



Samuel Nyström

Telian voimalaiterakennuttamisen laatukäsikirja

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

11.4.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Samuel Nyström
Otsikko: Telian voimalaiterakennuttamisen laatukäsikirja
Sivumäärä: 31 sivua
Aika: 11.4.2022

Tutkinto: Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat: Lehtori Eero Kupila
Osaston Päällikkö Hannu Kauppila

Insinööriyön aiheena oli toteuttaa Telia Finland Oyj:lle laatukäsikirja, jonka avulla voidaan todentaa, että voimalaiterakentamisen työn laatu saavuttaa Telian sekä viranomaisten määräämät kriteerit. Laatukäsikirjaa on tarkoitus käyttää voimalaitteita rakennuttavan osaston apuvälineenä.

Työssä perehdyttiin voimalaiterakentamisen kokonaisuuteen, joka kattaa laittilan sähköistyksen, laittilan jäähdytyksen, tasasuuntaajan sekä tehonsyötön varmistamisen. Työssä perehdyttiin Liikenne- ja viestintäviraston antamiin määräyksiin koskien voimalaiterakentamista sekä tarkasteltiin näiden määräysten vaikutuksia voimalaiterakentamiseen. Työssä annettiin laittilan sähköistykseen, tasasuuntaajiin, akustoihin sekä jäähdytykseen liittyviä toimintaohjeita laadukkaiden ja toimintavarmojen asennusten aikaansaamiseksi. Työssä käsitellään asennussuunnitelmien, työn seurannan, dokumenttien ja laadunvarmistuksen vaikutuksia ja tärkeyttä laadukkaaseen voimalaitetyön lopputulokseen.

Tuotettu laatukäsikirja tarjoaa rakennuttajalle oppaan voimalaiterakentamisen työn rakenteeseen, vaatimukseen, viranomais- määräysten täyttymiseen sekä kestävään ja laadukkaaseen lopputulokseen.

Avainsanat: viestintäverkot, tasasuuntaaja, laittila, tehonsyöttö, laatukäsikirja

Abstract

Author: Samuel Nyström
Title: Power Unit Quality Manual for Telia Finland Plc
Number of Pages: 31 pages
Date: 11 April 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Specialisation option: Electrical power engineering
Instructors: Hannu Kauppila, Department Manager
Eero Kupila, Senior Lecturer

The purpose of this thesis work was to implement a quality manual for Telia Finland Plc. The manual can be used to verify that the quality of power unit construction work meets the company's own criteria and those set by the authorities. The quality manual is intended to be used as a tool in the power unit construction department. The work focused on the power unit construction as a whole, which covers the electrification of the equipment space, the cooling of the equipment space, the rectifier and ensuring the power supply. The work became acquainted with the regulations issued by the Finnish Transport and Communications Agency regarding the construction of power units and examined the effects of these regulations on the construction of power units. The thesis work examined how regulation affects to construction and what requirements it imposes for power unit construction. The work deals with the effects and importance of installation plans, work monitoring, documentation and quality assurance on the quality of the power unit work. The work provided operating instructions related to the electrification of the equipment room, rectifiers, batteries and cooling, to achieve high-quality and reliable installations. The produced quality manual provides a guide to the structure of power unit construction, requirements for this, compliance with official regulations, and how to achieve sustainable and high-quality end result of power unit construction work.

Keywords: power unit construction, quality manual, power supply, communication networks

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Viestintäviraston määräys sekä laitetilat	3
2.1	Määräyksen tarkoitus	3
2.2	Laitetilat ja tukiasematyypit	4
3	Tasasuuntaajat ja akustot	8
3.1	Tehonsyöttö ja tehonsyötön varmistaminen	8
3.2	Tasasuuntaajat ja akustot	12
4	Laittilojen jäähdytys	19
5	Sähkötyöt teleteknisissä laitetiloissa	22
6	Voimalaitetöiden asennussuunnitelmat	23
6.1	Suunnittelukäynti ja asennussuunnitelma	23
6.2	Ennakoiva rakentaminen	24
7	Rakentamisen työtyypit	25
8	Tasasuuntaajiin sekä akustoon kohdistuva huolto	26
9	Työn seuranta	27
10	Dokumentit sekä lopputarkastukset	28
11	Laadunvarmistus	29
12	Yhteenveto	31
	Lähteet	32

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on luoda Telia Finland Oyj:lle laatukäsikirja, jolla voidaan tarkastaa ja varmistaa, että voimalaiterakentamisen laatu kohtaa Telian asettamat ja lainsäädännön määräämät kriteerit. Laatukäsikirja tarjoaa oppaan voimalaiterakentamisen sisäiseen prosessiin. Voimalaiterakentamisessa on huomioitava kaikki siihen vaikuttavat tekijät, jotka ovat laittilan sähköistys, laittilan jäähdytys, itse tasasuuntaaja sekä tehonsyötön varmistaminen.

Voimalaiterakentaminen on kokenut suuren muutoksen Telian sisällä vuosien 2019–2022 aikana. Tämä johtuu pääsääntöisesti siitä, että rakentamisen suunnittelua, dokumentointia, työseurantaa ja työmenetelmiä on kehitetty. Nämä muutokset ovat tehty yksitellen eikä yhtenevää kattavaa yksittäistä dokumenttia ole luotu. Olen saanut Telia Finland Oyj:ltä toimeksiannon toteuttaa yhtenäisen dokumentin laatukäsikirjan muodossa, jonka avulla voidaan todeta työn laadun kehittyminen ja kehityksen jatkuminen.

Laatukäsikirjassa on tarkoitus tarkastella lainsäädännön kriteereitä ja niiden vaikutuksia voimalaiterakentamiseen, sekä uusien dokumentaatio ja suunnitteluohjeiden vaikutukset työn ja lopullisen toteutuksen laatuun. Laatukäsikirjassa annetaan laittilan sähköistykseen, voimalaitteisiin, akustoihin sekä jäähdytykseen liittyviä toimintaohjeita laadukkaiden ja toimivien asennusten aikaansaamiseksi.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom on luonut määräyksen 54045, jonka tarkoituksena on turvata viestintä- ja palveluverkkojen toiminta häiriötilanteissa.

Työssä käsiteltävät asiat pohjautuvat laadukkaan ja toimintavarman verkon rakentamiseen, riskien minimoimiseen sekä käytettävissä olevien varmistusmekanismien toteutukseen.

Telia Finland Oyj on Suomessa toimiva teknologia- ja mediatyhtiö. Se on yksi Pohjoismaiden suurimmista TV-yhtiöistä ja yksi Suomen johtavista yrityksille ICT-palveluja tarjoavista yrityksistä. Telia Finland Oyj on osa Telia Company -konsernia, jonka kotipaikka on Tukholmassa Ruotsissa. Yhtiö on perustettu

vuonna 1998, jolloin toteutettiin osittainen yksityistäminen. Tällöin yhtiö toimi Sonera Oy -nimellä. Yhtiön liikevaihto oli 1178 milj. € vuonna 2020. Yhtiöllä on Suomessa noin 2500 työntekijää. Organisaation arvoja ovat intohimo, välittäminen ja helppous. Näiden puitteissa yritys tarjoaa asiakkailleen seuraavan sukupolven teleratkaisuja. Telia Finland Oyj on ottanut tehtäväkseen huolehtia, että kaikki sen palvelut tuotetaan ilmastoa ja kiertotaloutta kunnioittaen. Myös toimittajien ja alihankkijoiden tulee noudattaa näitä yhteisiä vastuullisuusperiaatteita. (Telia yrityksenä 2022.)

2 Viestintäviraston määräys sekä laitetilat

Tässä luvussa käsitellään Liikenne- ja viestintäviraston eli Traficomien määräystä viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista ja miten määräys vaikuttaa laitetilaympäristöön.

2.1 Määräyksen tarkoitus

Traficomien määräys on luotu turvaamaan yleisten viestintäverkkojen ja -palveluiden toiminta häiriötilanteissa sekä asettaa vaatimukset yleisten viestintäverkkojen synkronoinnille viestintäyhteyksien ja -palveluiden laadun varmistamiseksi. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 2 §.)

Määräyksellä määrätään muun muassa viestintäverkkojen ja -palveluiden tärkeysluokittelusta, viestintäverkkojen laitteistovarmistuksista, jäähdytyksen varmistamisesta, tehonsyötöstä ja tehonsyötön varmistuksesta sekä fyysisestä suojaamisesta. Yksi tämän määräyksen tavoitteista on myös varmistaa viestintäverkkojen ja -palveluiden hyvä toimintavarmuus koko maassa, myös harvaan asutuilla alueilla. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 2 §.)

Määräystä sovelletaan yleiseen teletoimintaan, eli teleyritykseen, joka tarjoaa verkkopalvelua tai viestintäpalvelua, jossa teleyritys tarjoaa omistamaansa tai

muulla perusteella hallussaan olevaa viestintäverkkoa käytettäväksi viestien siirtoon ja jakeluun (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 2 §.)

Viestintäverkkojen ja -palveluiden toiminta häiriötilanteissa pyritään turvaamaan määräyksen vaatimuksilla, joilla viestintäverkkoihin vaaditaan rakentamaan erilaisia varmistusmekanismeja. Varmistuksen rakentaminen viestintäverkkoihin etukäteen on tärkeää, koska häiriön sattuessa ei yleensä ole aikaa tai mahdollisuutta tehdä tarvittavia varmistuksia niin, että häiriö ei vaikuttaisi viestiliikenteseen. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 2 §.)

2.2 Laitetilat ja tukiasematyypit

Yleisen viestintäverkon tai -palvelun komponentit luokitellaan viestintäpalvelun tyyppin, käyttäjämäärän ja maantieteellisen vaikutusalueen pinta-alan perusteella alenevassa tärkeysjärjestyksessä tärkeysluokkiin 1–5 taulukon 1 mukaisesti. Taulukkoa 1 sovelletaan siten, että viestintäverkon tai -palvelun komponentin tärkeysluokaksi määräytyy se tärkein tärkeysluokka, johon komponentti taulukossa 1 annettujen perusteiden mukaan sijoittuu. Teleyrityksen on määriteltävä, pidettävä ajan tasalla ja dokumentoitava tiedot kaikista omien viestintäverkkojensa ja -palveluidensa tärkeysluokitelluista komponenteista sekä tiloista, joissa on tällaisia komponentteja. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 4 §.)

Laitetilan tärkeysluokka on sama kuin laitetilaan sijoitetun tärkeysluokaltaan tärkeimmän viestintäverkon tai -palvelun komponentin tärkeysluokka. Matkaviestinverkon peruspeiton tukiaseman tärkeysluokka on aina 5. Muita kuin peruspeiton tukiasemia ei tarvitse tärkeys luokitella. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 4 §.)

Tässä työssä keskitytään tärkeysluokan 3, 4 ja 5 laitetiloihin. Taulukon 1 perusteella voidaan todeta, että mitä pienempi laitetilan luokitus on, sitä kriittisempi laitetila on kyseessä.

Laitetilalla tarkoitetaan kiinteistöä, joka sisältää mobiilin tai kiinteän verkon laitteita. Laitetila voi esimerkiksi sijaita kiinteistön sähköpääkeskuksessa tai ilmastointikonehuoneessa. Laitetila voi myös olla maastoon tukiasemamaston läheisyyteen sijoitettu koppi. Laitetilat on tärkeysluokiteltu aikaisemmin mainitun määräyksen mukaan viiteen eri tärkeysluokkaan (taulukko 1).

Taulukko 1. Traficomien määrittämät laitetilojen tärkeysluokat (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 4 §.)

Tärkeysluokka	Viestintäverkon tai -palvelun komponentti
1	<p>Komponentti, joka vaikuttaa viestintäpalveluihin yli 60000 km² alueella tai komponentti, joka vaikuttaa suuruusluokaltaan</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 200 000 käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun tai • ≥ 200 000 käyttäjän tekstiviestipalveluun tai • ≥ 200 000 käyttäjän internetyhteysspalveluun tai • ≥ 500 000 käyttäjän sähköpostipalveluun tai • ≥ 300 000 käyttäjän joukkoviestinpalveluun tai • ≥ 600 000 käyttäjän muuhun viestintäpalveluun.
2	<p>Komponentti, joka vaikuttaa viestintäpalveluihin yli 20 000 km² alueella tai komponentti, joka vaikuttaa suuruusluokaltaan</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 50 000 käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun tai • ≥ 50 000 käyttäjän tekstiviestipalveluun tai • ≥ 50 000 käyttäjän internetyhteysspalveluun tai • ≥ 200 000 käyttäjän sähköpostipalveluun tai • ≥ 100 000 käyttäjän joukkoviestinpalveluun tai • ≥ 300 000 käyttäjän muuhun viestintäpalveluun.
3	<p>Komponentti, joka vaikuttaa</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 1000 käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun tai • ≥ 20 000 käyttäjän puhelinpalveluun, joka tarjotaan internet-yhteysspalvelun päällä tai • ≥ 10 000 käyttäjän tekstiviestipalveluun tai • ≥ 1200 käyttäjän internetpalveluun tai • ≥ 2500 käyttäjän internetpalveluun, joka on tuotettu koaksiaalikaapelipohjaisella kaapelitelevisiionverkolla tai • ≥ 100 000 käyttäjän sähköpostipalveluun tai • ≥ 50 000 käyttäjän joukkoviestipalveluun tai • ≥ 100 000 käyttäjän muuhun viestintäpalveluun.
4	<p>Komponentti, joka vaikuttaa</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 250 käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun tai

	<ul style="list-style-type: none"> • $\geq 10\ 000$ käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun, joka tarjoaa internet-yhteyspalvelun päällä tai • ≥ 250 käyttäjän internetyhteyspalveluun tai • ≥ 1500 käyttäjän internetyhteyspalveluun, joka on tuotettu koaksiaalikaapelipohjaisella kaapelitelevisioverkolla tai • $\geq 30\ 000$ käyttäjän sähköpostipalveluun tai • $\geq 20\ 000$ käyttäjän joukkoviestintäpalveluun tai • $\geq 50\ 000$ käyttäjän muuhun viestintäpalveluun.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Kiinteän puhelinverkon keskitin tai • kiinteän verkon internetyhteyspalvelun liityntäverkon komponentti, joka palvelee yli 100 käyttäjää tai kiinteän langattoman internetyhteyspalvelun tukiasema tai • maanpäällisen joukkoviestintäverkon komponentti, joka palvelee yli 50 kotitaloutta tai • koaksiaalikaapelipohjaisen kaapelitelevisionverkon komponentti, joka palvelee yli 4000 kotitaloutta tai • komponentti, joka vaikuttaa yli 5000 käyttäjän sähköpostipalveluun.

Laitetilojen rakenne ja suojaus

Määräys ottaa kantaa myös laitetilojen rakenteeseen ja laitetilojen fyysiseen suojaamiseen. Tärkeysluokan 3 laitetilaa kaikki johtavat ovet on lukittava avaimeen perustuvalla tai sähkömekaanisella lukolla. Henkilökunnan sekä alirakoitsijoiden kulkua tulee seurata henkilökortilla tai kulkuluvalla ja virallisella henkilötodistuksella. Tämän lisäksi tärkeysluokan 3 laitetilaa on varustettava tunkeutumisesta hälyttävällä järjestelmällä valvontahenkilökunnalle. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 12 §.)

Tärkeysluokan 4 tai 5 laitetiloihin johtavat ovet on lukittava avaimeen perustuvalla mekaanisella tai sähkömekaanisella lukolla. Lisäksi kaapit tai kotelot on varustettava mekaanisella tai sähkömekaanisella lukolla, joihin asiaankuulumattomilla on pääsy. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 12 §.)

Yleiset viestintäverkon ja -palveluiden laitetilojen fyysisten rakenteiden vaatimukset esitetään määräyksessä alla kuvatun taulukon 2 mukaisesti (taulukko 4 13 §.)

Taulukko 2 Traficom määrittämät laitetilojen rakennevaatimukset (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 13 §.)

Tärkeysluokka	Vaatimukset
3	<p>Tilan katon, lattian ja seinien tulee olla betonista, tiilestä, vahvasta puuainesta tai muusta vastaavasti aineesta ja siten rakennettu, ettei seinäelementtejä voida kokonaisina irrottaa ulkopuolelta.</p> <p>Tilaan johtavien ovien rakenteen, asennusten ja lukituksen on oltava tavanomaisilla käsityökaluilla tapahtuvan murron kestäviä.</p> <p>Alle 4 m maanpinnan yläpuolella olevien laitetilojen ikkunat on oltava fyysisesti suojattuja. Lisäksi alle 4 m maanpinnan yläpuolella olevien tilojen, joista on pääsy laitetilaan, ikkunat on oltava fyysisesti suojattuja. Taajama-alueiden ulkopuolella sijaitsevissa rakennuksissa, joissa ei vakituisesti työskennellä, ei saa olla laitetiloihin johtavia ulkoikkunoita.</p> <p>Tilojen suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon vesivahinkojen ehkäisy.</p>
4 tai 5	<p>Tilaan johtavien ovien rakenteen, asennuksen ja lukituksen on oltava ilman erityisiä työkaluja tapahtuvan murron kestäviä.</p> <p>Kaappi tai kotelo, jota asiaankuulumattomat pääsevät esteettä käsittelemään, on oltava ilman erityisiä työkaluja tapahtuvan murron kestäviä.</p>

Tukiasemat

Tukiasemat lajitellaan kolmeen eri tyyppiin, jotka ovat makrotukiasema, mikrotukiasema sekä pikosolutukiasema. Kaupungeissa ja taajamissa suurta aluetta palvelevat niin sanotut makrotukiasemat on sijoitettu usein talojen katoille. Harvaan asutuilla seuduilla käytetään enemmän tukiasemamastoja. Mikrosolutukiasema on tukiasematyyppi, jota käytetään kaupungeissa hoitamaan liikennettä muutamien satojen metrien säteellä. Pikosolutukiasema on pienin tukiasematyyppi ja sitä käytetään rakennusten sisätiloissa ja niiden tarkoitus on parantaa katvealueiden kuuluvuutta. (Matkapuhelinverkon toiminta ja tukiasemat. 2019)

Yksittäinen tukiasema voi käsitellä rajallisen määrän dataa ja puheluita saman aikaisesti. Samassa lähetyspaikassa voi olla useamman teleoperaattorin tukiasema-antenneja. Näin toimitaan usein tukiasemamastoilla, jotka palvelevat suurta aluetta. (Matkapuhelinverkon toiminta ja tukiasemat. 2019.)

3 Tasasuuntaajat ja akustot

3.1 Tehonsyöttö ja tehonsyötön varmistaminen

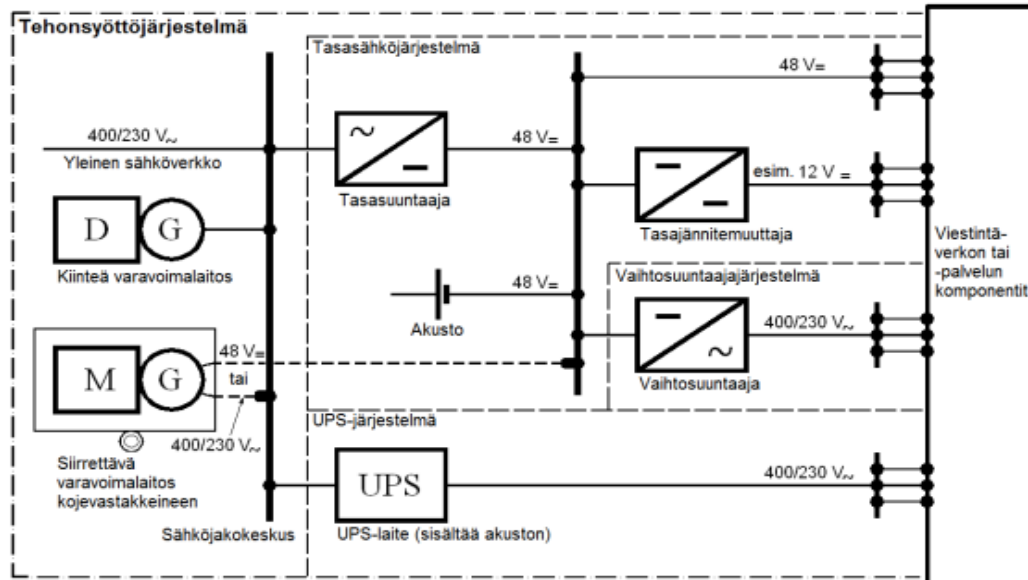
Yleisen viestintäverkon tehonsyöttö on määräyksen luvun 4 § 8 mukaan varmistettava varateholähteellä sekä tehonsyöttölaitteiden vikojen että yleisen sähköverkon sähkökatkosten varalta. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 8 §.)

Varateholähde voidaan toteuttaa esimerkiksi akustojen, UPS-laitteiden, poltto-kennojärjestelmien tai muiden tekniikkaratkaisujen avulla. Näiden ratkaisujen edellytyksenä kuitenkin on, että valittu järjestely on riippumaton varsinaisten tehonsyöttölaitteiden vikatilanteista ja yleisen sähköverkon sähkökatkoksista ja tehonsyötön tulee olla keskeytymätön. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 8 §.)

Tehonsyöttöjärjestelmien valvonta ja hälytykset on toteutettava siten, että teleyritys saa viipymättä tiedon mahdollisesta tehonsyöttöjärjestelmien vikatilanteista tai yleisen sähköverkon sähkökatkoksista. Teleyrityksen on pidettävä ajan tasalla sekä dokumentoitava tehonsyöttöjärjestelmät ja niiden tehonsyötönvarmistukset. Näistä dokumenteista on käytävä ilmi laitteiden sijainti, varmistusvaatimuksien toteutus, tekniset ominaisuudet ja huoltojärjestelyt. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 8 §.)

Tehonsyötön varmistus voidaan tehdä komponentin oman tärkeysluokan vaatimusten sijasta myös tärkeämmän tärkeysluokan vaatimusten mukaisesti. Alla on esitetty periaatekuva tehonsyöttölaitteista ja yleisen sähköverkon liitännästä

muodostuvasta tehonsyöttöjärjestelmästä määräyksessä. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 6 §.) (kuva 1).



Kuva 1: Periaatekuva tehonsyöttöjärjestelmästä, jossa varateholähteenä on akusto ja UPS-laite

Kuva 1. Traficomien periaatekuva laitetilan tehonsyöttöjärjestelmästä (Määräys TRA-FICOM/54045, § 8.)

Varateholähteen avulla tukiasemalaitteiden toimintaa voidaan jatkaa sekä yleisen sähköverkon katkoksisissa että tehonsyöttöjärjestelmien vikatilanteissa. Varateholähteen ansiosta lyhyehköt sähkökatkokset eivät näy palveluiden toiminnassa lainkaan. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 8 §.)

Varateholähteen toimintakunto ja kapasiteetin riittävyys on testattava vähintään kerran vuodessa. Varateholähteen kapasiteetin riittävyys on myös tarkistettava aina, kun tehonsyöttöjärjestelmään kytketään uusia laitteita tai kun nykyisten järjestelmään kytkettyjen laitteiden tehonkulutus kasvaa. Varateholähteen kapasiteetin riittävyydellä tarkoitetaan sitä, että varateholähde pystyy syöttämään tehonsyöttöjärjestelmän kuorman tarvitsevan tehon vähintään vaa-

ditun varmistusajan. Yleisen viestintäverkon ja -palvelun komponentin tehonsyötön vaatimukset esitetään määräyksen mukaisesti taulukossa 3 (taulukko 2, 7 §.)

Taulukko 3. Traficom Tehonsyötön varmistaminen (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 7 §.)

Tärkeys-luokka	Varatehonlähteen varmistusaika	Varavoimailaitokset ja muut vaatimukset
1	≥ 3 tuntia	Kiinteä varavoimailaitos, jonka varmistuksena on: <ul style="list-style-type: none"> • Kiinteä varavoimailaitoksen N+1 -varmistus tai • varatehonlähteen varmistusajan pidentäminen vähintään 6 tuntiin tai • käytettävissä oleva siirrettävä varavoimailaitos liitännämahdollisuuksineen.
2	≥ 6 tuntia	Kiinteä varavoimailaitos tai käytettävissä oleva siirrettävä varavoimailaitos liitännämahdollisuuksineen.
3	≥ 12 tuntia	Siirrettävä varavoimailaitoksen liitännämahdollisuus, jos varavoimailaitoksen käyttö on kohteessa mahdollista.
4	≥ 6 tuntia	Siirrettävä varavoimailaitoksen liitännämahdollisuus, jos varavoimailaitoksen käyttö on kohteessa mahdollista.
5	≥ 3 tuntia	Siirrettävä varavoimailaitoksen liitännämahdollisuus, jos varavoimailaitoksen käyttö on kohteessa mahdollista.

Laitetilan tärkeysluokka sekä virransyötön varmistusaikavaatimukset ovat seuraavat:

- Peruspeitto TL 5, varmistusaika 2 h kaupungissa olevat kiinteistöt.
- Peruspeitto TL 5, taajamaan muut kuin kiinteistökohteet sekä taajaman ulkopuolella, varmistusaika 3 h.
- Peruspeitto TL 5, taajaman ulkopuolella, vaikeakulkuiset kohteet, varmistusaika 6 h.
- Peruspeitto TL 4, kaikki laitetyypit, varmistusaika 6 h.
- Peruspeitto TL 3, taajamakohteet, varmistusaika 6 h jos kiinteävaravoimalaitos niin 3 h.
- Peruspeitto TL 3, taajaman ulkopuolella 12 h jos kiinteävaravoimalaitos niin 3 h.

Varavoimalaitokset

Mikäli kohteella on varavoimalaitos, on ne mitoitettava siten, että kaikki viestintäverkon tai -palvelun komponentin toiminnan turvaamiseksi tarvittavat laitteet tai järjestelmät voivat toimia niiden varassa. Kiinteän varavoimalaitoksen on käynnistytävä sähkökatkoksesta automaattisesti sekä kiinteän varavoimalaitoksen varastosäiliössä olevan polttoaineen määrä on mitoitettava vähintään viikon tarvetta vastaavaksi. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 10 §.)

3.2 Tasasuuntaajat ja akustot

Viestintäverkkojen tasasuuntaajat

Viestintäverkkojen tasasuuntaajan tehtävä on muuntaa vaihtovirta (230 V) tukiasemalaitteiden käyttämään 48 voltin tasavirtaan sekä ylläpitää akustojen varusta. Viestintäverkon tasasuuntaajajärjestelmät ovat plus-maadoitettuja. Tasasuuntaaja koostuu kolmesta eri osasta: tasasuuntaajasta, tasasuuntaajan tehomoduleista sekä akustosta. Itse tasasuuntaajaan kuuluvat sulakkeet, tehomodulit ja valvontamoduuli, joka ohjaa ja valvoo tasasuuntaajajärjestelmän, tasasuuntaajien ja akuston toimintaa. Tasasuuntaajan tehomoduli on tasasuuntaajaan lisättävä osa, jolla tasasuuntaajan maksimikapasiteettia voidaan kasvattaa. (ST-Käsikirja 20. 2005, s. 80.)

Määräyksen mukaan kaikki tasasuuntaajat tulee mitoittaa siten, että koko kuorman tarvitsema teho voidaan syöttää puretun akuston rinnalla ilman varatasasuuntaajan käyttöä. Tasasuuntaajan on lisäksi kyettävä varaamaan purettu akusto kuorman rinnalla kahdessa vuorokaudessa 80 %:iin nimellisestä kapasiteetistaan. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 9 §.)

Vaatimuksena on myös, että kaikki tasasuuntaajat, joiden liityntäverkon järjestelmässä on enemmän kuin 30 asiakasta on varmistettava N+1 varmistuksella. N+1 varmistus tarkoittaa tarvittavaa laitteistovarmistusta, jossa on N kpl tarvittavia laitteita sekä niille yksi varalaitte. Tällöin käytössä on aina yksi ylimääräinen tehomoduli. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 9 §.)

Tukiaseman akustot

Akku on sähkökemiallinen energiavarasto, johon voidaan toistuvasti varastoida sähköenergiaa kemiallisessa muodossa. Kenno on akun pienin yksikkö, joka koostuu akkulevyistä, elektrolyytistä, akkuastiasta ja muista rakenneosista. Lyi-

lyykkukennon nimellinen jännite on 2 V. Ryhmäakussa samaan astiaan on rakennettu useampia kennoja, jotka on kytketty sarjaan. Tyypillinen jännite on 4, 6 tai 12 V. (ST 52.30.02. 2016, 1.)

Teleasemalla yleisin akuston jännite on 48 V. Tämä toteutetaan neljän 12 V:n ryhmäakun sarjaan kytkennällä. Telelaitteiden käytettävänä varmistuksena käytetään pääsääntöisesti paikallisakkuja, joiden ominaisuuksia ovat varmistaa katkotonta tehonsyöttöä ja ne ovat suunniteltu kestäväin jatkuvaa ylläpitovarausta useiden vuosien ajan. (ST 52.30.02. 2016, 1.)

Akustot ovat tällä hetkellä yleisin tapa toteuttaa tasasuuntaajan varateholähteellä tehtävä varmistus. Akustoihin kuuluu yleensä neljä akkua. Tyypillisesti akuston kapasiteetti on 100–190 Ah. Telia pyrkii käyttämään yli 50 A:n kuormavirran omaavissa kohteissa aina vähintään kahta akustoa. (Perustelumuiotio viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, § 36.; Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Lyijyakkuja on kahdentyyppisiä, suljettuja akkuja sekä avoimia akkuja. Perinteinen paikallisakkuratkaisu on avoin lyijyakusto. Niitä voidaan käyttää käyttökohteissa, joissa halutaan akustolta pitkää käyttöikä (jopa yli 15 vuotta) sekä suurta luotettavuutta. Avoimet akustot soveltuvat suuriin laitetiloihin, esimerkiksi tärkeysluokan 3 tilaan, ja ne vaativat laitetilasta erillisen akustohuoneen jonne akusto asennetaan. Avoimet akustot myös vaativat aina erilliset vuotoaltaat. (ST 52.30.02. 2016, 1.)

Suljetut lyijyakut ovat yleisin lyijyakkutyypin paikallisakkukäytössä eli muun muassa telelaitteiden varateholähteenä käytettävä varmistuksena. Suljetut akut soveltuvat käyttökohteisiin, joissa tulee huomioida vähäinen huollon ja tilan tarve sekä käyttökohteissa, joissa varmistusaika on varsin lyhyt 15 – 180 minuuttia. Näiden akkujen oletettu käyttöikä on kymmenen vuotta. (ST 52.30.02. 2016, 1.)

Suurten akustojen yhteydessä käytetään akuston läheisyydessä erillistä akustokytkinvarokekoteloa, jolla suojataan akustokaapelin oikosulku. Akustovaroike ja akustokaapelit mitoitetaan siten, että yhden akuston vikaantuminen ei aiheuta

muiden akustovarokkeiden laukeamista. Myöskään sähkökatkostilanteessa kuorman virta ei saa laukaista akustovaroketta. Asennettavien akustojen määrä ei saa olla yli kuusi ja mikäli akuston kokonaiskapasiteetti on yli 1000 Ah, on akusto jaettava vähintään kahdelle erilliselle rinnan kytketylle akustolle. Pääsääntönä myös on, että asennetaan yksi akusto yhdelle akustovarokelähdölle. Kuvassa 2 esitetty suljettu päätynapa akku. (Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021, 9 §.)



Kuva 2. Enersys suljettu akku.

Litiumion-akkujen mahdollinen käyttö tulevaisuudessa

Litiumion teknologialla valmistetut akut ovat laajamittaisesti käytössä muun muassa elektroniikka sekä kodintekniikan tuotteissa. Niiden valmistus voidaan jakaa kahteen eri tapaan käyttötarkoituksen perusteella: pieniin kaupallisiin tuotteisiin sekä suurempiin teollisuuden käyttöön soveltuviin laitteisiin kuten sähköautoihin. (Opas teollisuuden litiumioniakkujen turvalliseen käyttöön 2018.)

Litiumion akun etu perinteisiin akkuteknologioihin (Nicc, NiMH, lyijyakut) on sen energiatiheys. Tämä mahdollistaa verrattuna samassa koossa pidemmän käyttöajan ja/tai kevyemmän akun. Toinen merkittävä etu on sen erittäin pieni itsepurkautuminen sekä nopea varautuminen. Litiumion akku pystyy säilyttämään merkittävän osan varauksestaan jopa vuosia. (Opas teollisuuden litiumioniakkujen turvalliseen käyttöön 2018.)

Litiumion akkujen huonoja puolia ovat se, että ne edellyttävät suoja mekanismeja vaarojen vähentämiseksi sekä niiden korkea hinta. Tulipalovaara on litiumion akun merkittävin vaara koska niissä käytetty elektrolyytti on herkästi syttyvää, palvaa nestettä. Vaarana on, että pakattaessa paljon energiaa pieneen tilaan energia pääsee purkautumaan hallitsemattomasti. (Opas teollisuuden litiumioniakkujen turvalliseen käyttöön 2018.)

Litiumion akut voivat olla tulevaisuudessa yleistyvä akkutyyppi viestintäverkon tasasähköjärjestelmän varateholähteenä huomioiden niiden aikaisemmin mainitsemiani tuomat hyödyt verrattuna lyijyakkuihin. Tällä hetkellä kuitenkin niiden korkea hinta jarruttaa niiden käyttöönottoa.

Akuston mitoitus

Akuston mitoituksessa tulee huomioida todellinen akuston kuormitus, varmistusaika, minimi- ja maksimijännite ja kennomäärä. Akuston valinnan apuna käytetään akustovalmistajien julkaisemia vakiotehopurkaustaulukoita, joissa on annettu akuston tehonsyöttökyky W/ryhmäakku. Taulukosta valitaan akkutyyppi, jonka tehonantokyky riittää kattamaan tehontarpeen vaaditun varmistusajan. Akuston kapasiteetin väheneminen otetaan huomioon jo mitoitusvaiheessa, jolloin vaadittava varmistusaika kerrotaan luvulla 1,25. (ST 52.30.02. 2016, 3)

Telelaitteiden kytkennät

Telelaitteiden DC-kytkennät toteutetaan tasasähköjärjestelmiin eri osakuormapudotusportaisiin laitetilan tärkeysluokan vaatimusten mukaan. Osakuormapu-

dotusportaattien tarkoittavat tiettyjen systeemimoduulien sekä radioiden kytke- mistä tietyn varmistus ajan taakse. Matkaviestinverkoista ainoastaan 5G-ver- koille on annettu kevyemmät tehonsyötön varmistusvaatimukset. Matkaviestin- verkon peruspeiton 5G-tekniikalla toteutettujen tukiasemien varateholähteen varmistusaika on 15 minuuttia, kuten oli myös LTE-verkoilla niiden rakentami- sen alkuvaiheessa. (Perustelumuistio viestintäverkkojen ja -palvelujen varmista- misesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista 2021 § 32.)

Tasasuuntaaja voi olla joko erillinen kaappi tai vaihtoehtoisesti laitetelineeseen muiden tukiasemalaitteiden kanssa sijoitettu pienempi laite. Pääsääntöisesti kaappimallinen tasasuuntaaja tarjoaa suuremman kapasiteetin kuin muiden tu- kiasemalaitteiden kanssa samaan laitetelineeseen asennettava malli. Kuvissa 3 ja 4 nähdään yleisesti käytetty kaappimallin tasasuuntaaja, sekä kuvassa 5 ta- sasuuuntaajan kytkennät.



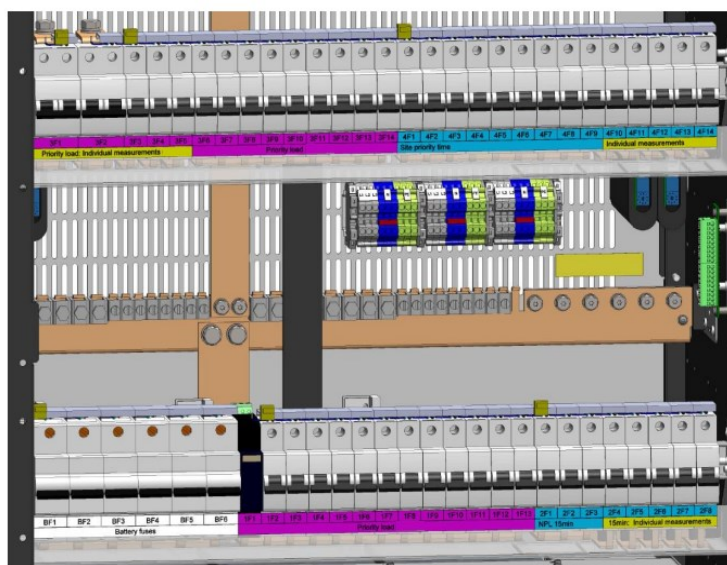
Kuva 3. Delta 17,4 kW:n kuusimoduulinen kaappimallin tasasuuntaaja varustet- tuna kahdella akustolla. kuvassa vasemmanpuoleinen kaappi.

Ylempänä kuvassa 3 näkyvä tasasuuntaaja on Deltan 17,4 kW:n järjestelmä, kun kaikki kuusi 2900W:n moduulia ovat asennettuna. Tasasuuntaaja kaapissa on tilaa kolmelle akustolle, max 190 Ah:n akusto.



Kuva 4. Delta 17,4 kW:n tasasuuntaaja.

Ylempänä kuvassa 4 on kuvattu kuusi kappaletta tasasuuntaajan tehomoduu-
leita, joista kunkin kapasiteetti on 2900 W.



Kuva 5. Delta-voimalaitteen kytkennät.

Kuvasta nähdään, että voimalaitteen johdonsuojakatkaisijat ovat lajiteltuna eri väreillä osakuormapudotuksien mukaan. Valkoisella värillä merkityt johdonsuojakatkaisijat ovat akuston pääsulakkeet, jotka ovat tyypillisesti kooltaan 125 A.

Ryhmäkeskukselta tuleva voimalaitteen syöttö kytketään voimalaitteen takaseinässä oleviin riviliittimiin. Tasasuuntaajajärjestelmän ryhmäjohtojen johdonsuojien määrittely ryhmäkeskuksessa toteutetaan (2 x 3x C16 A) johdonsuojilla sekä tasasuuntaajan ryhmäjohtojen mitoitus kahdella (2 x MMJ 5x2,5S) syötöllä. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

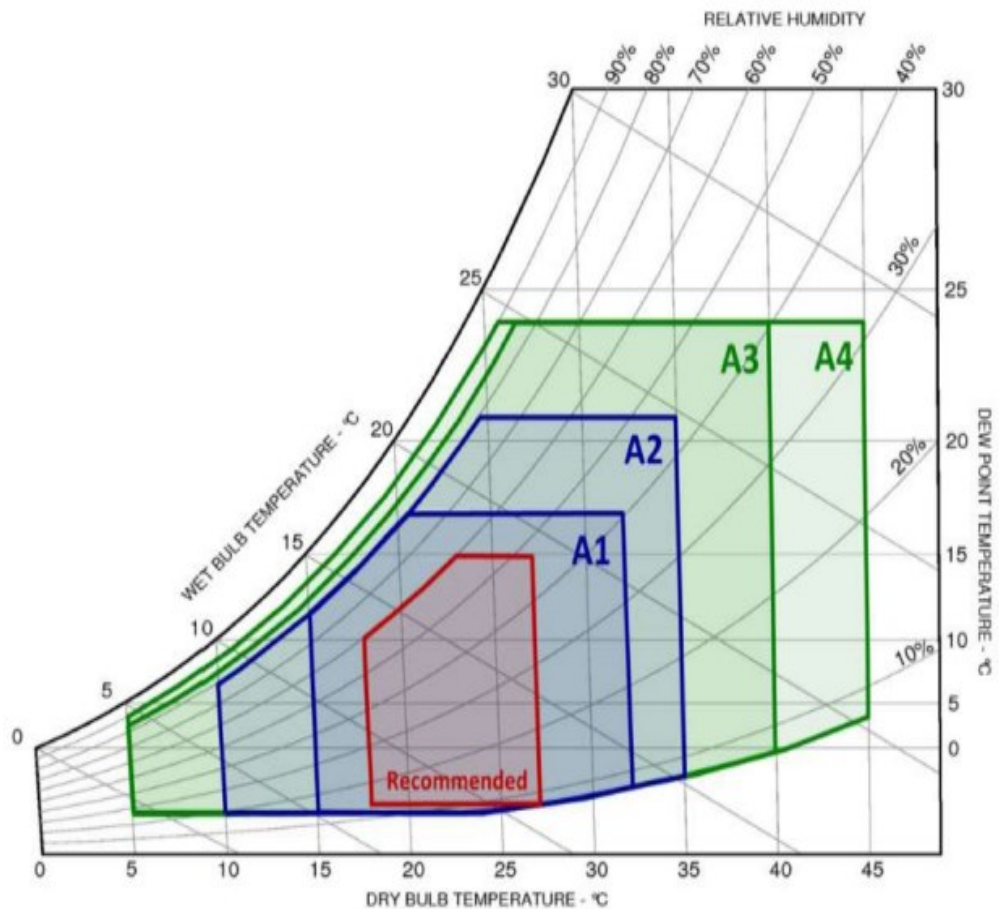
4 Laitetilojen jäähdytys

Laitetilat jäähdytetään pääsääntöisesti akustojen sekä muiden telelaitteiden huonon lämmönkeston takia. Akustojen optimaalinen toimintalämpötila on 21 celsiusastetta sekä oletettu käyttöikä kymmenen vuotta. Laitetilan lämpötilan noustessa pysyvästi viisi astetta puolittaa se lyijyakuston teknisen eliniän. ASHRAE-kaaviosta saadaan selville laitetilan lämpötilan tavoitearvot. (Ohjeistus laitetilojen jäähdytykseen 2022.)

- Laitetilan tavoitelämpötila on 18–27 C, (ASHRAE recommended, kuva 1, ASHRAE olosuhteet).
- Lämpötila saa poiketa tästä lämpötilan 15–32 C (ASHRAE A1) sisällä max 10 % ajasta eli 876 h vuodessa.
- Lämpötila saa poiketa tästä lämpötilan 10–35 C (ASHRAE A2) sisällä max 1 % ajasta eli 87,6 h vuodessa.
- Lämpötila saa poiketa tästä lämpötilan 5–40 C (ASHRAE A3) sisällä max 0,5 % ajasta eli 43,8 h vuodessa.

Suosittelun lämpötilan vaihteluvälin ulkopuoliset ylitykset ja alitukset saavat olla korkeintaan 1007,4 tuntia vuodessa eli 11,5 % vuoden tunneista. Nämä tavoitearvot koskevat kaikkia laitetiloja, joissa on avoimia tai suljettuja lyijyakkuja. (Ohjeistus laitetilojen jäähdytykseen 2022).

Kuvan 6 kaaviossa kuvataan lämpötilaolosuhteet ja niiden rajat, joissa laitetilan lämpötilan pitäisi pysyä. Jos tämä ei toteudu ja tilan lämpötila ylittää kaaviossa esitetyt arvot on kyseessä niin sanottu ”kuuma kohde” ja lämpöongelman poistamiseksi tulee toimia sovittujen prosessien mukaisesti. (Ohjeistus laitetilojen jäähdytykseen 2022.)



Kuva 6. ASHRAE TC99-09 lämpötilan ja suhteellisen kosteuden tavoitearvot (Ohjeistus laitetilojen jäähdytykseen 2022).

Jäähdytysratkaisujen tarkoituksena on osaltaan varmistaa telelaitteiden toiminta, eli asennusten tulee olla luotettavia ja laadukkaita. Telian tavoitteena on toteuttaa laitetilojen jäähdytys hyödyntäen mahdollisimman paljon vapaajäähdytystä ja toteuttaa jäähdytys mahdollisimman energiatehokkaasti sekä kustannustehokkaasti. (Ohjeistus laitetilojen jäähdytykseen 2022.)

Laitetilojen lämpökuorma on lisääntynyt esimerkiksi kasvavan 5G-rakentamisen takia, joka väistämättä suurentaa voimalaitteiden ja akuston kokoa. Tätä kasvavaa lämpökuormaa on mahdollista vähentää esimerkiksi sijoittamalla muita laitteita lämpöä tuottavia tukiasemalaitteita ulos laitetilasta.

Tässä osiossa käydään läpi muutamia tyypillisiä ja kustannustehokkaita laitetilojen jäähdytysratkaisuja. Näitä ovat muun muassa seuraavat:

- Pelkillä puhaltimilla toteutettava jäähdytys voidaan toteuttaa esimerkiksi pelkillä tuloilmapuhaltimella sekä poistoilmasäleiköllä. Tällöin on tarkoitus ohjata tuloilma räkkien etupuolelle ja poistoilma räkkien takapuolelta poistoilmasäleikön kautta ulos laitetilasta.
- Pelkillä jäähdytyskoneella (split) toteutettu jäähdytys toteutetaan siten, että jäähdytyskone pyrkii pitämään sisälämpötilan esimerkiksi asetusarvossa 24 C. Yksivaiheisen jäähdytyskoneen ottama teho on mallista riippuen välillä 1–3,5 kW.
- Jäähdytyskoneella ja puhaltimella toteutettu jäähdytys toteutetaan siten, että tilaan asennetaan puhallinjäähdytys sekä erillinen jäähdytyskone. Puhaltimen ja jäähdytyskoneen ohjaus asennetaan toimimaan yhdessä, siten että vältetään yhtäaikaista koneella jäähdyttämistä ja puhaltimilla lämmittämistä.

Huomionarvoista on, että tärkeysluokan 3 kohteissa tuloilmapuhaltimen sähkösyöttö tulee olla varmistettu joko varavoimakoneella tai akustovarmennuksella, jotta laittilan lämpötila pysyy laitteiden sallimissa rajoissa myös sähkökatkositilanteissa. (Ohjeistus laitetilojen jäähdytykseen 2022.)

5 Sähkötyöt teleteknisissä laiteloissa

Kaikissa teleteknisissä sähköasennustöissä on huolehdittava sähkötyöturvallisuuden sekä työsuojeluohjeiden täyttymisestä noudattaen vaadittuja standardeja. Sähkötyöturvallisuusohjeita on noudatettava myös voimalaiteasennuksissa. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Tasasuuntaaja- ja niiden akustojärjestelmien asennukset ovat aina sähköasennustyötä. Osapuolten tulee myös huolehtia, että sähköasennustöitä tekevillä on riittävä ammattitaito, ja että sähkötöihin on nimetty pätevyyden omaava sähkötöiden johtaja. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Ennen sähkölaitteiston osien käyttöönottoa tehdään kyseisille osille määräysten mukainen käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja, jonka tarkastuksen tehnyt henkilö omalla allekirjoituksellaan varmentaa. Käyttöönottotarkastuksen lisäksi on teetettävä varmennustarkastus sähkölaitteistoille uudisrakennuksille sekä muutos- ja laajennustöissä, joissa on yli 35 A:n nimellisvirran sähkölaitteistoja. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Asennustöissä ja merkkauksissa noudatetaan Telian omia ohjeita koskien muun muassa maadoituksia ja tasasuuntaajajärjestelmän merkkauksia. Toteutuksessa ja asentamisessa noudatetaan myös aina liikenne ja viestintäviraston (Traficom) määräyksiä ja ohjeita. Näiden ohjeiden sekä sähköturvallisuusmääräysten osalta on noudatettava aina vaativampaa siten, että kaikki sovellettavat vaatimukset täyttyvät. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

6 Voimalaitetöiden asennussuunnitelmat

6.1 Suunnittelukäynti ja asennussuunnitelma

Kohteelle tehdään aina suunnittelukäynti ennen työn varsinaista aloittamista. Suunnittelukäynnin tarkoituksena on saada kattava tilannekuva senhetkisestä laittilan kokoonpanosta ja voimalaitteiden kunnosta. Suunnittelukäynnillä on myös syytä tarkistaa laittilan lämpöolosuhteet eli laittilan tämänhetkinen lämpötila sekä korkein lämpötila, joka on laittilassa tallennettu. Mikäli laittilassa todetaan olevan lämpöongelma, tulee suunnitelmaan sisällyttää tästä tieto sekä mahdollinen korjaustoimenpide. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Suunnittelukäynnin aikana tarkoituksena on kerätä kohteesta kaikki tarvittavat tiedot tulevaa työtä varten. Suunnittelukäynnillä kerättävää tietoa on muun muassa liittymäkoko, nousukaapelointi, ryhmäkeskus ja sen laajennettavuus, nykyinen voimalaitteisto, akusto ja niiden kunto, sekä laittilan maadoitukset. Mikäli laittilassa on polttokennojärjestelmä, tulee järjestelmän kapasiteetin olla riittävä myös tulevien päivitysten jälkeen. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Suunnittelukäynnin jälkeen kerätään haetut tiedot PowerPoint esitykseen, jonka alussa tuodaan ilmi kohteen perustiedot, jotka ovat kohteen nimi, osoite, kohteen omistaja, kulkuohje sekä asennussuunnitelman laatija. Tämän jälkeen suunnitelmassa kuvataan yleiskuvat laittilasta, voimalaitteista sekä annetaan selkeä kuvaus tulevasta työstä voimalaitteiden ja sähkötöiden osalta. Tähän osaan dokumenttia tulee laatia kohteen nykyinen tila sekä suunnitelma, jolla varmistetaan tulevan voimalaitetyön ja kokoonpanon toimivuus Telian sekä standardien edellyttämällä tavoilla. Tällä tarkoitetaan voimalaitteita, akustoa, sähkönsyöttöä, ryhmäkeskuksia ja niiden mitoituksia. Tämän jälkeen dokumentissa tuodaan ilmi tukiasematekniikan ja niiden tehonkulutukset sekä akustolaskelmat, joista selviää nykyinen tukiaseman kuormavirta, tuleva tukiaseman kuormavirta ja akustokapasiteetin mitoitus. Tämän jälkeen edellä mainittujen tietojen pohjalta valitaan kohteelle soveltuva kokoonpano koskien voimalaitteita,

akustoa ja muita mahdollisia muutoksia vaativia töitä, jotta asennuksen laatu ja toimivuus kattavat Telian ja standardien mukaiset vaatimukset. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Tärkeysluokan 3 laitetilaa koskevasta työstä pidetään aina erillinen katselmus osapuolten toimesta, jossa tarkastellaan tarkasti esitetty asennussuunnitelma ja tähän kirjatut toimenpiteet koskien asennuksia tai muuta huomioitavaa sekä kartoitetaan mahdolliset riskit ja se, kuinka ne voidaan välttää työn aikana. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

6.2 Ennakoiva rakentaminen

Voimalaitesuunnittelutyön yhteydessä on syytä tarkastella nykyisen sähköliittymän riittävyttä sekä mahdollista liittymän korottamistarvetta. Mikäli voidaan pitää todennäköisenä, että tilaan on tulossa huomattavia päivityksiä voimalaitteisiin, voidaan esimerkiksi nousukaapelointi toteuttaa pykälää suuremmilla nousujohtimilla. Esimerkiksi 5x6S-kaapelointi voidaan toteuttaa 5x10S-kaapelointina, jotta kaapelointi on riittävällä tasolla tuleville päivityksille.

Ryhmäkeskus ja sen mitoitus pyritään suunnittelemaan mahdollisuuksien mukaan tulevaisuuden varalle, jotta se palvelee voimalaitetta ja laitetilaa myös mahdollisen tulevan kapasiteetin kasvun osalta. Mikäli pystytään arvioimaan, että kohteelle on tulossa tulevaisuudessa päivityksiä, jotka vaativat muun muassa nousukaapeloinnin tai ryhmäkeskuksen vaihtamista, ovat nämä toimenpiteet kustannustehokkaita ratkaisuja toteuttaa etukäteen. Näillä toimenpiteillä saadaan myös pienennettyä kohteen mahdollista katkaisuaikaa, jolloin päivitykset saadaan käyttöön nopeammin.

Rakentamisen tuotteita kuten esimerkiksi ryhmäkeskuksia on mahdollista standardisoida. Tämä tarkoittaa sitä, että voidaan hankkia tietyn valmistajan tuotetta, jolloin voidaan yhtenäistää tuotekanta laitetiloille. Tällä toimenpiteellä voidaan parantaa tuotteen saatavuutta sekä kustannustehokas hinta. Laitteiden eliniän puitteissa on myös standardisoidut tuotteet mahdollista sijoittaa uuteen kohteeseen, mikäli tämänhetkisestä kohteesta joudutaan poistumaan.

Tukiasemien sähkönkulutus on kasvanut 5G-rakentamisen myötä huomattavasti. On arvioitu, että 5G-laitteisto kuluttaa kahdesta neljään kertaa enemmän energiaa kuin 4G-laitteisto. (5G Power 2020.) Tätä kasvavaa sähkönkulutusta pyritään hillitsemään uusilla energiatehokkailla tukiasemalaitteilla. Näitä laitteita ovat muun muassa uuden sukupolven tasasuuntaajan tehomodulit, jotka kykenevät toimimaan jopa yli 98 % hyötysuhteella. Näiden tehomoduleiden hyötysuhde on parempi kuin vanhemmalla sukupolvella (93 %) sekä tehomoduleiden tuottama lämpökuorma on pienempi hyötysuhteen parantuessa. Tukiasemien sähkönkulutusta on myös mahdollista alentaa huomattavasti tietokoneohjelmaperusteisilla optimoinneilla. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

7 Rakentamisen työtyypit

Rakentamista toteutetaan eri tilanteissa erilaisilla tavoilla. Työt jaetaan eri ryhmiin tilanteen niin vaatiessa. Näitä ryhmiä ovat viankorjaus työt, modernisointityöt ja asiakasohjautuvat työt. Viankorjauksen töissä kyseessä on olemassa olevaan kohteeseen ilmennyt vika, joka yleisesti pyritään korjaamaan mahdollisimman nopeasti. Nämä vikatilanteet harvoin näkyvät loppukäyttäjällä eli asiakkaalla kohteiden varmistusmekanismien ollessa kunnossa.

Modernisointityö aloitetaan yleisesti kohteelle, mikäli kohteen laitteistojen käyttöikä alkaa loppua ja/tai kohteen kapasiteettia halutaan kasvattaa. Modernisointityö voi kattaa kaikki telelaitteet tai vaihtoehtoisesti vain voimalaitteiden ja akuston päivitykset. Nämä työt toteutetaan pääsääntöisesti siltä pohjalta, että nähdään laittilan olevan tarpeellinen myös tulevaisuudessa.

Asiakasohjautuvia töitä ovat muun muassa muiden operaattoreiden tekemät kapasiteetin kasvatuspyynnöt. Teleoperaattorit voivat vuokrata toisiltaan esimerkiksi tasasuuntaajan kapasiteettia omille telelaitteilleen, jolloin samaan laitettiin ei jouduta rakennuttamaan voimalaitteita ja akustoa jokaiselle teleoperaattorille erikseen.

8 Tasasuuntaajiin sekä akustoon kohdistuva huolto

Laitetiloihin kohdistuva huollon tarve määräytyy sen sisältämien laitteiden sekä laitetilaluokituksen mukaan. Voimalaitteiden osalta huollon yhteydessä käydään läpi seuraavat asiat: DC-järjestelmän perushuolto sekä lyijyakuston perushuolto, joiden huoltoväli määräytyy järjestelmiin asetettujen huolto-ohjelmien mukaisesti (pääsääntöisesti 1–2 vuotta) ja huoltoväli on näillä laitteilla yhteisessä laitetilassa aina sama. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Näissä huolloissa tehdään muun muassa seuraavat toimenpiteet:

- tasasuuntaajan toimivuuden ja asetuksien tarkistus
- sähköverkon liitännäjohtojen ylivirtasuojauksen tarkastus
- laitteiden puhdistus
- liitosten tarkistus
- hälytysjärjestelmien toimivuuden tarkistus.

Akuston osalta tehdään muun muassa seuraavat toimenpiteet:

- kuormitettuna akustojen napa- ja ryhmäjännitteet
- akuston ulkoinen kunto
- kestovarausjännitteen arvot
- tarkastetaan akkuhuoneen ilmanvaihtoventtiilien toimivuus.

Mikäli huollon aikana havaitaan sellaisia vaurioita tai puutteita, joita ei ole mahdollista huollon yhteydessä korjata, on ne kirjattava huolto raporttiin ehdotettuine korjaustoimenpiteineen. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

9 Työn seuranta

Työn seuranta aloitetaan työn aloituksen yhteydessä, jolloin käytettävissä oleviin järjestelmiin tehdään kirjaukset työhön kohdistuvasta aikataulutuksesta.

Työn kannalta kriittisiä aikatauluja ovat esimerkiksi katkaisuaajat sekä materiaali-toimitukset, joiden suunnittelu on tehtävä hyvissä ajoin. Työhön liittyviä aikatauluja seurataan järjestelmien kautta joista muun muassa voidaan seurata laitetoimittajien laitetoimituksia sekä niiden toimitusaikatauluja työkohteelle. Työn etenemisen kannalta on tärkeää, että materiaali-toimitukset toteutuvat suunnitellun aikataulun mukaisesti. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Työn aikana on mahdollista järjestää työmaakäynti, mikäli tämä katsotaan tarpeelliseksi toimenpiteeksi työn etenemisen turvaamiseksi ja aikataulussa pysymiseen. Työmaakäynnillä pystytään ratkaisemaan ongelmia nopealla aikataululla osapuolten yhdessä ollessa paikalla. Työn etenemistä seurataan myös käytettävissä olevien järjestelmien kautta. Työn edetessä tulee käytettävissä olevaan järjestelmiin tehdä kirjaukset valmistuneiden vaiheiden osalta. Työlle on mahdollista järjestää erilliset viikoittaiset seurantapalaverit, jos tämä katsotaan tarpeelliseksi työn sujuvan etenemisen varmistamiseksi. Näin voidaan toimia esimerkiksi useita kohteita sisältävissä rakentamisen kokonaisuuksissa. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Laadukas ja kattava työnseuranta edesauttaa projektin läpivientiä myös odottamattomien esteiden läpi. Onnistuneen työnseurannan yksi tärkeistä tehtävistä on antaa selkeä kuva projektin etenemisestä.

10 Dokumentit sekä lopputarkastukset

Voimalaitetöiden valmistuttua on tärkeää, että toteutuneista töistä luodaan useita eri dokumentteja sekä asiakirjoja. Dokumenttien laadun on oltava yhdenmukaista ja selkeää. Työn pohjalta tehtyjen asiakirjojen on palveltava käyttötarkoitustaan kattavuudeltaan ja määrältään. Erityisesti huomion arviosta on, että luovutuspiirustukset tarkennetaan vastaamaan todellisia asennuksia. Yksi näiden asiakirjojen tehtävä on, että järjestelmää kyetään ylläpitämään ja kehittämään näiden asiakirjojen perusteella. (ST-Käsikirja 20. 2005, s. 19; Laadunhallinnan suunnittelu. 2015)

Töiden lopuksi tuotettavia dokumentteja ovat

- tasasähköjärjestelmäkaavio
- nousujohtokaavio
- maadoituskaavio
- keskuksien pääkaaviot
- tasasuuntaajien pääkaaviot
- sähkötasopiirustus
- käyttöönottopöytäkirja
- laaturaportti
- varmennustarkastuspöytäkirja
- loppudokumentaatio -powerpoint.

Edellä mainitut dokumentit tuotetaan paperi sekä digitaalisena versiona lukuun ottamatta powerpoint esitystä ja laaturaporttia, jotka toimitetaan digitaalisena. Näiden lisäksi on päivitettävä käytössä olevat järjestelmä dokumentaatiot. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Kohteiden fyysisiä auditointeja eli lopputarkastuksia pyritään tekemään säännöllisesti myös yksittäisten kohteiden osalta. Lopputarkastuksessa tarkastellaan, että työ on toteutettu Telian ja lain vaatimusten mukaisesti. Kohteelta on löydettävä sähköasennuksia ja laitteistoja koskevat piirroksset sekä tarkastetaan, että keskuksien sekä kaapelointien merkinnät ovat toteutettu Telian ohjeistuksen mukaisesti. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

Fyysisen lopputarkastuksen jälkeen laaditaan kohteesta tarkastusraportti, johon kerätään kohteen yleistiedot sekä kattavat kuvat asennuksista ja laitetilasta. Mikäli asennuksissa huomataan puutteita, on nämä kirjattava tarkastusraporttiin sekä nostettava esiin osapuolten kanssa. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021.)

11 Laadunvarmistus

Laadun varmistamiseksi on keskeistä, että eri osapuolet tunnistavat laatuun vaikuttavat tekijät yhdessä. Näitä tekijöitä on muun muassa

- aloitusedellytysten varmistaminen
- laatuvaatimusten selvittäminen ja ongelmiin varautuminen
- työntekijöiden perehdyttäminen
- laatuvaatimukseen perehtyminen
- mallityön tekeminen ja mallityön tarkastus
- lopputarkastus.

Edellä mainitut tekijät antavat hyvän perusrakenteen laadukkaan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Laadunvarmistuksessa oleellista on laadun mittaaminen ja vertaaminen asetettuihin tai sovittuihin vaatimuksiin. Tämän lisäksi tärkeää on, että pystytään kartoittamaan ne työvaiheet, joissa laatuvirheitä yleisimmin ilmenee. Kun työvaiheet, joissa virheitä tapahtuu, on selvitetty, pystytään niihin

puuttumaan ja kehittämään niiden työvaiheiden toteutusta. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021; Laadunhallinnan suunnittelu. 2015)

Systemaattisesti ja dokumentoidusti toteutettua valvontaa on kohtuullista jatkaa siihen asti, kunnes saadaan varmuus tavoitellun laatutason säilymisestä. Hyvä laatusuunnitelma on samalla hyvän yhteistyön kulmakivi. (Laadunhallinnan suunnittelu. 2015)

Laadunvarmistuksen lähtökohtina voidaan pitää sitä, että suunnitelluilla laadunvarmistustoimenpiteillä olisi yhteys seuraaviin asioihin:

- yrityksen tyypillisimpiin laatuvirheisiin
- kohteen riskianalyysiin
- sopimusasiakirjoissa esitettyihin toimenpiteisiin
- viranomaisen esittämiin vaatimuksiin
- kohteen laajuuteen ja osakohdejako.

Laadunvarmistus prosessina alkaa jo työn suunnittelu vaiheessa. Kohteelle järjestettävän suunnittelukäynnin aikana perehdytään perusteellisesti työkohteeseen ja tällöin työn aloitusedellytykset saadaan kartoitettua. Laadukkaan asennussuunnitelman pohjalta pystytään työlle rakentamaan aikataulu ja lopullinen budjetti, jossa on tarkoitus pysyä. Laadunvarmistuksen tavoitteina on ennen kaikkea turvata asennusten toimivuus. Laadunvarmistuksella on myös vaikutuksia aikataulun pitävyyteen sekä kustannusten hallitsemiseen. (Ohjeistus voimalaiterakentaminen 2021; Laadunhallinnan suunnittelu 2015.)

12 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda Telia Finland Oy:lle laatukäsikirja, joka tarjoaa voimalaiterakennuttajalle oppaan voimalaiterakentamiseen, voimalaitetyön rakenteeseen sekä laadukkaaseen ja luotettavaan lopputulokseen huomioiden voimalaitetyön sääntelyn. Työssä perehdyttiin Liikenne- ja viestintäviraston antamiin määräyksiin koskien voimalaiterakentamista sekä tarkasteltiin näiden määräysten vaikutuksia voimalaiterakentamiseen. Määräyksiin perehtymisen lisäksi työssä perehdyttiin laitetiloihin, laitetilojen jäähdytyksen, tasasuuntaajien ja akustojen rakenteeseen, toimintaan sekä mitoitukseen. Tämän lisäksi työssä käsitellään voimalaiterakentamisen prosessia työn aloituksesta aina työn valmistumiseen asti ja kartoitetaan työn kannalta kriittisiä ja huomionarvoisia vaiheita.

Työssä käsitellään asennussuunnitelmien, työn seurannan, dokumenttien ja laadunvarmistuksen vaikutuksia ja tärkeyttä laadukkaaseen voimalaitetyön lopputulokseen. Insinööriyön päätteeksi voidaan todeta, että kaikki voimalaitetyön prosessin vaiheet kuten esimerkiksi tasasuuntaajien, akustojen tai laitetilojen jäähdytyksen mitoitukset ovat kriittisiä kohteita toimintavarman viestintäverkon ja muiden palvelujen varmistamiseksi.

Insinööriyötä aloittaessani koin haastavimmaksi osaksi työn kannalta järkevän ja selkeän rajauksen. Tämän vuoksi oli olennaista arvioida, miten laatukäsikirjaan saisi tuotettua voimalaiterakennuttajalle hyödyllisimmät ja keskeisimmät asiat voimalaiterakentamisesta. Tästä näkökulmasta työ oli onnistunut ja laatukäsikirjasta saatiin johdonmukainen ja selkeä apuväline voimalaiterakennuttajalle. Tämän insinööriyön tekeminen kasvatti huomattavasti omaa ammattituntemustani viestintäverkkojen ja -palveluiden laadukkaasta toteutuksesta. Ymmärrän myös sääntelyn merkityksen turvalliseen ja toimintavarmaan voimalaitetyöhön.

Lähteet

Akustot ja varaajat. Valinta ja mitoittaminen. 2016. Verkkoaineisto. ST 52.30.02. Espoo: Sähköinfo Oy <https://severi.sahkoinfo.fi/Content/Index/0?newsid=422>. Luettu 15.2.2022.

Anttonen Kimmo. Rakennustyömaan laadunhallinnan suunnittelu. 2015. Verkkoaineisto. https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/070415_rakennustyomaan-laadunhallinnan-suunnittelu.pdf. Luettu 28.2.2022

Hakanen, Pertti (toim). 2005. Varmennetut sähkönjakelujärjestelmät. ST-Käsikirja 20. Espoo: Sähköinfo Oy.

Matkapuhelinverkon toiminta ja tukiasemat. 2019. Verkkoaineisto. STUK, n.d. <https://www.stuk.fi/aiheet/matkapuhelimet-ja-tukiasemat/matkapuhelinverkko/matkapuhelinverkon-toiminta-ja-tukiasemat>. Luettu 5.2.2022.

Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista. 2021. Verkkoaineisto. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. <https://www.traficom.fi/fi/saadokset?group=viestint%C3%A4verkot&limit=20&offset=100&query=&sort=title.sort&togle=M%C3%A4r%C3%A4ys%20viestint%C3%A4verkojen%20ja%20palvelujen%20varmistamisesta%20sek%C3%A4%20viestint%C3%A4verkojen%20synkronoinnista>. Luettu 20.1.2022.

Ohjeistus voimalaiterakentaminen. 2021. Verkkoaineisto. Telia Finland Oyj. Luettu 20.1.2022.

Ohjeistus laittilojen jäädytykseen. 2022. Verkkoaineisto. Telia Finland Oyj. Luettu 20.1.2022.

Opas teollisuuden litiumioniakkujen turvalliseen käyttöön. 2018. Verkkoaineisto. Tukes. <https://tukes.fi/documents/5470659/8237195/Opas+teollisuuden+litiumioniakkujen+turvalliseen+k%C3%A4ytt%C3%B6n/c5c7fefe-7979-4344-ba25-ba18a6f9f234/Opas+teollisuuden+litiumioniakkujen+turvalliseen+k%C3%A4ytt%C3%B6n.pdf>. Luettu 1.3.2022.

Perustelumuuisto viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista. 2021. Verkkoaineisto. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. <https://www.traficom.fi/fi/saadokset?group=viestint%C3%A4verkot&limit=20&offset=100&query=&sort=title.sort&togle=M%C3%A4r%C3%A4ys%20viestint%C3%A4verkojen%20ja%20palvelujen%20varmistamisesta%20sek%C3%A4%20viestint%C3%A4verkojen%20synkronoinnista>

gle=M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys%20viestint%C3%A4verkkosten%20ja%20palvelujen%20varmistamisesta%20sek%C3%A4%20viestint%C3%A4verkkosten%20synkronoinnista. Luettu 25.1.2022.

Telia yrityksenä. 2022. Verkkoaineisto. Telia Finland Oyj. <https://www.telia.fi/telia-yrityksena?intcmp=footer-telia-yrityksena>. Luettu 14.4.2022.

5G Power: Creating a green grid that slashes costs, emissions & energy use. 2020. Verkkoaineisto. Huawei. <https://www.huawei.com/en/technology-insights/publications/huawei-tech/89/5g-power-green-grid-slashes-costs-emissions-energy-use>. Luettu 4.3.2022.