni sen etupuolelta. Jos verkkolaitteen sivuilla on kiinnitysraudat, se ruuvataan ensin kiinni alareunastaan. Tämä riittää pitämään laitteen paikoillaan, eikä sitä tarvitse enää kannatella loppuja ruuveja kiinnitettäessä. Korimutterien asennuksessa kannattaa käyttää apuna siihen tarkoitettua asennustyökalua.

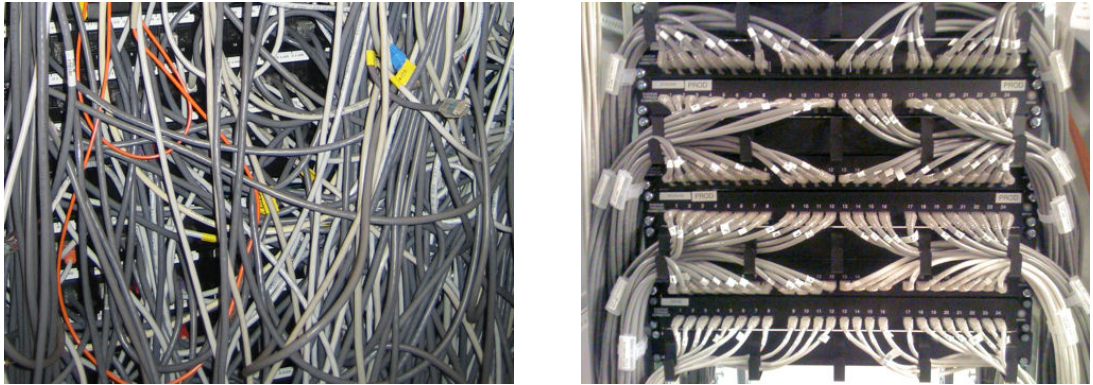
Tietoliikennelaitteita näkee asennettavan hyvin eri korkeuksille. Toiset suosivat pienien sijoittamista kaapin yläosaan ja isoja sen alaosaan. Sanoisin parhaan asennuskorkeuden riippuvan aina tilanteesta ja siitä, mille korkeudelle kaapeli ohjuri ja ristikytkentäpaneelit tulevat. Jos kytkimessä on paljon kupariportteja, se kannattaa sijoittaa kaapin yläosaan ja ristikytkennät sen alapuolelle. Tällöin pitkien verkkokaapeleiden lenkit mahtuvat siististi paneelien sivuille.



Kuva 10. Kolme yleisintä tapaa toteuttaa ristikytkentä.

Konesalirakentamisessa pitää miettiä, kuinka salin ristikytkentä halutaan toteuttaa. Kuvasta 10 on nähtävissä kolme perustyyppiä, joita sovelletaan riippuen salin käyttötarkoituksesta. Keskitettyä ristikytkentää on rakennettu vanhempiin konesaleihin. Siinä salin kaikki ristikytkennät kaapeloidaan kahteen, toisiaan varmistavaan kytkimeen. Hyvänä puolena on hallittavien laitteiden vähäinen lukumäärä, mutta ristikytkentöjen määrä voi aiheuttaa kuvassa 11 vasemmalla näkyvän kaaoksen. Toinen vaihtoehto on jokaisen kaapin yläosaan asennettava pikkukytkin, johon palvelimet kaapeloidaan suoraan kiinni. Hyvänä puolena on ristikytkennän helppous ja vian rajautuminen pienelle alueelle. Huonona puolena on hallittavien laitteiden suuri määrä, jota voidaan kuitenkin vähentää pinoamalla niitä loogisiksi kokonaisuuksiksi (Stacking). Näiden kahden välimuoto on kaappirivin päähän asennettava kytkin, johon rivin kaappien yhteydet kaapeloidaan. Siinä on molempien ratkaisujen hyvät puolet, mutta määrällisesti kaapeleita kuluu yhtä paljon kuin keskitetyssä ratkaisussa.

Isoissa konesalikytkimissä on tavallisesti 6–9 moduulia. Yläosaan kannattaa asentaa aina valokuitumoduulit ja lisätä niitä tarvittaessa ylhäältä alaspäin. Kuparimoduulit sijoitetaan kytkimen alaosaan ja niiden lukumäärää kasvatetaan alhaalta ylöspäin. Mikäli kytkimessä on muita sen toimintaa laajentavia moduuleita, ne kannattaa sijoittaa näiden välille. Joidenkin laitevalmistajien laitteissa kaikki moduulipaikat eivät ole samanarvoisia. Tällöin pitää selvittää valmistajan ohjeista, mihin tietyn tyyppinen moduuli tulee sijoittaa. [10; 13; 26.]



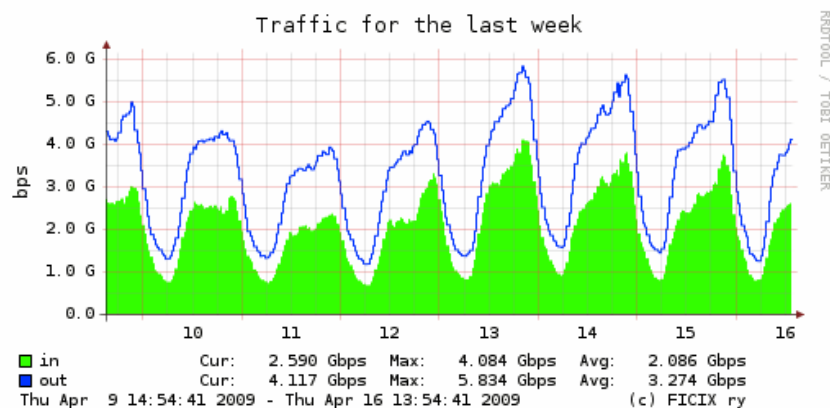
Kuva 11. Ristikytkentä on usein kaaos. Jos kaapelointi vain viitsitään pujottaa oikein, ristikytkennän voi saada näyttämään kuten oikealla puolella.

4.8 Verkkolaitteiden ilmoittamat epäkohdat

4.8.1 Verkkolaitteiden hälytysjärjestelmät

Älykkäissä verkkolaitteissa on tuki pääteyhteydelle, jonka kautta niitä voidaan hallita. Laitteista voidaan usein reaaliaikaisesti nähdä virtalähteiden ja moduulien ottama sähköteho, lämpötila ja tuulettimien pyörimisnopeudet. Jos jokin valmistajan asettama raja-arvo alittuu tai ylittyy, siitä kirjataan hälytys laitteen lokiin ja näytetään ilmoitus komentorivillä. Häätapauksessa laite voi jopa sammuttaa itsensä, ennen kuin siihen tulee pysyviä vaurioita. Yleensä verkkolaitte kuitenkin vain käynnistyy uudelleen, jonka jälkeen aletaan kiireen vilkkaa tutkia, miksi näin tapahtui. Tämä on kuitenkin aivan väärä tapa valvoa verkkoa.

Verkkolaitteiden sisäiset hälytysjärjestelmät ovat sitä varten, että ne antavat etukäteen varoituksen, jos kaikki ei ole hyvin. Yleensä verkkolaitteissa on tuki SNMP-protokollalle, joka mahdollistaa niiden tilan kyselyn verkon kautta. Koska operaattorien verkoissa on satoja verkkolaitteita, ei kukaan pysty seuraamaan niitä itse. Tähän tarkoitukseen käytetäänkin verkonvalvontajärjestelmiä. Niiden tehtävä on monitoroida verkkoa joko aktiivisesti tai passiivisesti ja antaa tilannekuvaa yleensä graafisessa muodossa, kuten kuvassa 12. Niistä nähdään verkon nykytilanne ja historiatietoa aiemmista tapahtumista. Tätä lokitietoa käytetään hyväksi tulevien tapahtumien ennakoinnissa ja kapasiteetin suunnittelussa. [29.]



Kuva 12. FICIX ry:n mitaama käyrä Elisan kotimaanliikenteestä.

4.8.2 Ympäristön muutokset

Verkkolaitteen antamat hälytykset voivat olla myös seurausta jostain muusta kuin sen omasta toiminnasta. Ympäristön muutokset heijastuvat laitteiden virheilmoituksiin, jos niitä vain osataan tulkita. Kun laite hälyttää lämpötilan noususta, kannattaa katsoa, näkyykö vastaavaa jossain toisessa saman laitekaapin laitteessa. Jos ei, voidaan epäillä esimerkiksi tuulettimen vikaantumista. Yleensä syy on kuitenkin suljettu laitekaapin ovi tai epähuomiossa tukittu tuuletusaukko. Vakavampia ongelmia ei yleensä tarvitse päätellä, koska verkkolaitteita ylläpitävät järjestelmät kyllä hälyttävät itsekin, jos niiden toimintaan tulee häiriö. Valaistuksen muutokset eivät näy konesalin tai verkkolaitteiden toiminnassa lainkaan. Se onkin vain ihmisen työskentelyn kannalta välttämätön elementti. Sähkön syötössä tapahtuvat häiriöt sen sijaan näkyvät, koska laitteita saattaa pudota verkosta. Mikäli näin käy, laite on todennäköisesti kytketty vääräntyyppiseen sähkönsyöttöön.

Ympäristön muutoksien lisäksi verkkolaitteet huomaavat toiminnassaan mahdolliset ristiriidat. Ne eivät tarkista, onko niiden konfiguraatio tehty oikein, mutta ilmoittavat, jos jokin asetus tai naapurilaitteen vastaus poikkeaa odotetusta arvosta. Tällaisia ovat muun muassa linjan neuvotteluvirheet. Verkonvalvontaohjelmat voidaan ohjata tekemään automaattisia toimenpiteitä vian rajaamiseksi. Mikäli verkkoon syntyy reititys- tai siirtokerroksen silmukka, seurauksena voi olla vakava verkon toimintahäiriö. Sen vuoksi on ehdottoman tärkeää ajatella etukäteen, mitä tietty toimenpide voi aiheuttaa, oli se sitten kuinka mitätön tahansa.

4.9 Varalaitevarasto

Verkkolaitteiden ohjelmalliset virheet on yleensä korjattavissa oikeilla toimenpiteillä, mutta laitteiden rikkoutumisen vuoksi tarvitaan varalaitevarastoa. Sinne on kerätty suuri määrä erilaisten verkkolaitteiden varaosia ja ne toimitetaan sieltä keskitetysti eteenpäin. Kriittisten järjestelmien yhteyteen kannattaa järjestää paikallinen varastointi, koska joskus korjausnopeutta ei saada muulla tavalla riittäväksi. Varalaitevarasto vaatii tarkan logistisen suunnittelun, jotta varaosien kuittaus saadaan sujuvaksi ja toimitukset eri kuriirien kautta mahdollisimman nopeaksi. Varaston henkilöstö on syytä perehdyttää prosessiin hyvin, jotta myös puutteellisilla tiedoilla tehdyt tilaukset saadaan käsiteltyä. Jokainen minuutti varaosan käsittelyssä pitää saada minimoitua, koska asiakkaalle näkyvä vika saadaan korjattua usein vasta uuden osan myötä.

Varalaitevaraston sijainti on valittava siten, että sieltä on mahdollista toimittaa varaosat tehokkaasti eteenpäin. Kallein tapa on yleensä lentorahti, mutta sillä voidaan saavuttaa merkittävä korjausnopeus muihin menetelmiin nähden. Pitääkin miettiä, onko saavutettu nopeus kannattavaa maksaa. Raideliikenne on varsin nopea, mutta syrjäisemmille seuduille toimittaminen onnistuu edelleen vain maanteitä pitkin. Asiakkaille luvatut korjausnopeudet on määritetty heidän kanssaan tehdyissä SLA, Service Level Agreement -sopimuksissa. Jos tästä viivästyään, asiakas on oikeutettu sopimuksessa määriteltyyn korvaukseen. Korjausprosessi pitäisikin miettiä siten, että sopimuksista voidaan pitää kiinni, mutta kiireettömät korjaukset tehtäisiin halvimpana kellonaikana ja edullisinta kuljetusmenetelmää käyttäen. Eri huolto- ja kuljetusyhtiöt kannattaakin kilpailuttaa, koska siten voidaan saada merkittäviä säästöjä prosessin kustannuksissa.

4.10 Kaapelointi ja sen asentaminen

4.10.1 Kaapelihyllyt ja -kourut

Konesaleissa kaikki kaapelointi pitää viedä kaapelihyllyillä, -tikkaissa tai -kouruissa. Tämä selkeyttää niiden asennusta, kapasiteetin lisäystä ja ehkäisee tarpeettomia vahinkoja. Kaapelihyllyt asennetaan tavallisesti laatoituksen alle, mutta joissain tapauksissa niitä voidaan asentaa myös katon rajaan, kuten kuvassa 13. Materiaalina käytetään alumiinia, koska se on kevyttä ja riittävän kestävä. Kaapelihyllyt asennetaan vähintään 100 mm irti lattiasta ja yläpuolella olevasta laatoituksesta. Tämä pitää kaapelit erillään mahdollisesti lattialle valuneesta kondenssivedestä. Konesaleihin asennettavat kaapelihyllyt ovat yleensä 200–500 mm leveitä. Niitä tulisi sijoittaa pitkin salia vuorotellen sähköhyllyjen kanssa. Tietoliikenne- ja sähkökaapeleita ei saa asentaa samalle hyllylle, koska vaarana on häiriöt ja jännitteen indusoituminen tietoliikennekaapeliin. Poikkeuksen tekee valokaapeli, joka ei ole altis sähkömagneettisille häiriöille. [4; 13.]



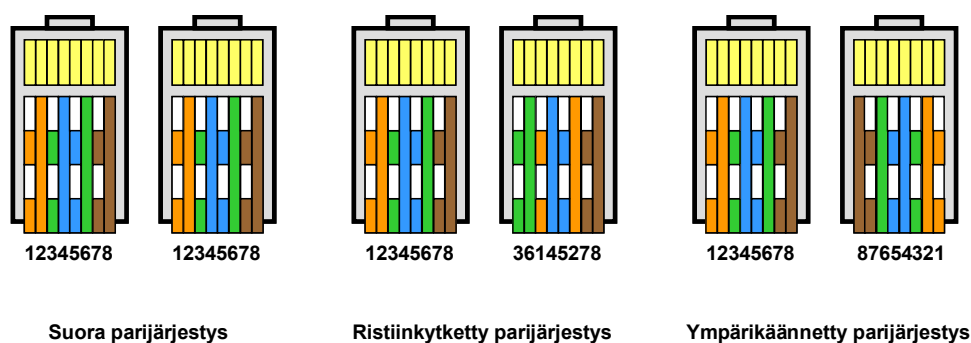
Kuva 13. Kaapelitikkaat ja -hyllyt. Kaapelitikkaita asennetaan kohtiin, joista halutaan nostaa kaapelointi laatoituksen yläpuolelle. Yleensä niitä käytetään siirtymiseen katon rajassa olevalle hyllylle, mutta myös toiseen kerrokseen. Oikealla UPS-keskus.

Kaapelikouruja hyödynnetään kaikenlaisten kaapelien pujottamisessa. Niissä kuljetetaan sellainen kaapelointi, jota ei tarvitse päivittäin muuttaa. Umpinaisiin kouruihin voidaan kiinnittää sähköpistorasioita, valon katkaisimia, verkkoliitäntöjä ja erilaisia säätimiä. Tällöin materiaalina käytetään yleensä alumiinia. Se antaa paremman häiriösuojauksen kuin muovinen kouru ja on maadoitettavissa. Muoviset kourut ovat helpommin avattavia ja soveltuvat käyttötarkoitukseen, jossa kaapelointia pitää ajoittain lisätä. Niitä käytetään muun muassa kytkentäkuitujen pujottamisessa lattian alle. Kytkenäkuiduissa ei ole rakenteellista kovaa suojavaippaa, joten ne painuvat kasaan kevyenkin painon alla. Sen vuoksi lattian alle suositellaankin pujotettavaksi vain kuitukaapeleita. Toinen kytkentäkuiduille käyttökelpoinen pujotuskanava on poimutettu muoviputki. Sen sisälle kannattaa laittaa myös vetolanka, jonka avulla kaapeli saadaan vedettyä putken sisälle.

4.10.2 Ristikytkeminen

Konesaliympäristössä tehtävällä ristikytkemisellä tarkoitetaan fyysisen verkkoyhteyden rakentamista yhdellä tai useammalla segmentillä. Se on nopea keino rakentaa verkkoyhteyksiä ja siihen on helppo tehdä muutoksia. Tähän tarkoitukseen käytetään suojaamatonta parikaapelia (UTP), jonka päissä on RJ-45-liittimet. Ne lukittuvat ristikytkentäpaneelien ja verkkolaitteiden portteihin, eivätkä lähde irti ilman vapautuskielen painamista. Verkkokaapelit koostuvat kahdeksasta johtimesta, jotka ovat kierretty oman parinsa ympärille. Tiivis parikierto estää ylikuulumista (crosstalk), eikä sitä saisi purkaa liittintä puristettaessa enempää kuin on pakko. Verkkokaapelit on jaettu parikierron laadun perusteella kategorioihin, joka takaa sen soveltuvuuden eri signalointinopeuksille. Tänä päivänä suositellaan käytettäväksi Cat6-kaapelointia.

Parikaapelin johtimilla on kolme kuvassa 14 esitettyä peruskytkentää. Ne ovat suora (straight), ristiinkytketty (cross-over) ja ympärikäännetty (roll-over). Ristikytkemisessä käytetään melkein aina suoraa kaapelointia. Tällöin kytkettävät verkkolaitteet ovat reititin ja palvelin, jotka liitetään kytkimeen. Ristiinkytkettyä kaapelia käytetään silloin, kun halutaan liittää kaksi kytkintä toisiinsa. Tänä päivänä uudet kytkimet osaavat yleensä Auto-MDIX:n, joten ne kykenevät nostamaan linkin ylös myös suoralla kaapelilla. Ympärikäännettyä kaapelia käytetään hitaisiin konsoliyhteyksiin, joten mediana voidaan käyttää myös lattakaapelia. Kytkennän tyyppin muuttamiseen riittää, että yksi sen segmenteistä vaihdetaan suorasta ristiinkytketyksi tai ympärikäännettyksi.



Kuva 14. Parikaapelien yleisimmät peruskytkennät.

Ristikytketty verkkoyhteys on tuotannossa, kun sen kytkinportti on saatu konfiguroitua. Kaapelointia ei voi enää tämän jälkeen korjata. Moni asentaja ei tule ajatelleeksi tätä, vaan tärkeintä tuntuu olevan työn saaminen pois käsistä. Ristikytkemisessä on syytä valita aina oikean pituinen verkkokaapeli. Liian lyhyt ei riitä kaapeliohjuriin kautta ja liian pitkä jää kelalle kaapin sisälle. Kaapeloinnissa ei kannata käyttää kuin yhtä väriä. Jos oikeanvärinen kaapeli puuttuu, kytkentä tehdään millä tahansa muulla värillä. Verkkokaapeleita ei kannata jatkaa, vaikka sitä varten on olemassa jatkopaloja. Ne ovat mahdollisia vikapisteitä ja sellaisina hankalia löytää. Jos ristikytkentäkaapeleita haluaa niputtaa, se on syytä tehdä tarranauhoilla. Kiinnitys on helposti avattavissa ja kaapeloinnin lisäykset onnistuvat ilman työkaluja.

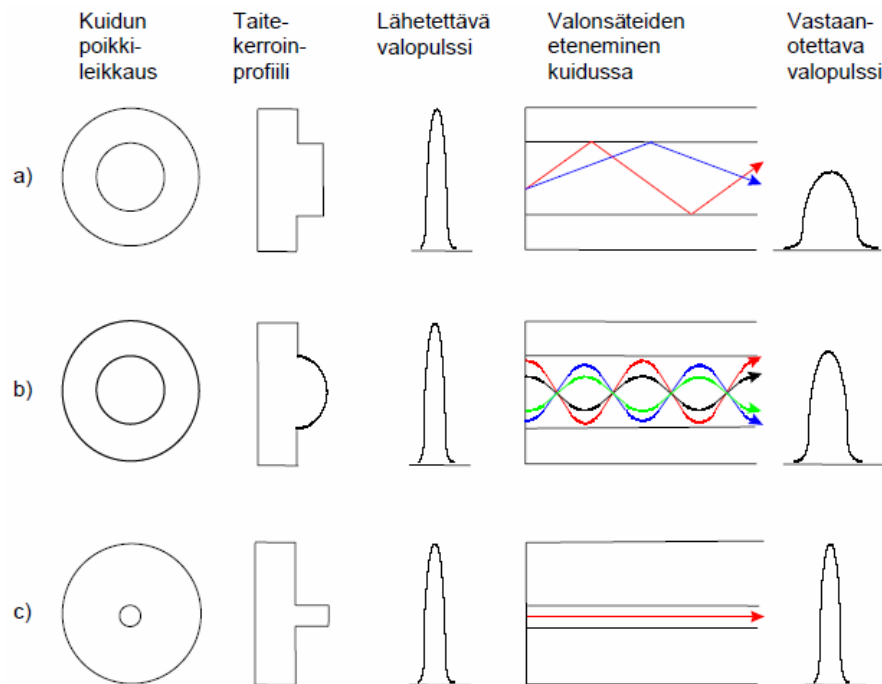
Konesalikytkimen kuparimodulissa on 48 porttia. Kun siihen ristikytketään kaapeleita, 24 tuodaan sen vasemmalta, 24 oikealta puolelta. Tällöin kaapelointi mahtuu kytkimen kaapeliohjuriin ja modulin keskelle saadaan siisti jakaus, kuten kuvassa 15. Kytkimen runko voidaan joutua vaihtamaan. Kaapelit kannattaa jättää niin pitkiksi, että modulin irrotus onnistuu ilman kaapeloinnin irrottamista. Tällöin säästytään hyvin työläältä laputtamiselta. Nippusiteitä käytetään kiinteän kaapeloinnin kiinnittämisessä. Niiden hännät leikataan yleensä sivuleikkureilla, mikä jättää reunan erittäin teräväksi. Ristikytkijän kädet on usein vaarassa, koska pienikin hipaisu riittää saamaan käteen vuotavan haavan. Sen vuoksi nippusiteiden hännät on aina leikattava kohtisuoraan puukolla tai siihen tarkoitettulla työkalulla. [10; 13.]



Kuva 15. Konesalikytkimen oikeaoppinen kaapelointi.

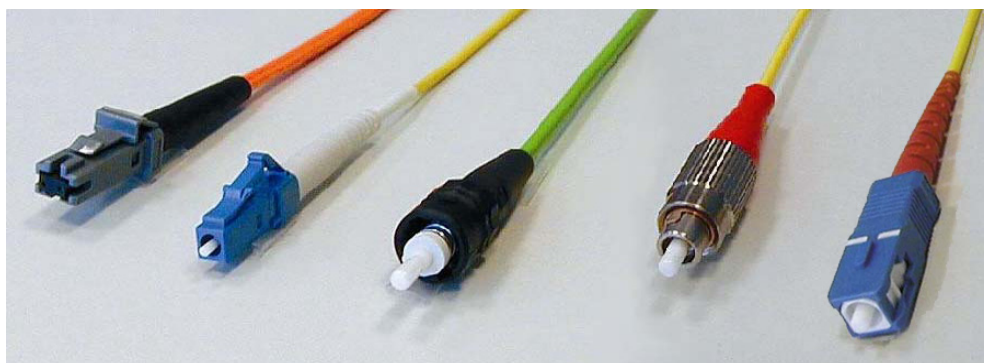
4.10.3 Kuitujen kytkeminen

Konesalirakentamisessa käytetään pitkille etäisyyksille yksimuotovalokuitua ja lyhyille monimuotovalokuitua. Monimuoto on edullisempaa, koska sen lähettimiksi riittää 850 nm:n aallonpituudella toimiva LED. Kuitu on yleensä paksuudeltaan 62,5/125 μm ja sen toimintaetäisyys on 275 m. Ohuemmalla 50/125 μm kuidulla toimintaetäisyys kasvaa kaksinkertaiseksi. Kun siirrytään nopeuteen 10 Gt/s, samalla aallonpituudella päästään vain 33 m. Etäisyyttä voidaan kasvattaa 300 m:iin käyttämällä laser-lähetintä ja 1310 nm:n aallonpituutta. Yksimuoto on kalliimpaa rakentaa, koska siinä käytetään aina laser-lähettimiä. Yksimuotokuidun paksuus on yleensä 8–10/125 μm ja 1310 nm:n aallonpituudella siinä päästään 10 km:iin. 1550 nm:n aallonpituudella etäisyyttä voidaan kasvattaa 40 km:iin asti. Kuvassa 16 on havainnollistettu valopulssin leviämistä kuitutyypistä riippuen.



Kuva 16. Valon eteneminen kuidussa. Askeltaitekertoiminen monimuoto- (a), asteittaistaitekertoiminen monimuoto- (b) ja yksimuotovalokuitu (c).

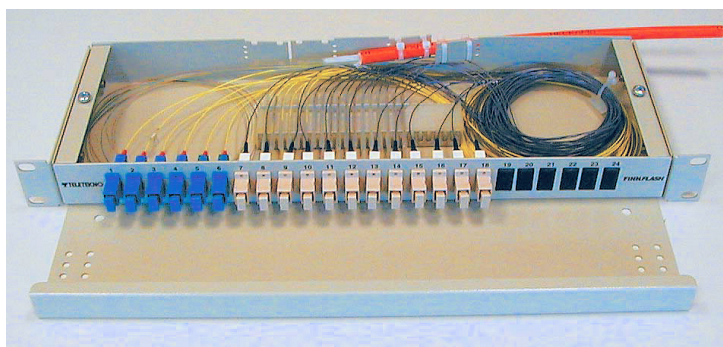
Konesalirakentamisessa on hyvä tuntea yleisimmät kuitujen liitintyypit. Tänä päivänä käytetään eniten kuvassa 17 näkyvää SC-liitäntää, koska se sopii sellaisenaan kuitupaneeleihin ja monien verkkolaitteiden optiikoihin. Tällaisia ovat sivulla 51, kuvassa 20 nähtävät GBIC, XENPAK ja X2. Hitaammissa 1 Gt/s nopeuksissa ollaan siirtymässä LC-liitäntään ja SFP-optiikkaan, koska se vie puolet vähemmän tilaa. Vanhempien laitetilojen kuitupaneeleissa näkee vielä ruuvattavaa FC- ja SMA-liitäntää, sekä kiinni pyöräytettävää ST-liitäntää. Niiden käyttö on aika harvinaista, mutta eteen voi tulla tilanne, jolloin kuidun toinen pää pitää saada niihin kytkettyä. Syy näin monen liitännän kirjoon on todennäköisesti liitintyyppien patentointi ja kalliit lisenssimaksut. [26; 27.]



Kuva 17. Erilaisia kuituliittimiä. Vasemmalta lukien: MT-RJ, LC, ST, FC ja SC.

Konesalissa käytetään sekä kytkentäkuituja että -kaapeleita. Kytchentäkuitu on hyvin taipuisa, ja sillä yhdistetään verkkolaitteet toisiinsa joko suoraan tai kuitupaneelien kautta. Se on paksuudeltaan yleensä 1–3 mm, eikä sillä ole kovaa suojavaippaa. Kytchentäkaapeli on kovapintainen putki, jonka sisällä menee yksi tai useampi kuitu. Sen päät kuoritaan yleensä metrin matkalta ja päähän hitsataan halutun tyyppiset liittimet. Sitä käytetään hieman pitempien kuituyhteyksien rakentamiseen joko salin sisällä tai kahden laitetilän välillä. Kuidut voivat olla yksittäisiä tai duplex-kuituja. Yksittäisiä kytkentäkuituja käytetään kuitumuuntimissa, joiden nopeus on yleensä 100 Mt/s.

Duplex-kuidussa käytetään omia johtimia sekä lähettämiseen, että vastaanottamiseen. Sitä käytetään nopeampiin kuituyhteyksiin, jotka ovat tänä päivänä 1–10 Gt/s. Kuitupaneeleissa on tavallisesti kuvassa 18 näkyvä kaapelihylly tai -kouru. Koska kuidun häntä jää yleensä liian pitkäksi, se tulisi laittaa kerälle tälle hyllylle. Moni asentaja jättää sen roikkumaan verkkolaitteen kaapeliohjuriin, mikä on täysin väärä paikka. Kuidut sotkeutuvat ajan myötä ristikytkentäkaapeleiden kanssa, eikä niitä yleensä saada selvitettyä kuin irrottamalla. Toinen virhe on ottaa käyttöön kytkentäkuitu putsaamatta sen päitä ensin. Etenkin nopeuksilla 10 Gt/s kuidun tulee olla erityisen puhdas, koska lika näkyy heti portin virheilynä. Vanhoja verkkolaitteita ja yhteyksiä purettaessa kuitupaneelien suojatulpat jäävät usein laittamatta paikoilleen. On hyvä muistaa, että myös paneelien portit likaantuvat suojaamattomina. Ihanteellinen tilanne olisi tutkia kuitututkalla, missä segmentissä on normaalia enemmän vaimennusta ja putsata se ennen käyttöönottoa.

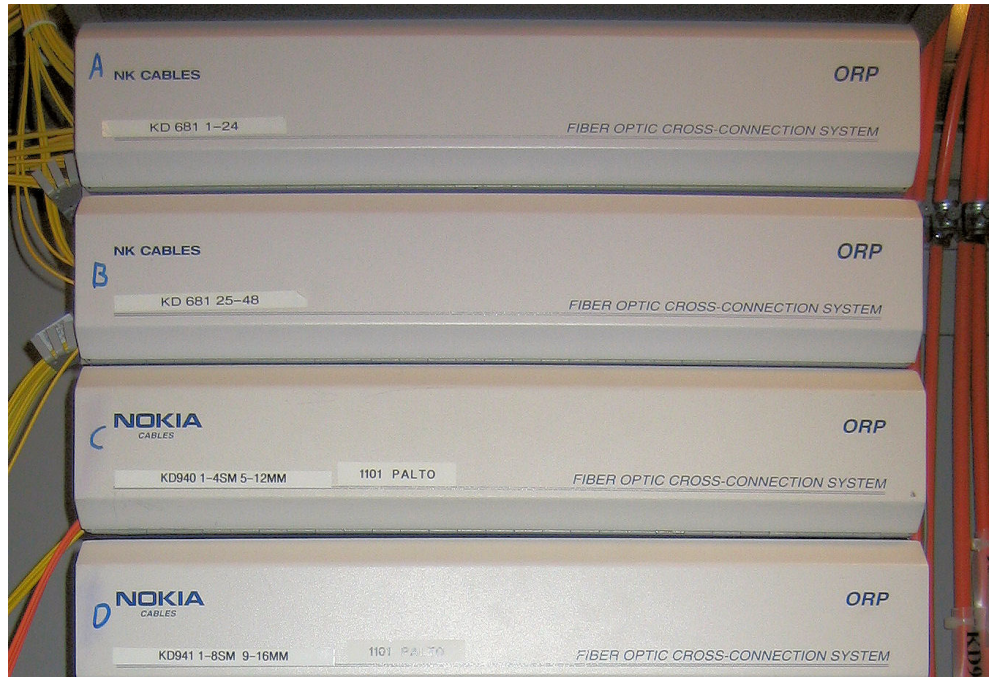


Kuva 18. Valokuitupaneeli. 1–6 SM, 7–18 MM

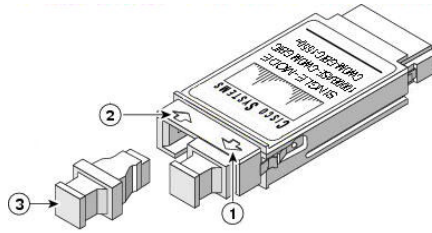
Kuitupaneelin merkinnät on syytä tutkia tarkkaan, koska samasta paneelista voi lähteä eri tiloihin johtavia yhteyksiä. Yksimuodosta käytetään merkintää SM ja monimuodosta MM tai GK (62,5/125 μm), GI (50/125 μm). Konesaleissa on varattu yleensä oma huone kuituristykennälle, josta käytetään nimitystä ODF. ODF:stä päästään rakentamaan kuituyhteyksiä eri kerrosten, kiinteistöjen ja keskusten välille. Sinne asennetut kuitupaneelit sijoitetaan yleensä kuvassa 19 näkyvien kasettien sisälle. ODF:n läheisyydessä on yleensä myös siirtojärjestelmiä, joiden kautta rakennetaan pitkät

kuituyhteydet kotimaahan ja ulkomaille. Kuitujen käyttöönotto on dokumentoitava tarkasti, jotta tuotannossa olevia yhteyksiä ei pureta. Kaikille yhteyksille luodaan oma sopimusnumero, jonka perusteella operaattori löytää sitä koskevat asiakkuudet.

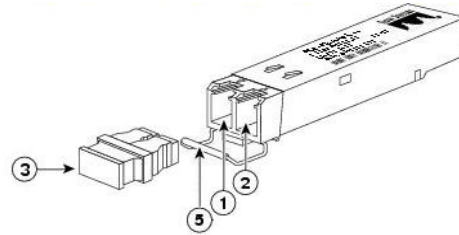
[26; 28.]



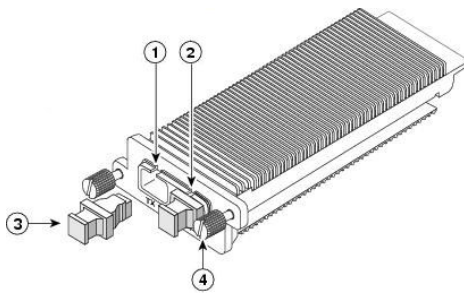
Kuva 19. ODF-tilan valokuitupaneeleja.



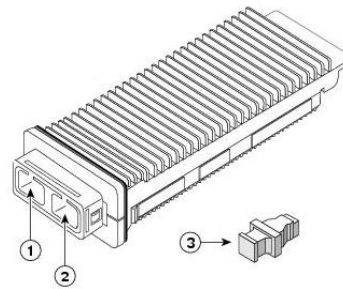
GBIC (1 Gt/s)



SFP (1 Gt/s)



XENPAK (10 Gt/s)



X2 (10 Gt/s)

- 1) lähetin
- 2) vastaanotin
- 3) suojatulppa
- 4) kiinnitysruuvi
- 5) vetokahva

Kuva 20. Optisia lähetin-vastaanottimia.

5 Ulkoistukset

Suurilla yrityksillä on useita eri osastoja, jotka vastaavat tietystä osa-alueesta sen liiketoiminnassa. Hyvinä aikoina niiden kaikkien työpanokselle on tarvetta, mutta huonoina aikoina toimintoja on tehostettava ja organisoitava uudelleen. Tällöin yrityksen johto selvittää, mikä on ydinliiketoimintaa, johon keskitytään ja mitkä toiminnot ovat sellaisia, joista voidaan luopua tai tehdä vähennyksiä. Ulkoistaminen tarjoaa mahdollisuuden ostaa tällainen palvelu talon ulkopuolelta ja maksaa vain siitä resurssista, joka työn hoitamiseen kulloinkin tarvitaan. Samalla yritys säästää näiden ihmisten palkoissa ja eläkemaksuissa. Joskus ulkoistamisen myötä yrityksen oma henkilöstö siirtyy uuden työnantajan palvelukseen ja jatkaa samojen työtehtävien parissa kuin ennenkin. Tällaisella järjestelyllä voidaan taata, että palvelun laatu jatkuu samana ainakin siirtymäkauden yli. Siirtyvien työntekijöiden näkökulmasta työt olisivat voineet loppua kokonaan, mutta nyt he voivat jatkaa niiden työtehtävien parissa, joista heillä on vankkaa kokemusta. Samalla toinen yritys voi saada itselleen juuri sitä osaamista, jota he tarvitsevat omalla ydintoiminta-alueellaan.

Ulkoistettavasta toiminnosta kannattaa järjestää tarjouskilpailu, jonka voittaneen osapuolen kanssa solmitaan ulkoistussopimus yleensä pariaksi vuodeksi kerrallaan. Määräaikaisuuden etuna on molemminpuolinen hintatason tarkistus. Ennen sopimuksen päättymistä yritys voi pyytää tarjouksia muilta ehdokkailta ja käyttää niitä neuvotteluvaihtina vanhan yhteistyökumppanin kanssa. Mikäli hinnasta ei päästä sopimukseen, eikä työn laatuun olla tyytyväisiä, ulkoistus voidaan tarjota kolmannelle osapuolelle. Kun yrityksessä huomataan päällekkäisiä toimintoja, niitä yritetään karsia mahdollisuuksien mukaan. Johto tekee selvityksen vähennystarpeista ja käynnistää YT-neuvottelut toimintojen tehostamiseksi. Osalle voidaan yleensä tarjota työtä muissa tehtävissä, mutta osalle ei löydy sijoituspaikkaa uudessa organisaatiossa. Tällöin henkilöstöä voidaan joutua vähentämään.

Inhimillisiä tapoja henkilöstövähennyksiin ovat lomautukset, erilaiset eläkejärjestelyt, vuorotteluvapaat ja vapaaehtoinen irtisanoutuminen. Toiset voivat tyytyä palkan alennukseen tai työpäivän lyhentämiseen. Monesti työtehtävien vähentämisessä on

kyseessä suuremmat asiat kuin yksittäinen ihminen. Sen vuoksi irtisanomista ei pidä ottaa liian henkilökohtaisesti. Yritys voi myös epäonnistua ulkoistamisessa ja huomata, ettei siitä syntynytkään arvioituja säästöjä. Toinen syy voi olla osaavan työvoiman puute. Tällöin vanhaa henkilöstöä voidaan joutua palkkaamaan takaisin. Tämän päivän trendi on kuitenkin työn siirtäminen halvemmän työvoiman maihin. Tästä on seurauksena osaamisen ja rahavirtojen valuminen ulkomaille.

Miten työkaverin irtisanominen sitten vaikuttaa työilmapiiriin? On selvää, että se laskee työmotivaatiota ainakin joksikin aikaa. Toisilla työtaakka voi kasvaa kohtuuttomasti ja jossain vaiheessa olla edessä loppuun palaminen. Työnantajan olisikin tarkkaan seurattava työntekijöiden jaksamista, jotta tätä ei pääse tapahtumaan. Stressi ja jatkuva huoli tulevaisuudesta voi joskus olla pahempi vaihtoehto kuin välitön irtisanominen. Sen vuoksi yrityksen avainhenkilöstölle saatetaan ilmoittaa, että heidän työpaikkansa eivät ole vaarassa. Mistä yritys sitten voi saada ydintoimintoja varten säästöjä, jos henkilöstöä ei vähennetä? Minä säästäisin ohjelmistojen lisenssisopimuksista, koska todennäköisesti vaihtoehtoja löytyy. Työvälineitä ei myöskään tarvitse uusia joka toinen vuosi. Lomarahojen muuttaminen vapaaksi on hyvä keino säästää, koska työväen motivaatio säilyy hyvänä. Ulkoistamisissa on hyvä muistaa, että huoltoyritys ei tee mitään ylimääräistä kuin rahasta. Työntekijöiden on puolestaan hyvä muistaa, että johdon tarkoitus on turvata yrityksen selviäminen vaikeiden aikojen yli ja jäljelle jäävän henkilöstön työpaikat.

Elisa on ulkoistanut kentällä tehtävän asennustoiminnan ja viankorjauksen eri huoltoyrityksille. Konesaleihin ja toimitiloihin tehtävät LVIS-asennukset ja osittain asiakaspalvelu ja helpdesk-neuvonta ostetaan talon ulkopuolelta. Kulunvalvonta, hälyttämötoiminta ja turvalaiteasennukset on myös ostettu talon ulkopuolelta, mutta niiden hallinnointi on haluttu pitää talon sisällä. Vaikka Elisan ydinliiketoimintaa ovat Internet- ja konesaliverkot, palvelimien asennus ja niissä ajettavien sovellusten hallinnointi ostetaan talon ulkopuolelta. Viimeisin ulkoistuskohde on varalaitevarasto, joka sijoitettiin keskeisemmälle paikalle palvelemaan kenttäviankorjauksen tarpeita.

6 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä on tuotu esille sellaisia asioita, joihin ei kiinnitetä riittävää huomiota työskenneltäessä konesaleissa. Kokonaisuuden hahmottaminen on helpompaa, kun ymmärtää järjestelmiä ylläpitävien laitteiden toimintaperiaatteen ja sen, mistä suuruusluokasta on kulloinkin kyse. Oikeat toimintatavat ehkäisevät vaaratilanteita ja auttavat saamaan vian korjattua mahdollisimman nopeasti. Konesalirakentamisen kokemus karttuu vain sillä, että tekee verkkolaitteasennuksia ja kiinnittää jatkuvaa huomiota hyvään asennustapaan. Asiantuntijan on paljon helpompi ymmärtää asentajaa kentällä, kun hän on itsekin tehnyt asennustöitä konesalissa. Samalla hän voi ottaa paremmin kantaa asentajan ehdottamiin ratkaisuihin ja ohjata tätä työskentelemään halutulla tavalla.

Olen esittänyt oikeiksi toimintatavoiksi sellaisia menetelmiä, jotka olen hyväksi havainnut yli kuuden vuoden ajalta tehdessäni asennustöitä konesaleissa. Monella asentajalla on paljon pitempi kokemus vastaavista töistä, ja hän saattaa pitää omia toimintatapojaan oikeina. Mielestäni oikea tapa on sellainen, jossa on mietitty tilannetta paljon pidemmälle ja ennakoitu myöhemmin eteen tulevia ongelmia. Tällöin asennus onnistuu aina ja on todennäköisesti hyvän asennustavan mukainen. Tässä insinööriyössä ei ole voitu perehtyä kovin syvällisesti asennusvirheisiin, mutta olen pyrkinyt tuomaan esille yleisimpiä virheitä ja niihin korjausehdotuksia. Elisassa ei ole laadittu kattavaa ohjeistusta konesalirakentamisesta. Hyviä käytäntöjä tullaan laatimaan tämän insinööriyön pohjalta ja ohjeistamaan asentajia toimimaan niiden mukaisesti. Ulkoistavan yrityksen on tarjottava riittävä ohjeistus, kuinka se haluaa alihankkijoiden tekevän asennuksiaan.

Lähteet

Haastattelut

- 1 Aromaa, Olli. Turvallisuuspäällikkö, Elisa Oyj:
Paloturvallisuus ja sammutusjärjestelmät, Helsingissä 17.4.2007
- 2 Mikkola, Erkki. LVIA-asiantuntija, Elisa Oyj:
Konesalien ilmastointi ja jäähdytysjärjestelmät, Helsingissä 5.4.2007
- 3 Yliviitala, Erkki. Turvalaiteteknikko, Elisa Oyj:
Kulunvalvonta ja murtohälyttimet, Helsingissä 17.4.2007
- 4 Eskelinen, Terhi. Teletilapalvelut, Elisa Oyj:
Konesalien kaapelikourut ja -tikkaat, Helsingissä 5.4.2007
- 5 Lind, Mats. Sähköasiantuntija, Elisa Oyj:
Konesalien sähkönsyöttö, DC-sähkö, Helsingissä 5.4.2007
- 6 Jyrälä, Ari. Sähkön käyttöpäällikkö, Elisa Oyj:
Konesalien sähkönsyöttö, AC-sähkö, Helsingissä 17.4.2007
- 7 Holopainen, Petri. Projektipäällikkö, Elisa Oyj:
Kaapelointien suunnittelu ja rakennuttaminen, Helsingissä 2005
- 8 Turkka, Juha. Järjestelmäasiantuntija, Elisa Oyj:
Keskusten ja jakamoiden hierarkia, Helsingissä 5.4.2007
- 9 Rajala, Tanja. Asentaja, Elisa Oyj:
Kentällä tehtävät laajakaista-asennukset, Helsingissä 8.4.2003
- 10 Tulonen, Raimo. Järjestelmäasiantuntija, Fujitsu Services Oy:
Laitekaappien asennukset, Helsingissä 2003–2004

Julkaisut

- 11 Aromaa, Olli. Halonin korvaavat vaihtoehdot. Opinnäytetyö. Pelastusopisto, Päälystökurssi 3, 8.12.1997
- 12 Aromaa, Olli. Elisa Oyj:n teknisten tilojen turvallisuusvaatimukset. Ohje. Elisan Turvallisuuspalvelut 6.1.2007.
- 13 Toimitilakiinteistöjen tietoverkko-opas. Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry. Tammer-Paino Oy, Tampere. ISBN 952-5382-05-2.
- 14 Elisan monivaiheinen historia. (WWW-dokumentti.) Elisa Oyj
<http://www.elisa.fi/elisa-oyj/tietoa_elisasta/historia/> 20.3.2009.
Luettu 16.4.2009.
- 15 Viestintämarkkinalaki. (WWW-dokumentti.) FINLEX
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030393>> 23.5.2003/393.
Luettu 16.4.2009.
- 16 Työturvallisuuslaki. (WWW-dokumentti.) FINLEX
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>> 23.8.2002/738.
Luettu 16.4.2009.
- 17 Laki turvallisuusselvityksistä. (WWW-dokumentti.) FINLEX
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020177>> 8.3.2002/177.
Luettu 16.4.2009.
- 18 Teleyritysten tietoturva SMS 47 B / 2004 M. (WWW-dokumentti.) Viestintävirasto
<<http://www.ficora.fi/attachments/suomiry/1156442754964/SMS47B.pdf>>
27.8.2004. Luettu 16.4.2009.
- 19 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. (WWW-dokumentti.) FINLEX
<<http://www.finlex.fi/data/normit/1921-D2s.pdf>> 2003. Luettu 16.4.2009.
- 20 Korhonen, Arto. Savunpoisto rakennuksista, RAK-43.500 (WWW-dokumentti.)
<http://www.tkk.fi/Yksikot/Talo/opetus/Patuper/2005/Seminaarit/AK/Rakennusten_savunpoistojarjestelmat.pdf> 25.4.2005. Luettu 16.4.2009.

- 21 Käsiammuttimet. (WWW-dokumentti.) Turvatekniikan Keskus, TUKES
<http://www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen_laitteet/ohjeet/kasisammuttimet.pdf>
2005. Luettu 16.4.2009.
- 22 Sammutuspeitteen käyttö. (WWW-dokumentti.) Turvatekniikan Keskus, TUKES
<<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Aineistot/Kuvapankki/Sammutuspeitteen-kaytto/>>
26.2.2007. Luettu 16.4.2009.
- 23 Types of screw drives. (WWW-dokumentti.) Wikipedia, the free encyclopedia
<<http://en.wikipedia.org/wiki/Screw>> 13.4.2009. Luettu 16.4.2009.
- 24 Asennuslattiat, RT X33-37334. (WWW-dokumentti.) Kontva Oy
<<http://www.kontva.fi/files/37334.pdf>> 2007–2010. Luettu 16.4.2009.
- 25 Tietoliikennekaapit ja telineet. (WWW-dokumentti.) Rittal Oy
<http://www.rittal.fi/services_support/pdf/Esitteet/BDK_08_netti.pdf>.
Luettu 16.4.2009.
- 26 Valokaapelit tele- ja tietoverkoissa. (WWW-dokumentti.) Helkama Bica Oy
<<http://www.helkamabica.fi/pdf/FlashCord-fi.pdf>> 2004. Luettu 16.4.2009.
- 27 Transceiver Modules' Installation Notes. (WWW-dokumentti.) Cisco Systems, Inc.
<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps5455/prod_installation_guides_list.html>. Luettu 16.4.2009.
- 28 Volotinen, Vesa. Yleistä siirtojärjestelmistä. (WWW-dokumentti.) WSOY
<<http://w3.wsoy.fi/ammattikirjat/tietoliikenne/luku3.pdf>> 2000.
Luettu 16.4.2009.
- 29 Network utilization. (WWW-dokumentti.) Elisa Oyj
<<http://www.eunetip.net/utilization.shtml>>. Luettu 16.4.2009.

Liitteet

- Liite 1: Konesalin työkalupakki
laatinut Sippola, Juha / Elisa Oyj
- Liite 2: Konesalien sähkönsyöttö
laatinut Teikari, Markku / Elisa Oyj
- Liite 3: Laitteiden kytkentä pistorasioihin
laatinut Rintamäki, Jarkko / Elisa Oyj
- Liite 4: K419-konesalin pohjakuva
luovuttanut Eskelinen, Terhi / Elisa Oyj
- Liite 5: K419-kiertoilmakoneiden toimintaselostus
luovuttanut Mikkola, Erkki / Elisa Oyj
- Liite 6: K419-kiertoilmakoneiden toimintakaavio
luovuttanut Mikkola, Erkki / Elisa Oyj
- Liite 7: K419-kiertoilmakoneiden valvontakuva
luovuttanut Mikkola, Erkki / Elisa Oyj

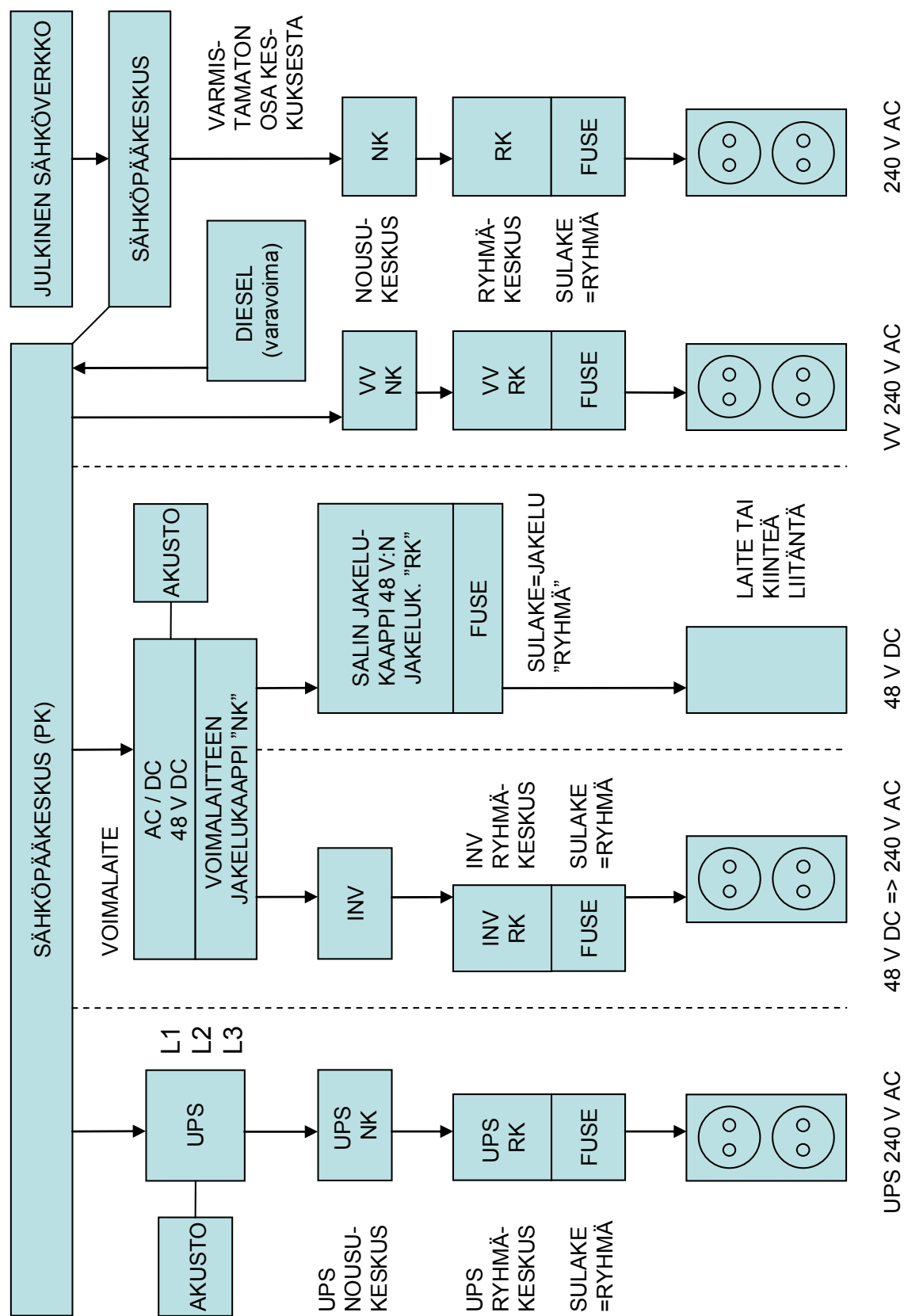
Liite 1: Konesalin työkalupakki

- Jakoavain
- Pihdit
- Lukkopihdit
- Kärkipihdit
- Sivuleikkurit
- Räikkä ja hylsyjä (momentti)
- Lenkkiavainsetti
- Akkuruuviväännin ja vaihtopään pidennyskappaleita
- Ruuviväännin 2 kpl, pitkä- ja lyhytvartinen erilaisilla vaihtopäillä
- Rautasaha ja vaihtoteriä
- Peruskarkea viila
- Nippusiteitä, lyhyitä ja pitkiä
- Velcroja, kiinniruuvattavia ja suikaleita
- Mittanauha, pituus 5–10 m
- Korimuttereita ja -ruuveja
- Taskulamppu ja varaparistoja
- Tarrakirjoitin varaparistoilla, sekä 12 mm nauhoja (valkoinen, musta teksti)
- Permanent-tusseja (musta)
- Eristysnauharulla
- Puukko
- RJ-45-puristuspihdit ja -liittämiä, sekä -jatkopaloja
- Krone-työkalu
- Kuidunputsausvälineet
- Työhansikkaat


Erikseen:

- Cat6 kaapelikela (300 m)
- Lattakaapelikela, 8 johdinta (100 m)

Liite 2: Konesalien sähkönsyöttö




Liite 3: Laitteiden kytkentä pistorasioihin



19.07.2006 / AJy / KPa

LAITTEIDEN KYTKENTÄ PISTORASIOIHIN



PISTORASIOIDEN VARMISTUSTASOT

* Varmistamaton: Ei varmistusta jakeluverkon sähkökatkoksen varalle

* Dieselvarmistettu: Jakeluverkon katkokessa n. 10 - 30 s sähkökatkos (= varavoiman käynnistysaika)
Lisäksi tahdistumattomissa kohteissa vko-testien yhteydessä n. 1 s sähkökatkos sekä vko-testin alussa että lopussa (vko-testin kesto n. 1/2 h)

* UPS-varmistettu: Katkeamaton (ja häiriötön) sähkö (= akkuvarmistus + varavoima)

MERKINNÄT

* pistorasioihin on merkitty (= tarra joko edessä tai yläpuolella)

* syöttävän keskuksen tunnus

* syöttävän sulakeryhmän numero

* UPS-pistorasioissa on lisäksi aina merkintä "UPS" (joko erikseen tai keskustunnuksessa)

* merkintä "ATK" ei tarkoita UPS-pistorasiaa (= oma ryhmä keskuksessa)

ASENUKSET

Useimmiten kukin pistorasia / 2-osainen pistorasia on kytketty omalle sulakkeelle (= EI ketjutettu)

Tyypillisesti konesaleissa on ryhmässä / laitepaikassa

* 1 - 3 UPS-varmistettua pistorasiaa (tärkeät kuormat)

* 1 varvoimavarmistettu pistorasia (vähemmän tärkeät kuormat / huoltotoiminta)

ESIMERKKI

* kukin 2-osainen pistorasia on omalla sulakkeella max. 16 A / 3 kW

* kolme (3) ensimmäistä pistorasiaa on UPS-varmistettuja (UPS-keskus 2-54 / ryhmät 45 - 47)

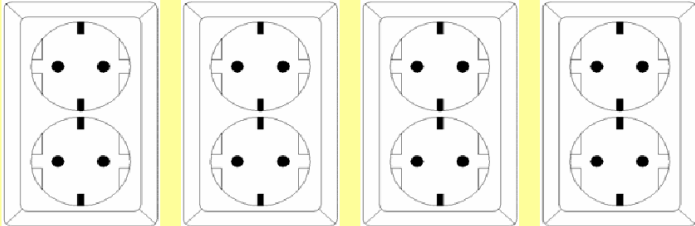
* neljäs (4.) pistorasia on varvoimakonevarmistettu (keskus 2-55 / ryhmä 12)

UPS RK 2-54 /
F 45

UPS RK 2-54 /
F 46

UPS RK 2-54 /
F 47

RK 2-55 /
F 12



KYTKE NÄIN:

Kun laitteissa on tupla-powerit ja tarjolla on useampia pistorasioita, **toinen poweri kytketään UPS-pistorasiaan ja toinen poweri varvoimavarmistettuun pistorasiaan.**

Jos UPS-pistorasiaa ei ole ja tarvitaan katkeamatonta sähköä, **tilaa sellainen Teletilapalveluilla.**

Laitekaapeissa olevat pistorasiarimat kytketään kukin omaan pistorasiaan eikä niitä saa kytkeä peräkkäin (> ylikuormitus polttaa sulakkeen).

Kopioi ja merkitse pistorasioissa olevat keskus- ja sulakemerkinnot myös pistorasiarimoihin.

Laitteet pyritään kytkemään niin, että kukin kolmesta vaiheesta kuormittuu tasaisesti. Tyypillisesti joka kolmas sulake on aina samalla vaiheella > ei kaikkia kytkentöjä aina ensimmäiselle vaiheelle. Tarvittaessa lisätietoja alla olevilta henkilöiltä.

Pistorasiaryhmäsulaketta ei saa kuormittaa yli 3 kW.

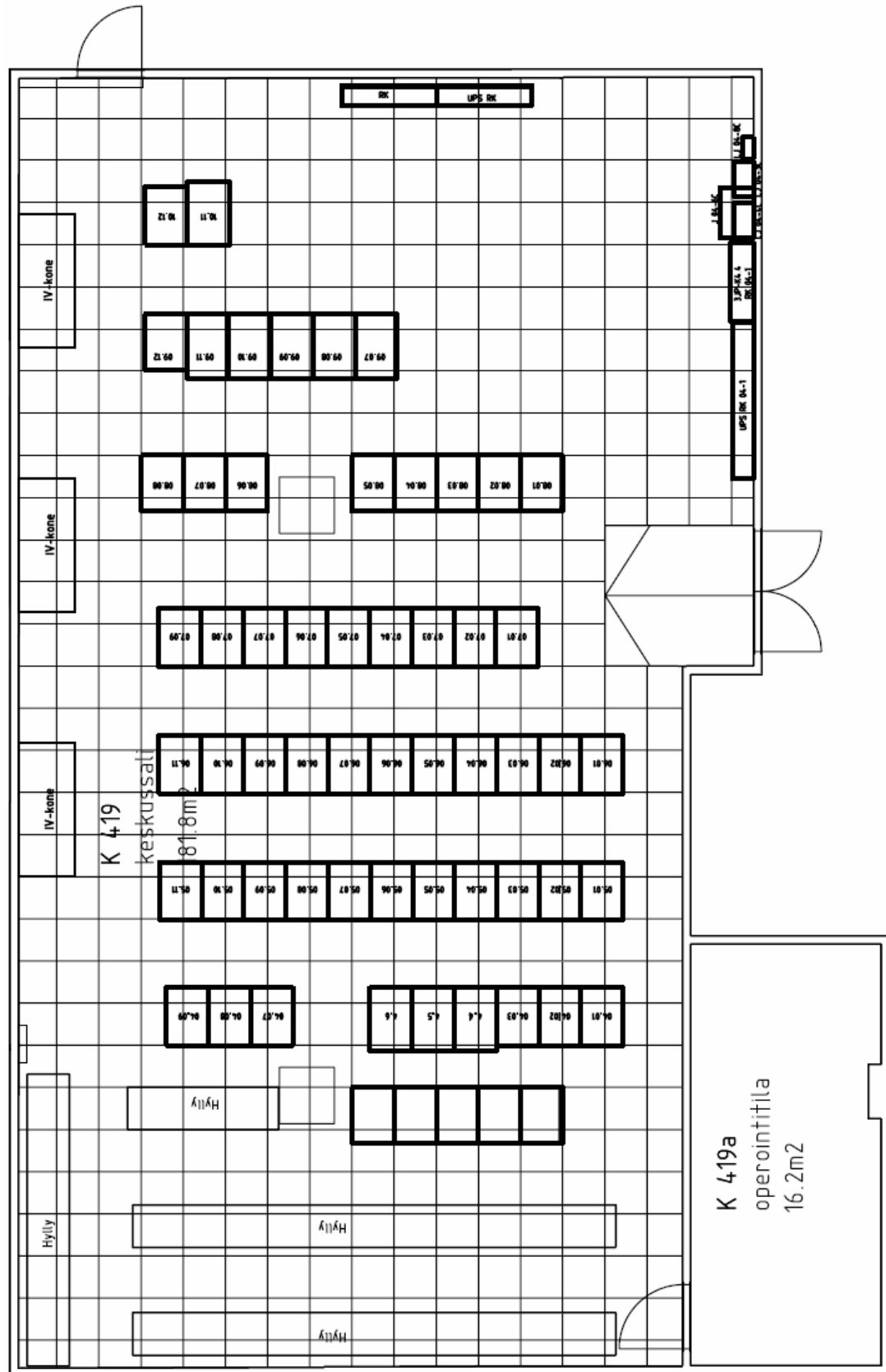
UPS-pistorasioita ei saa käyttää muuhun tarkoitukseen.

Mikäli mahdollista, kytke laitteet 48V tasajännitteeseen.

MERKITSE LAITEKAAPIT SELKEÄSTI
(käyttäjät merkitsevät) YLLÄPIDON JA HALLITTAVUUDEN PARANTAMISEKSI.
(merkinnistä erillinen ohje)

LISÄTIETOJA:
Ari Jyrälä
Markku Saarinen
Mats Lind

Liite 4: K419-konesalin pohjakuva



Liite 5: K419-kiertoilmakoneiden toimintaselostus

TOIMINTASELOSTUS																																																																																																																																																																																																																
<p>Kiertoilma-kojeista (KKD53...KKD55) yksi on käynnistetty käsin järjestelmässä jatkuvasti (KKD53 TE20) mukaan. Kojeiden käynnistysvaihtoehtoja on käytettävä huoneilämpötilan (KKD53 TE20) mukaan. Käynnistysjärjestys vaihtuu käyttötuntien ja vikatiloihin mukaan. Käynnistysjärjestys vaihtuu myös käynnistysjärjestelmän ja vikatiloihin mukaan. Käynnistysjärjestys vaihtuu myös käynnistysjärjestelmän ja vikatiloihin mukaan. Käynnistysjärjestys vaihtuu myös käynnistysjärjestelmän ja vikatiloihin mukaan.</p> <p>Operointitilassa olevalla käyttökytkimellä (HS20) voidaan avata koneen ja operointitilan väliset sulkupeitteet (FV02), jolloin koneen jähdytettävä ilmaa virtaa operointitilaan. Käyttökytkimen yhteydessä oleva merkkivalo osoittaa sulkupeitteen asennon.</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>SÄÄDÖN TOIMINTA</p> <p>Jatkuvasti käynnissä olevien jähdytysventtiilien on käsin avattuna (paikallisesti) ja lämpötilasäätimillä käynnistettävien jähdytysventtiilien (TV01) avautuvat järjestelmän lämpötilan (KKD53 TE20) verrannollisessa arvossa. Sisäpuhallusilman lämpötilan ei sallita laskea alle tai nousta yli asetettujen raja-arvojen. Jähdytysventtiili voi avautua vasta kun oo. kiertoilmakojie käy.</p> <p>VAROITUKSET</p> <p>Mikäli paine-ero suodattimen yli ylittää paine-eroilmoituksen ylemmän asetusarvon tulee siitä suodatinvaihtotyö ja mikäli se alittaa ilmoituksen alemman asetusarvon tulee siitä virtausvaihtotyö. Häilykset on ohjeellisesti sidottu oo.kojeen käyntiin.</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>VENTTIILILUETTELO:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tunnus</th> <th>2-3 tie</th> <th>Typpi</th> <th>Suunniteltu virtaus dm³/s</th> <th>Paine-ero kPa</th> <th>Kv-arvo</th> <th>Valittu Kv-arvo</th> <th>Paine-ero kPa</th> <th>Huomi.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KKD53TV01</td> <td>2</td> <td>WG41.40</td> <td>2,4</td> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>KKD54TV01</td> <td>2</td> <td>WG41.40</td> <td>2,4</td> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>KKD55TV01</td> <td>2</td> <td>WG41.40</td> <td>2,4</td> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Tunnus	2-3 tie	Typpi	Suunniteltu virtaus dm ³ /s	Paine-ero kPa	Kv-arvo	Valittu Kv-arvo	Paine-ero kPa	Huomi.	KKD53TV01	2	WG41.40	2,4	15					KKD54TV01	2	WG41.40	2,4	15					KKD55TV01	2	WG41.40	2,4	15																																																																																																																																																																											
Tunnus	2-3 tie	Typpi	Suunniteltu virtaus dm ³ /s	Paine-ero kPa	Kv-arvo	Valittu Kv-arvo	Paine-ero kPa	Huomi.																																																																																																																																																																																																								
KKD53TV01	2	WG41.40	2,4	15																																																																																																																																																																																																												
KKD54TV01	2	WG41.40	2,4	15																																																																																																																																																																																																												
KKD55TV01	2	WG41.40	2,4	15																																																																																																																																																																																																												
<p>LAITELUETTELO:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tunnus</th> <th>Laite</th> <th>Typpi</th> <th>Alue</th> <th>As.arvo/hdi.</th> <th>Tekn.tiedot</th> <th>Huomi.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KKD53</td> <td>Venttiilin toimilaite</td> <td>SKD 62</td> <td>0..100 %</td> <td></td> <td>24 VAC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TV01</td> <td>Pellin toimilaite</td> <td>GBB 331.1E</td> <td>On-Off</td> <td></td> <td>230 VAC</td> <td>2 kpl</td> </tr> <tr> <td>FV02</td> <td>Lämpötila-anturi</td> <td>QAM 22</td> <td>On-Off</td> <td></td> <td>230 VAC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TE10</td> <td>Lämpötila-anturi</td> <td>QAA 24</td> <td></td> <td></td> <td>Huone</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TE20</td> <td>Käyttökäytin</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HS20</td> <td>Paine-erolähteen</td> <td>QBM 64-500</td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PDE01</td> <td>Paine-erolähteen</td> <td>MM</td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PI01</td> <td>Lämpömittari</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TI</td> <td>Lämpömittari</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Huone</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MA01</td> <td>Vesivoimattoman</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>LE01</td> <td>Vesivoimattoman</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>LE02</td> <td>Vesivoimattoman</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>KKD54</td> <td>Vesivoimattoman</td> <td>Nauha</td> <td></td> <td></td> <td>pit. 20 m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TV01</td> <td>Venttiilin toimilaite</td> <td>SKD 62</td> <td>0..100 %</td> <td></td> <td>24 VAC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FV01</td> <td>Pellin toimilaite</td> <td>GBB 331.1E</td> <td>On-Off</td> <td></td> <td>230 VAC</td> <td>2 kpl</td> </tr> <tr> <td>TE10</td> <td>Lämpötila-anturi</td> <td>QAM 22</td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PDE01</td> <td>Paine-erolähteen</td> <td>QBM 64-500</td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PI01</td> <td>Paine-erolähteen</td> <td>MM</td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TI</td> <td>Lämpömittari</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Huone</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LE01</td> <td>Lämpömittari</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>KKD55</td> <td>Vesivoimattoman</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TV01</td> <td>Venttiilin toimilaite</td> <td>SKD 62</td> <td>0..100 %</td> <td></td> <td>24 VAC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FV01</td> <td>Pellin toimilaite</td> <td>GBB 331.1E</td> <td>On-Off</td> <td></td> <td>230 VAC</td> <td>2kpl</td> </tr> <tr> <td>TE10</td> <td>Lämpötila-anturi</td> <td>QAM 22</td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PDE01</td> <td>Paine-erolähteen</td> <td>QBM 64-500</td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PI01</td> <td>Paine-erolähteen</td> <td>MM</td> <td></td> <td></td> <td>Kanava</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TI</td> <td>Lämpömittari</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Huone</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LE01</td> <td>Lämpömittari</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Tunnus	Laite	Typpi	Alue	As.arvo/hdi.	Tekn.tiedot	Huomi.	KKD53	Venttiilin toimilaite	SKD 62	0..100 %		24 VAC		TV01	Pellin toimilaite	GBB 331.1E	On-Off		230 VAC	2 kpl	FV02	Lämpötila-anturi	QAM 22	On-Off		230 VAC		TE10	Lämpötila-anturi	QAA 24			Huone		TE20	Käyttökäytin						HS20	Paine-erolähteen	QBM 64-500			Kanava		PDE01	Paine-erolähteen	MM			Kanava		PI01	Lämpömittari				Kanava		TI	Lämpömittari				Huone		MA01	Vesivoimattoman						LE01	Vesivoimattoman						LE02	Vesivoimattoman						KKD54	Vesivoimattoman	Nauha			pit. 20 m		TV01	Venttiilin toimilaite	SKD 62	0..100 %		24 VAC		FV01	Pellin toimilaite	GBB 331.1E	On-Off		230 VAC	2 kpl	TE10	Lämpötila-anturi	QAM 22			Kanava		PDE01	Paine-erolähteen	QBM 64-500			Kanava		PI01	Paine-erolähteen	MM			Kanava		TI	Lämpömittari				Huone		LE01	Lämpömittari						KKD55	Vesivoimattoman						TV01	Venttiilin toimilaite	SKD 62	0..100 %		24 VAC		FV01	Pellin toimilaite	GBB 331.1E	On-Off		230 VAC	2kpl	TE10	Lämpötila-anturi	QAM 22			Kanava		PDE01	Paine-erolähteen	QBM 64-500			Kanava		PI01	Paine-erolähteen	MM			Kanava		TI	Lämpömittari				Huone		LE01	Lämpömittari					
Tunnus	Laite	Typpi	Alue	As.arvo/hdi.	Tekn.tiedot	Huomi.																																																																																																																																																																																																										
KKD53	Venttiilin toimilaite	SKD 62	0..100 %		24 VAC																																																																																																																																																																																																											
TV01	Pellin toimilaite	GBB 331.1E	On-Off		230 VAC	2 kpl																																																																																																																																																																																																										
FV02	Lämpötila-anturi	QAM 22	On-Off		230 VAC																																																																																																																																																																																																											
TE10	Lämpötila-anturi	QAA 24			Huone																																																																																																																																																																																																											
TE20	Käyttökäytin																																																																																																																																																																																																															
HS20	Paine-erolähteen	QBM 64-500			Kanava																																																																																																																																																																																																											
PDE01	Paine-erolähteen	MM			Kanava																																																																																																																																																																																																											
PI01	Lämpömittari				Kanava																																																																																																																																																																																																											
TI	Lämpömittari				Huone																																																																																																																																																																																																											
MA01	Vesivoimattoman																																																																																																																																																																																																															
LE01	Vesivoimattoman																																																																																																																																																																																																															
LE02	Vesivoimattoman																																																																																																																																																																																																															
KKD54	Vesivoimattoman	Nauha			pit. 20 m																																																																																																																																																																																																											
TV01	Venttiilin toimilaite	SKD 62	0..100 %		24 VAC																																																																																																																																																																																																											
FV01	Pellin toimilaite	GBB 331.1E	On-Off		230 VAC	2 kpl																																																																																																																																																																																																										
TE10	Lämpötila-anturi	QAM 22			Kanava																																																																																																																																																																																																											
PDE01	Paine-erolähteen	QBM 64-500			Kanava																																																																																																																																																																																																											
PI01	Paine-erolähteen	MM			Kanava																																																																																																																																																																																																											
TI	Lämpömittari				Huone																																																																																																																																																																																																											
LE01	Lämpömittari																																																																																																																																																																																																															
KKD55	Vesivoimattoman																																																																																																																																																																																																															
TV01	Venttiilin toimilaite	SKD 62	0..100 %		24 VAC																																																																																																																																																																																																											
FV01	Pellin toimilaite	GBB 331.1E	On-Off		230 VAC	2kpl																																																																																																																																																																																																										
TE10	Lämpötila-anturi	QAM 22			Kanava																																																																																																																																																																																																											
PDE01	Paine-erolähteen	QBM 64-500			Kanava																																																																																																																																																																																																											
PI01	Paine-erolähteen	MM			Kanava																																																																																																																																																																																																											
TI	Lämpömittari				Huone																																																																																																																																																																																																											
LE01	Lämpömittari																																																																																																																																																																																																															
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>AIR-IX TALOTEKNIIKKA AIR-IX TALOTEKNIIKKA OY</p> <p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAVIO JA TOIMINTASELOSTUS</p> <p>MITTAAMAT SBB 18.8.2003 PMT 18.8.2003 TARK 18.8.2003</p> <p>RAU PIIR NO PAA0432</p> <p>KESKUS MUU OS</p>																																																																																																																																																																																																																
<p>RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO ELISA NETWORKS OY</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ KIERTOILMAKONEET KKD53...KKD55 HUONE K419 SÄÄTÖKAAV</p>																																																																																																																																																																																																																

Liite 7: K419-kiertoilmakoneiden valvontakuva

