

# JAKELUVERKON KUNNOSSAPITO

Koillis-Lapin Sähkön jakeluverkossa

Torvinen Arto

Opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

2022

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Arto Torvinen	Vuosi	2022
<b>Ohjaaja</b>	Ins.YAMK Jukka Hietämäki		
<b>Toimeksiantaja</b>	Koillis-Lapin Sähkö		
<b>Työn nimi</b>	Jakeluverkon kunnossapito. KLS:n jakeluverkossa		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	43		

---

Tässä työssä tutkittiin Itä-Lapin kuntien alueella toimivan sähkönjakelusta vastaavan yrityksen Koillis-Lapin Sähkön jakeluverkon kunnossapitoa. Alue koostuu yhdestä kaupungista ja kolmesta kunnasta, jotka omistavat kokonaisuudessaan verkkofirman. Työssä selvitettiin viimeisimmät sähkön jakelua koskevat lakipykälät ja verrattiin niitä käytännössä tapahtuvaan työhön ja siihen mikä vaikutus niillä on kunnossapitoon.

Työssä selvitettiin ensin yleisesti jakeluverkon kunnossapitoa. Seuraavaksi käsitellään kunnossapitoa koskevat lakipykälät ja säädökset. Sen jälkeen käytiin läpi, kuinka kunnossapito hoidetaan KLS:n alueella ja minkälaiseen strategiaan se perustuu. Työstä käy ilmi, minkälaiset vikaantumiset ovat yleisiä ja mitkä asiat niitä yleisesti aiheuttavat.

Työssä tarkasteltiin tarkemmin tärkeimmät lakipykälät, jotka vaikuttavat kunnossapitoon. Lisäksi Energiateollisuus on tehnyt oman ohjeistuksen, joka vaikuttaa kunnossapitoon. Eri komponenteille on säädetty laissa huoltovälit. Nämä vaikuttavat alueen kunnossapitoon, kun alue on pilkottu pienempiin osaluaisiin.

Tulokseksi saatiin kattava selvitys kunnossapitotyöstä KLS:n jakeluverkon alueella. Raportissa tarkasteltiin tärkeimmät kunnossapitoon vaikuttavat lakipykälät ja niihin liittyvät aikataulutukset. Työtä tehdessä syntyi uusia kehittämiskohteita, jotka tulee myöhemmin läheisempään tarkasteluun työpaikalla.

Engineering field of stud  
Engineer

---

<b>Author</b>	Arto Torvinen	Year	2022
<b>Supervisor</b>	Jukka Hietamäki, Ins YAMK		
<b>Commissioned by</b>	Koillis-Lapin Sähkö		
<b>Subject of thesis</b>	Distribution network maintenance. in the KLS distribution network		
<b>Number of pages</b>	43		

---

In this work, the maintenance of the distribution network of Northeast Lapland Sähkö, a company responsible for electricity distribution, operating in the area of the municipalities of Eastern Lapland was investigated. The area consists of one city and three municipalities, which together own the network company. In the work, the latest legal provisions concerning the distribution of electricity were clarified and compared to the work that takes place in practice and to what effect they have on maintenance.

At first, the work has focused on general maintenance. The next item is the legal provisions and regulations on maintenance. After that, we will go through how maintenance is handled in the KLS area and what kind of strategist it is based on. The work shows what kind of failures are common and what causes them in general.

The work examined in more detail the most important legal provisions that affect maintenance. In addition, the Energy Industry has made its own guidelines that affect maintenance. Maintenance intervals for different components are regulated by law. These affect the maintenance of the area when the area is divided into smaller sub-areas.

The result was a comprehensive report on the maintenance work in the KLS distribution network area. The report examined the most important legal provisions affecting maintenance and related scheduling. While doing the work, new development targets emerged, which will later be examined more closely at the workplace.

Key words: distribution network, maintenance, legal provisions

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	KOILLIS-LAPIN SÄHKÖ .....	9
3	KUNNOSSAPITO YLEISESTI .....	10
3.1	Mitä on kunnossapito? .....	10
3.2	Kunnossapitostrategiat .....	10
3.3	Kunnossapitotyön suunnittelu .....	12
3.4	Kunnossapitolajit.....	12
3.4.1	Ennakoiva kunnossapito .....	13
3.4.2	Korjaava kunnossapito .....	14
3.4.3	Parantava kunnossapito.....	14
3.4.4	Tulevaisuuden kunnossapito.....	14
4	SÄHKÖVERKKOA MÄÄRÄÄVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ JA LUVAT.....	17
4.1	Lainsäädäntö ja viranomaisvalvonta.....	17
4.1.1	Sähkömarkkinalaki .....	17
4.1.2	Sähköturvallisuuslaki.....	18
4.1.3	Energiateollisuuden määrittämät korvaukset.....	18
4.2	Kunnossapito-ohjelma .....	19
5	KUNNOSSAPITO KLS:N ALUEELLA.....	21
5.1	Jakeluverkko KLS:n alueella.....	21
5.2	Verkon toimintavarmuuden kehittäminen.....	22
5.3	Vikaantumisen KLS:n alueella .....	23
5.3.1	Luonnon aiheuttamat katkot.....	26
5.3.2	Muut katkot.....	27
5.3.3	Tilastoja vuodelta 2021 .....	28
5.4	Kunnossapitostrategia KLS:n alueella .....	28
5.5	Kunnossapidon työn suunnittelu .....	29
5.6	Kunnossapitolajit KLS:n alueella.....	30
6	KUNNOSSAPITOTOIMINTA KLS:N ALUEELLA.....	31
6.1	Jakeluverkon kunnossapidon hallinta KLS:n alueella .....	32
6.2	Jakeluverkon tarkastukset KLS:n alueella .....	33
6.2.1	Avojohtot ja pylvääät .....	33

---

6.2.2	Erottimet.....	34
6.2.3	Jakokaapit.....	35
6.2.4	Muuntamot.....	36
6.2.5	Sähköasemat.....	38
6.3	Jakeluverkon huollot ja korjaukset.....	39
7	KEHITTÄMISKOHTEET.....	40
8	POHDINTA.....	41
	LÄHTEET.....	42

## ALKUSANAT

Haluan kiittää työtä ohjannutta opettajaa Jukka Hietämäkeä. Verkkopäällikkö Jukka Ojala on auttanut suuresti antamalla tärkeää tietoa verkon rakenteesta. Lähiesimies Mika Ulkuniemi on antanut paljon tietoa opinnäytetyöhön samalla kun on perehdyttänyt työhön. Lisäksi olen saanut työpaikalta paljon tietoa työn tekemiseen, joten suuri kiitos myös heille. Työ oli mielenkiintoinen tehdä ja on auttanut suuresti työhön perehtymisessä.

Kemijärvellä 2.12.2022

Arto Torvinen

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KLS	Koillis-Lapin Sähkö
Pj	Pienjännitelinja
Kj	Keskijännitelinja
HeadPower	Työnohjauksen tietojärjestelmä
Jk	Jakokaappi
Aidon One	Jakeluverkon hallinnan ja mittaritöiden tuki
kV	Kilovoltti
Km <sup>2</sup>	Neliökilometri
GWh	Gigawattitunti
Mml	Maanmittauslaitos
km	Kilometri

## 1 JOHDANTO

Tämän työn aiheena oli jakeluverkon kunnossapito. Työn toimeksiantajana oli Koillis-Lapin Sähkö. Koillis-Lapin Sähkö on itä-lapin neljän kunnan omistama verkkoyhtiö. Tällä työllä tavoiteltiin yhtenäistä raporttia kunnossapidosta ja siihen liittyvästä verkosta ja sen rakenteesta. Lisäksi työn tekeminen oli hyvää perehdytystä tulevaan työhön, joka liittyy kunnossapitoon ja siihen liittyviin töihin.

Työ tehtiin raporttimallisena kirjallisena tuotoksena. Aineisto ja tilastot löytyi työhön suurelta osin Koillis-Lapin Sähkön sisäisistä verkkotietojärjestelmistä. Lakipykälät ja muut säädökset löytyi asiaa koskevilta verkkosuvuilta. Kuvat ovat omia kuvia tai arkistosta haettuja kuvia.

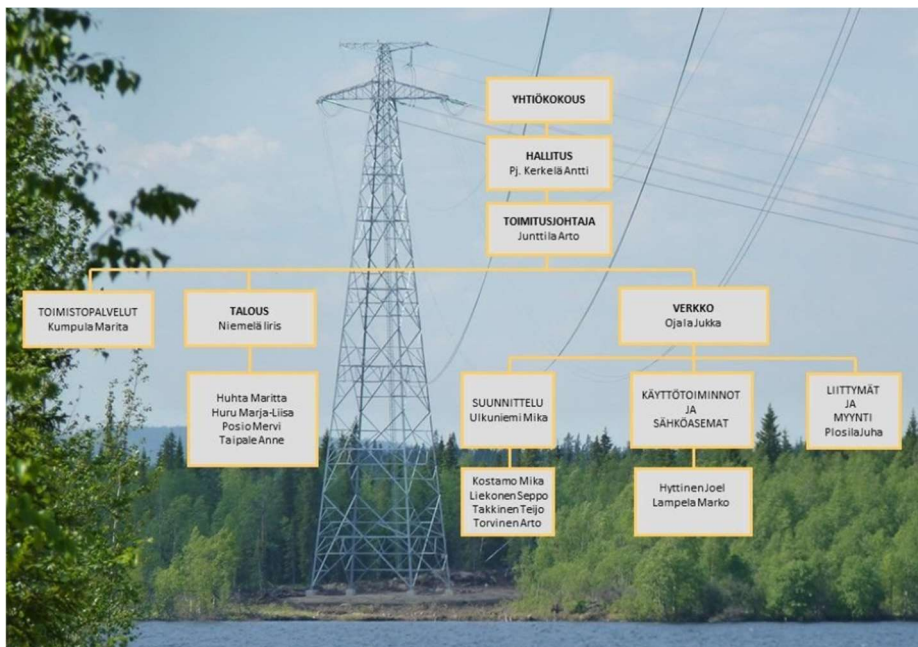
Kunnossapitotöitä alueella on ympäri vuoden, neljän vuodenajan takia. Talvella ja keväällä tykky ja kuura aiheuttavat ongelmia. Kesällä ja syksyllä luonnonvoimat kuten esimerkiksi ukkonen ja myrskyt. Tästä johtuen tällaisella työllä oli tarpeellista tarkastella kunnossapitoa lähemmin. Työssä käytiin läpi eri vuodenaikoina luonnon aiheuttamia vikaantumisia ja niistä johtuvia sähkönjakelun katkoja. Luonto on kaikista suurin yksittäinen vikojen aiheuttaja, jotka pystytään ja saadaan selvitettyä. Paljon jää vikoja selvittämättä ja usein syy löytyy jälkeinpäin.



## 2 KOILLIS-LAPIN SÄHKÖ

Koillis-Lapin Sähkö (KLS) on Itä-Lapissa neljän kunnan omistama verkkoyhtiö. Nämä neljä kuntaa ovat Kemijärvi, Salla, Savukoski ja Pelkosenniemi. Yhtiö on perustettu 1949. Asukkaita tällä alueella oli 12 454 (v 2021) ja pinta-alaa 17 600 km<sup>2</sup>. Omistusosuus on jakautunut seuraavasti: Kemijärvi 61,6 %, Salla 24,7 %, Pelkosenniemi 10,2 % ja Savukoski 3,5 %. Sähköliittymiä on 9 129 ja käyttöpaikkoja liittymillä 12 568. Sähköä siirtyy noin 184 GWh. Sähkön tuotanto on eriytetty omiin yhtiöihin, Itä-Lapin Energiaan ja Keski-Lapin Voimaan vuonna 2002 (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022b).

Yhtiön toimisto sijaitsee Kemijärvellä. Liikevaihto yhtiöllä vuonna 2021 on 8,3 miljoonaa euroa. Yhtiössä on 16 henkilöä vakituksessa työsuhteessa. Toimitusjohtajana on toiminut vuodesta 2005 lähtien Arto Junttila (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022b).



Kuvio 1. Organisaatio syksyllä 2022 (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022b)

### 3 KUNNOSSAPITO YLEISESTI

Euroopan unioni standarti SFS-EN 13306:2017 määrittää kunnossapidon seuraavalla tavalla: ”Kunnossapito on yhdistelmä kaikkia koneen elinjakson aikaisia teknisiä, hallinnollisia ja liikkeen johdollisia toimia, joilla pyritään ylläpitämään tai palauttamaan laitteen toimintakyky sellaiseksi, että se kykenee suorittamaan siltä vaaditun toiminnan.”

#### 3.1 Mitä on kunnossapito?

Kunnossapitotoiminnalla tarkoitetaan toimintaa, jolla rakennettu verkko pidetään toimintakuntoisena ja ennaltaehkäistään, ettei vikaantumisia pääse syntymään. Kun joku osasta verkkoa pääsee rikkoutumaan, korjataan se viivyttämättä tai saatetaan se siihen kuntoon, ettei vika pääse pahenemaan.

Kunnossapito on kokonaisuus, joka koostuu useasta palasesta. Jotta kunnossapito olisi toimivaa ja siitä saataisiin kaikki hyöty irti, on siitä hyvä tehdä kattava suunnitelma. Hyvällä ennakoivalla kunnossapidolla voidaan säästää suuriakin summia rahaa, kun ei pääse syntymään tilanteita, että esimerkiksi sähköverkossa on vikaantumisesta johtuvia keskeytyksiä. Lisäksi asiakkaat saadaan pidettyä tyytyväisinä katkeamattoman sähköntoimituksen ansiosta.

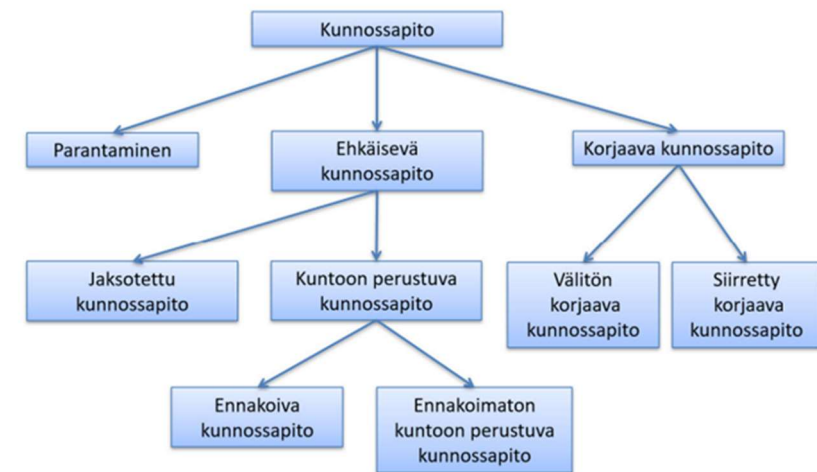
Kunnossapidon resurssit vaihtelevat yhtiöittäin ja kaikki kunnossapitotoiminta tulee mitoittaa käytettävien olevien resurssien mukaan. Vähäinen resurssi korostaa toimivaa kunnossapito-ohjelmaa ja sen merkitys korostuu. Toimivan suunnitelman laatiminen edellyttää komponenttien ja lainsäädännön hyvää tuntemusta. Tarkoituksena on, että kunnossapito ja verkon saneeraus pystytään kohdistamaan ajallisesti ja taloudellisesti oikealla hetkellä. (Headpower portali 2022.)

#### 3.2 Kunnossapitostrategiat

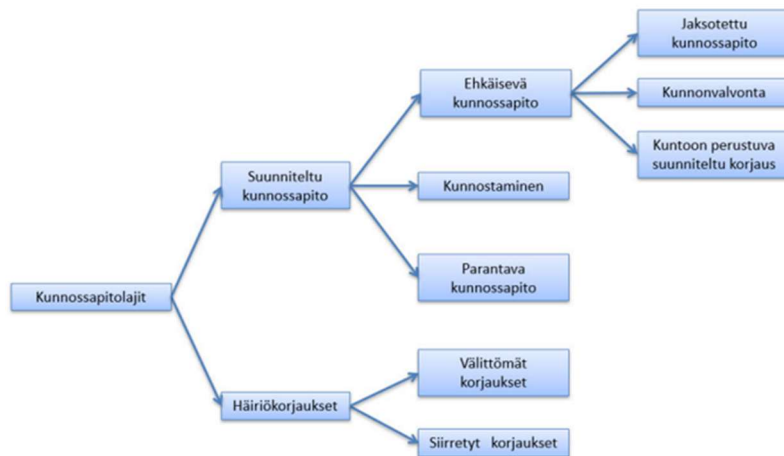
Kunnossapitostrategialla tarkoitetaan valintaa, kuinka kunnossapito hoidetaan, esimerkiksi jakeluverkossa. Kunnossapito koostuu monesta osa-alueesta. Osa kunnossapitoon vaikuttavista asioista on ilmeisiä, mutta osa liittyy asioihin, joita

edes kunnossapidon parissa itse työskentelevät eivät miellä kunnossapidoksi. Kunnossapitostrategia voidaan jakaa karkealla jaolla kolmeen eri osa-alueeseen: parantavaan, ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon (Novotek 2022).

Kuvioissa 2 ja 3 on esitetty kaksi yleistä kunnossapidon kuvioita, joiden mukaan Suomessa toteutetaan kunnossapitoa.



Kuvio 2. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306.2017)



Kuvio 3. Kunnossapitolajit (PSK 6201 2011)

### 3.3 Kunnossapitotyön suunnittelu

Kunnossapitotyön suunnittelulla tarkoitetaan toimenpiteitä, jotka tehdään ennen itse työn suorittamista. Kunnossapidon työtilaus on tietojärjestelmässä käsiteltävä, työstä vastaavan henkilön hyväksymä työmääräin, joka ilmaisee kunnossapitotarpeen. Työtilauksella määritellään työkohte, siinä tehtävä työ ja työn toteutusajankohta. Siinä voi olla myös muita työn yksilöintiin ja kustannusten kohdentamiseen tarvittavia tietoja.

Työn suunnittelussa otetaan huomioon resurssit ja työn läpimenoajat. Työlle suunnitellaan sopiva ajankohta ja laaditaan aikataulu toteutukseen. Laaditaan työstä kustannusarvio. Hankitaan materiaali tarvittaessa ennakoon ja varmistetaan työvoiman saatavuus tai kilpailutetaan työ ulkopuolisella urakoitsijalla. Selvitetään lakien ja asetusten edellyttämien ilmoitusten ja viranomaistarkastusten hakumenettelyt ja tarvittavien työ- ja turvallisuusohjeiden tai työluoppien sekä muiden asiakirjojen hankinta. (PSK 6201 2011.)

### 3.4 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit on jaettu kolmeen pääkohtaan. Lisäksi Suomen jakeluverkkoyhtiöillä on pohdinnassa, miten tulevaisuudessa kunnossapito eri alueilla tullaan toteuttamaan.

Novotek on listannut eri kunnossapidon edut ja haitat:

Korjaava kunnossapito

- + Ei Investointeja
- + Matalat aloituskustannukset
- + Ei ylimitoitettuja töitä
- Odottamattomat häiriöt
- Lyhentää laitteiden elinkaarta
- Hallitsemattomat kustannukset

Ennakoiva kunnossapito

- + Suunnitellut katkot

- + Korkeampi käyttöaste
- + Parempi riskienhallinta
- Korkeammat investointikustannukset
- Sisältää ylimitoitettuja töitä
- Riippuvainen ennakkosuunnittelusta

#### Ennustepohjainen kunnossapito

- + Mahdollistaa isoja säästöjä
- + Vähentää ylimitoitettuja töitä
- + Vapauttaa aikaa arvoa tuottavaan työhön
- Pitkä sisäänajovaihe
- Vaatii aloitusinvestointeja

Kuten voi havaita on jokaisella hyvät ja huonot puolet. Kun kohtia yhdistelee, saa näistä koottua hyvän kokonaisuuden, jota pystyy käytännössä toteuttamaan. (Novotek 2022.)

#### 3.4.1 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivalla kunnossapidolla tarkoitetaan suunniteltua kunnossapitoa. Ennakoivassa kunnossapidossa alue on jaettu yhteen kuuteen, mutta yleensä kuuteen eri kunnossapitoalueeseen. Ennakoivassa kunnossapidossa sähköjakeluverkon sähkölaitteille tarkastukset tehdään yleensä 6–12 vuoden välein. Silloin tehdään linjoille ennakkoon suunnitellut raivaukset. Maadoitusmittaukset tehdään myös aluejaon mukaisessa aikataulussa. Ennakoivalla ajattelulla pyritään pitämään laitteet ja linjat mahdollisimman pitkään käyttökelpoisina ja toimivina. Tällä vältytään mahdollisesti kalliiltakin investoinneilta. Linjojen lentokuvaukset ovat iso osa ennakoivaa toimintaa nykyaikana (Headpower portaali 2022; Aidon One 2022).

### 3.4.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan jo rikkoontunutta tai vikaantunutta esimerkiksi linjan korjausta. Suurelta osin korjaava kunnossapito on korkean prioriteetin työtä. Kaikki työ tapahtuu ennalta suunnittelemattomasti. Linja tai linjaan kuuluva komponentti on jo rikkoontunut, joten silloin on vikatila päällä. Varsinkin talvella siitä voi koitua suuriakin ongelmia kotitalouksille. Korjaavaa kunnossapitoa on myös sellaiset toimenpiteet millä saadaan lisää aikaa, jolloin korjaus voidaan tehdä suunnitellusti. Korjaava kunnossapito ei voi olla lain puitteissa sähköyhtiön ainoa kunnossapitomenetelmä, eikä se ole yksinään käytettynä kustannustehokasta (Sjöblom. 2017,13).

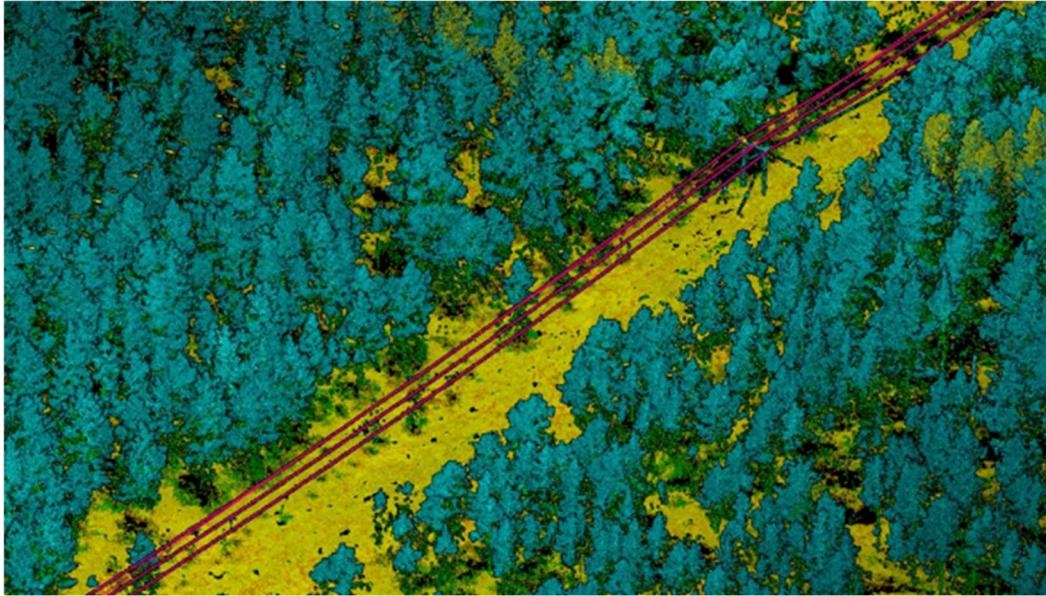
### 3.4.3 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito mielletään helposti saneeraukseksi. Parantavan kunnossapidon tarkoitus on lisätä laitteiden ja komponenttien suorituskykyä, käytettävyyttä, käyttöikää ja toimintavarmuutta. Kun esimerkiksi komponentissa tapahtuvat taloudelliset häviöt kasvavat suuriksi, silloin esimerkiksi avojohto joudutaan vaihtamaan suunniteltua aikaisemmin. Jos tästä johtuvat häviöt ovat suuret verrattuna aikaistettuun investointiin saavutetaan tällä strategialla taloudellista hyötyä. Nämä toimet ovat yleisesti sähköyhtiöillä käytössä mutta niistä puhutaan saneerauksina, eikä kunnonhallintana (Headpower portaali 2022).

### 3.4.4 Tulevaisuuden kunnossapito

Headpowerin mukaan tulevaisuudessa reaaliaikaiset kunnonvalvontamittaukset tulevat osaksi kunnossapitoa. Parhaimmillaan tämä tarkoittaa komponenttien reaaliaikaista online-valvontaa, jolloin komponentit lähettävät esimerkiksi valvomoon raja-arvoja ja kun jotkin rajoista ylittyvät, aloitetaan huoltotoimet. Huurrekuorman valvontaa IOT-tekniikalla on jo jonkin verran käytössä. Tällainen toiminta vaatii runsaasti resursseja ja se ei ole realistista KLS:n kaltaisilla isoilla alueilla (Headpower portaali 2022).

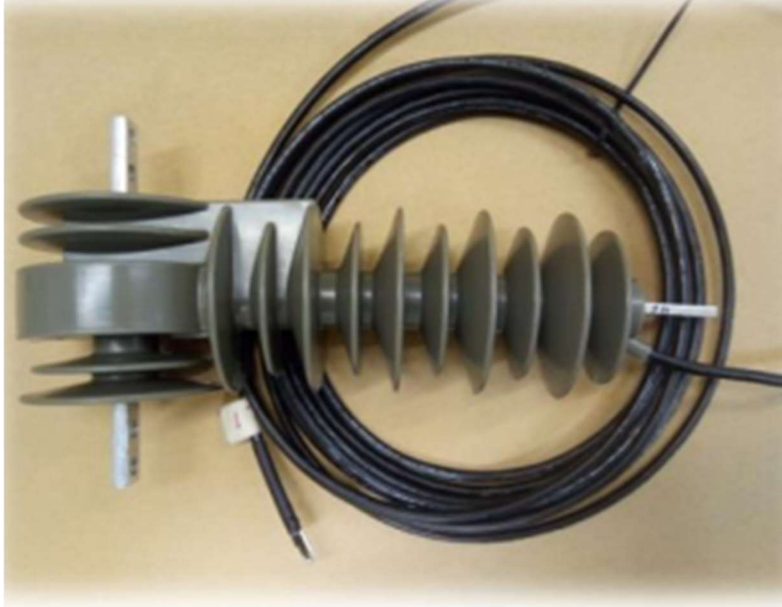
Linja-aukon leveyden tarkastamiseen käytetään suuremmissa linjoissa nykyään laserkeilausta. Linjat skannataan tarkasti laserilla, jolloin linja-alueella sijaitsevat reunapuut paljastuvat. Tämä on jo nykyään varteenotettava tekniikka jakeluverkon kunnossapidossa.



Kuva 1. Laserkeilauskuva sähkölinjasta (Tulevaisuuden teknologiat 2022)

Suunnitteilla on automaattinen tykynpoistaja linjoille. Pylvääseen laitetaan akulla varustettu tärisijä, joka tärisyttää pylvästä, kun koneelle asetetut raja- arvot ylittyvät. Tämä tekniikka on jo käytössä joillakin verkkoyhtiöillä.

P2 Engineering on tuonut markkinoille vika-analysointilaitteen nimeltä Ilmari (kuva 2). Ilmari soveltuu erinomaisesti kotimaiseen verkkoympäristöön. Sitä käytetään 20 kV:n linjoilla. Analysointilaitteisto antaa tietoa asennuspaikkaansa nähden ”vika edessä, vika takana”. Lisäksi saadaan tietoa vian tyypistä oikosulku tai maasulku. Analysointilaitteisto antaa tiedot potentiaalivapaina kosketintietoina. Ilmari asennetaan suoraan erottimien napoihin tai virtaköyteen. Ilmari ei tarvitse erillisiä tukirakenteita (P2engineering 2022).



Kuva 2. Ilmari sensori (P2engineering 2022)

Tulevaisuudessa tilanne on ehkä joskus sellainen, että kaikki Pj- ja Kj- puolen johdoista taajama-alueilla on maakaapeleita. Kunnossapidon kannalta tämä helpottaa tilannetta, ettei tontin läpi menevien linjojen lähipuita tarvitse raivata ja oksia.



## 4 SÄHKÖVERKKOA MÄÄRÄÄVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ JA LUVAT

Energiavirasto on määrittänyt luvista seuraavaa sähköverkkotoiminnan harjoittamisesta Suomessa: *Sähköverkkotoiminnalla tarkoitetaan sähköverkon asettamista vastiketta vastaan sähkön siirtoa tai jakelua ja muita sähköverkon palveluja tarvitsevien käyttöön. Sähköverkkotoimintaan kuuluvat verkonhaltijan harjoittama sähköverkon suunnittelu, rakentaminen, ylläpito ja käyttö, verkon käyttäjien sähkölaitteiden liittäminen sähköverkkoon, sähkön mittaus, asiakaspalvelu sekä muut sähkön siirtoon tai jakeluun liittyvät toimenpiteet, jotka ovat tarpeen verkonhaltijan sähköverkossa tapahtuvaa sähkön siirtoa tai jakelua ja muita verkon palveluja varten* (Energiateollisuus 2022b).

### 4.1 Lainsäädäntö ja viranomaisvalvonta

Sähköverkon kunnossapitoa säätelee pääosin kaksi eri lakia, sähkömarkkinalaki ja sähköturvallisuuslaki. Tällä lainsäädännöllä pyritään varmistamaan asiakkaille mahdollisimman turvallinen ja vakaa sähkön jakelu. Kahden viimeisen vuosikymmenen aikana on ollut pahoja myrskyjä, jotka aiheuttivat pitkiä ja laajoja katkoja eri puolilla Suomea. Näiden seurauksen säädettiin sähkömarkkinalaki, jonka seurauksena verkkoyhtiöt aloittivat suuret investoinnit säävarman verkon uudistamiseen. Sähkönsiirtomaksuilla pyritään kattamaan nämä investoinnit.

#### 4.1.1 Sähkömarkkinalaki

Sähkömarkkinalaissa 588/2016 on säädetty sähköverkon ylläpidosta. 19 §:n mukaan sähköverkkoa on ylläpidettävä siten, että laatu on hyvää. Näin pyritään takaamaan kuluttajille mahdollisimman vakaata ja katkotonta sähköä. 51-pykälällä on määritelty katkoille maksimiaikoja. Asemakaava-alueella katko saa olla maksimissaan 6 tuntia ja muualla 36 tuntia. Tämän pykälän seurauksena verkkoyhtiöt ovat joutuneet investoimaan suuria summia toimintavarmuuden saavuttamiseksi esimerkiksi maakaapeloinnilla (Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588).

#### 4.1.2 Sähköturvallisuuslaki

Sähköturvallisuuslaissa on määritelty olennaiset sähkölaitteistojen turvallisuusvaatimukset, joita ovat suojaus sähköiskulta, suojaus tulipaloa ja kuumuutta vastaan, suojaus muilta haittavaikutuksilta, erityislaitteistojen vaatimukset, erityisolosuhteiden vaatimukset ja eri laitteistojen keskinäinen yhteensopivuus sekä olennaiset rakennevaatimukset. Ennen rakennettavan verkon käyttöönottoa on sille tehtävä asianmukainen käyttöönottotarkastus. Tällä pyritään määrittämään, että laitteisto on tehty määräysten mukaisesti ja turvallinen käyttää. 6 §:n mukaan sähkölaitteistoja on huollettava ja käytettävä niin, ettei niistä aiheudu vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. 47§ liittyy oleellisesti kunnossapitoon. Tässä pykälässä on määrätty seuraavaa: sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että sähkölaitteistojen kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan (Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135).

#### 4.1.3 Energiateollisuuden määrittämät korvaukset

Energiateollisuus on tehnyt omat ohjeet sähkökatkojen varalle ja siitä, milloin asiakkaiden on mahdollista hakea korvauksia sähköyhtiöiltä. Sähkömarkkinalaissa on määritellyt maksimiaikoja katkoista ja keskeytyksistä. Energiateollisuus on määritelty, milloin asiakkaiden on mahdollista saada korvauksia katkon pitkittyessä. Sähkömarkkinalain mukaan energiateollisuus perustelee korvaukset katkoista seuraavalla tavalla: *sähkön jakelussa ja muussa verkkopalvelussa sekä sähkötoimituksessa on virhe, jos sähkön laatu tai toimitustapa ei vastaa sitä, mitä voidaan katsoa sovitun* (Energiateollisuus 2022a).

Yli 12 tuntia kestäneestä katkosta tai keskeytyksestä maksetaan vakiokorvaus. Seuraavassa on energiateollisuuden määrittelemä vakiokorvaustaulukko.

Vakiokorvauksen määrä loppukäyttäjän vuotuisesta siirtopalvelumaksusta on:

- 10 %, kun keskeytysaika on ollut vähintään 12 h mutta vähemmän kuin 24 h

- 25 %, kun keskeytysaika on ollut vähintään 24 h mutta vähemmän kuin 72 h
- 50 %, kun keskeytysaika on ollut vähintään 72 h mutta vähemmän kuin 120 h
- 100 %, kun keskeytysaika on ollut vähintään 120 h mutta vähemmän kuin 192 h
- 150 %, kun keskeytysaika on ollut vähintään 192 h mutta vähemmän kuin 288 h
- 200 %, kun keskeytysaika on ollut vähintään 288 h

Tapaukset tutkitaan aina tapauskohtaisesti ja onko kysymyksessä virhe jake- lussa. Lyhyemmissä katkoissa voidaan asiakkaalle maksaa hinnanalennusta, jos todetaan virheen tapahtuneen. Ulkopuolisen aiheuttamasta keskeytyksestä ei makseta vakiokorvausta (Energiateollisuus 2022a).

#### 4.2 Kunnossapito-ohjelma

Säköturvallisuuslain 1135/2016 pykälien 47 ja 48 mukaan verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko on luokan kolme sähkölaitteisto, jolle on laadittava sähköturvallisuuden ylläpitävä huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Lisäksi Tukes on täydentänyt turvallisuuslakia lisäohjeistuksella Tukes-ohje 16/2017, jonka mukaan kunnossapito-ohjelmaan tulisi sisällyttää seuraavia huolto-, kunnossapito- ja korjaustöitä: ”Riittävä sähköturvallisuuden edellyttämä kunnan ja vikojen valvonta. Pj-verkon suojaus, sulakkeiden mittaus/toimivuus ja oikosulkuvirta/johdon valinta. Vikasuojaus (suojalaitteiden asetteluarvot). Toimenpiteet palo- ja räjähdysvaaran ehkäisemiseksi. Ilmajohdon turvaetäisyydet, vapaa johtoaukea ja kiipeämisen esto. Sähköpylväiden kunto ja lahoisuustarkas- tus. Sähkötilojen lukitukset, niihin pääsy ja varoituskilvet. Maadoitukset ja poten- tiaalintasaukset” (Tukes 2017).

Muita tärkeitä ohjeistuksia kunnossapito-ohjelmasta löytyy st-kortistoista. ST-kortti 96.02 määrittää, milloin pitää tehdä lakisääteiset mittaukset, testaukset ja määräaika tarkastukset. Silmämääräiset tarkastukset tehdään verkonhaltijan toimesta ja ne ovat yleensä ennalta määrättyjä tarkastuksia. Niistä pidetään tarkkaa kirjanpitoa, jotta voidaan tehdä ennakoiden huoltotoimenpiteitä. Silmämääräistä tarkastusta pystyvät tekemään lähes kaikki, mutta esimerkiksi suojareleiden, erottimien ja katkaisijoiden koestuksen joutuu tekemään ammattilainen erikoisosaamisen vuoksi (St 96.02 2022).

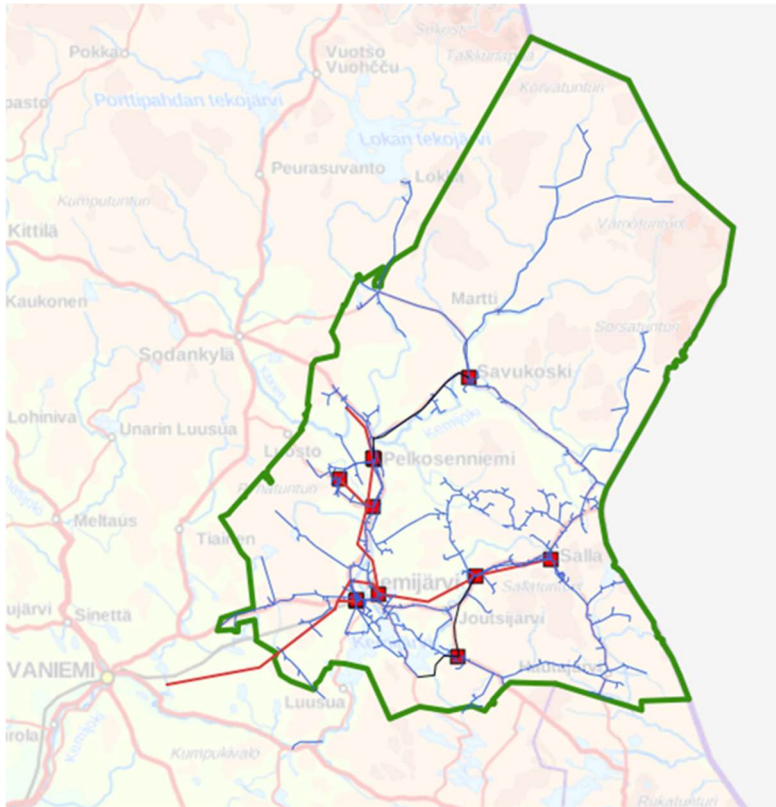
## 5 KUNNOSSAPITO KLS:N ALUEELLA

Kunnossapidon painopisteet ovat KLS:n alueella valikoituneet ajan myötä ennakkoivaan kunnossapitoon. Tämän lisäksi on säädetty sähkömarkkinalakiin ja sähköturvallisuuslakiin uusia ja päivitettyjä pykäläitä, joiden myötä on jouduttu paneutumaan ennakkoivaan toimintaan (sähkömarkkinalaki 588/2016; sähköturvallisuuslaki 1135). On huomattu, että ennakoivalla toiminnalla voidaan saavuttaa huomattavia taloudellisia hyötyjä ja alueen asukkaat ovat tyytyväisempiä, kun sähkön toimitus on vakaata ja varmaa. KLS:n alueella sijaitsee jonkin verran teollisuutta, joka tarvitsee vakaata sähkön toimitusta. Alueella on lisäksi kolme suurta hiihtokeskusta, joissa on useita hiihtohissejä. Nämä kohteet ovat sellaisia, jotka tarvitsevat luotettavaa ja katkeamatonta sähkön toimitusta. Eikä pidä unohtaa alueella olevia yksityisiä liittymiä, joita on reilusti yli 10 000.

### 5.1 Jakeluverkko KLS:n alueella

KLS omistaa alueensa jakeluverkon. Alueella on kahdeksan sähköasemaa ja jakelumuuntamoita 1226 kappaletta. 110 kV:n alueverkkoa on 215 kilometriä. Jakeluverkosta löytyy 87 kilometriä 45 kV:n linjaa, josta on maakaapelina kaksi kilometriä. Esimerkiksi Pelkosenniemi-Savukoski välinen 45 kV:n linja uusittiin lähes kokonaan. Jakeluverkon päälinjat ovat 20 kV 1874 kilometriä ja 0,4 kV 1502 kilometriä. 20 kV:n linjaa on maakaapelina 79 kilometriä ja 0,4 kV 451 kilometriä. Lisäksi on 11 kilometriä 1 kV:n linjaa, josta maakaapelia 0,5 kilometriä. Jakeluverkon määrä suhteutettuna asiakasmäärään on alueella suuri.

Omaa tuotantoa yhtiöllä ei ole ollenkaan. Tuotanto alueella on eriytetty Itä-Lapin Energialle ja Keski-Lapin Voimalle vuonna 2002. Kemijärvellä kaukolämpölaitos tuottaa sähköä jonkin verran ja 118 liittymässä on aurinkopaneelit tuottamassa kotitalouksille sähköä. (Aidon One 2022.)



Kuva 3. Verkon rakenne (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022e)

## 5.2 Verkon toimintavarmuuden kehittäminen

Toimintavarmuus kehittyy alueella jonkin verran, kun Fingrid rakentaa Kemijärvelle uutta Kellarijängän sähköasemaa. KLS liittyy kantaverkkoon uudella 110 kV voimajohdolla Kellarijängä-Isokero välillä. Linjalle tulee mittaa 13 kilometriä, joten kysymyksessä on iso investointi.

Taajama-alueet saneerataan maakaapeleiksi alueittain. Esimerkiksi Kemijärvellä on Sipovaaran ja Suomun alueet rakentamisvuorossa vuonna 2022. Tällä pyritään saavuttamaan käyttövarmuutta, kun ilmajohdoista päästään eroon. Maakaapeli ei ole niin herkkä luonnonolojen aiheuttamille tuhoille. Ainoa ongelma maakaapeleista syntyy, kun alueita rakennetaan ja saneerataan niin kaivinkoneet rikkovat vahingossa kaapeleita.

Toimintavarmuutta parannetaan samalla, kun käyttöikänsä lopussa olevia muuntajia ja erottimia uusitaan. Erottimia lisäämällä pyritään pienentämään alueita, jolloin sähkökatkon vaikutusalue pienenee.

Jakelun turvaamiseksi on keskijänniteverkkoa pyritty saneeraamaan rengassyöttö kuvioon. Rengassyöttö muodostuu kahdesta tai useammasta johtolähdöstä, sähköasemasta ja päämuuntamoista. Rengassyötöllä saadaan korvaava tai vaihtoehtoinen reitti sähkön syötölle. (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022d.)



Kuva 4. Isokeron sähköasema. Rakenteilla uusi 110 kV lähtö Kellarijängän sähköaseman suuntaan.

### 5.3 Vikaantuminen KLS:n alueella

Vikaantumisella tarkoitetaan sähköverkossa tapahtuvia häiriöitä. Vikatyyppejä on useanlaisia, mutta yleensä vika aiheuttaa katkaisijan laukeamisia. Katkaisijoita käytetään, mikäli linjaan halutaan tehdä huoltokatko. On kaksi yleistä syytä katkaisija laukeamiseen, linnut ja puut. Kun tulee vikailmoitus maasulusta, on vian aiheuttaja yleensä puu oksineen. Kun laukeaminen johtuu ylivirrasta, on yleensä syynä lintu.

Yleisin vikaantumisen aiheuttaja on luonto eri muodoissaan, kesällä ukkoset ja myrskyt ja talvella tykky ja huurre. Myös laite- ja rakenneviat aiheuttavat jonkin verran häiriöitä verkossa. (MicroSCADA DMS600 Sisäinen verkkotietojärjestelmä 2022.)

Taulukossa 1 on tilastot viiden vuoden ajalta Kj-verkossa tapahtuneista viidestä yleisimmästä vian aiheuttajasta (MicroSCADA DMS600 Sisäinen verkkotietojärjestelmä 2022)

Taulukko 1. Tilastotaulukko. (MicroSCADA DMS600 Sisäinen verkkotietojärjestelmä 2022)

	1.	2.	3.	4.	5.	Yhtensä.
<b>2017</b>	Tuntematon 27 kpl	Tuuli ja myrsky 13 kpl	Ukkonen 8 kpl	Lumi ja jää 6 kpl	Ulkopuolinen aiheuttaja 3kpl	59 kpl
<b>2018</b>	Tuntematon 52 kpl	Rakenneviat 19 kpl	Ukkonen 16 kpl	Ulkopuolinen aiheuttaja 10 kpl	Lumi ja jää 7 kpl	116 kpl
<b>2019</b>	Tuntematon 34 kpl	Rakenneviat 20 kpl	Tuuli ja myrsky 15 kpl	Lumi ja jää 12 kpl	Ukkonen 8 kpl	97 kpl
<b>2020</b>	Tuntematon 23 kpl	Ukkonen 11 kpl	Tuuli ja myrsky 10 kpl	Lumi ja jää 7 kpl	Rakenneviat 5 kpl	65 kpl
<b>2021</b>	Lumi ja jää 46 kpl	Ukkonen 29 kpl	Tuntematon 24 kpl	Tuuli ja myrsky 21 kpl	Rakenneviat 7 kpl	137 kpl

Tilastoista voi lukea, kuinka luonto on yleinen vian aiheuttaja. Lisäksi viat, joita ei ole löydetty tai tunnistettu on yleinen vian aiheuttaja. Todennäköisesti aiheuttajina on luonnonilmiöitä, esimerkiksi oksa tai eläin. Tilastoista nousee kahdelta vuodelta esiin korkeat luvut. Vuonna 2018 oli tuntemattomia vikoja 52 kpl ja vuonna 2021 lumi ja jää 46 kpl. Muuten on ollut tasaista lukujen puolesta (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022d).



Taulukko 2. Vuosien 2020 ja 2021 keskeytystilastot (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022c)

	2021	2020
Asiakkaan koko vuoden keskimääräinen vuosienergialla painotettu keskeytysaika /h	2,69	0,79
Asiakkaan koko vuoden keskimääräinen vuosienergialla painotettu keskeytysmäärä	3,67	1,58
Keskijänniteverkon suunnitellut keskeytykset /kpl	102	85
Keskijänniteverkon viat /kpl	135	62
Pikajälleenkytkennät	24	57
Aikajälleenkytkennät	37	25
Pienjänniteverkon suunnitellut keskeytykset	50	37
Pienjänniteverkon viat	37	24
110 kV verkon suunnitellut keskeytykset	9	2
110 kV verkon viat	4	0

Taulukossa 2 on keskeytyksistä tilastoitu taulukko. Taulukosta näkee vuoden 2021 loppuvuoden tykyn seuraukset. Keskeytysaika on kasvanut lähes kahdella tunnilla edelliseen vuoteen verraten. Taulukosta näkee, että viat ovat olleet keskijännitevikoja, kun vikamäärät on tuplaantunut edelliseen vuoteen verrattuna.

Yhtiössä toimii työajan ulkopuolisena aikana vikapäivystys. Jokainen on vuorolleen viikon ajan vikapäivystys varallaolossa. Vuoron aikana vastataan vikapuheleihin ja hoidetaan verkon vikatilanteita niiden ilmaantuessa. Päivystäjällä on kotona näyttöpääte, jolla hän pysty hoitamaan kotoa pieniä vikoja, mutta suuremmat ongelmat hoidetaan yleensä valvomosta.

Ellappi Oy:llä ovat asentajat samalla lailla varallaolovuorossa. Heidän rytmensä menee KLS:n vuorojen mukaan. (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022c.)

### 5.3.1 Luonnon aiheuttamat katkot

KLS:n alueella suurin katkojen aiheuttaja on luonto. Ukkoset ja myrskyt kesällä ja talvella tykky ja kaatuvat puut aiheuttavat katkoja runsaasti. Lankoihin lentävät linnut aiheuttavat muuttoaikoina jonkin verran vikatiloja.

Taajama-alueella katkot ovat harvinaisempia ukkosella, kun maakaapelointi alkaa olemaan jo sen verran pitkällä. Haja-asutusalueella ongelmia syntyy lähes jokaisen ukonilman aikana ja sen jälkeen. Ongelmia aiheutuu suorista salamaiskuista langoille. Maakunnassa salama voi edetä pitkiä matkoja linjaa myöten ja aiheuttaa useaan taloon vahinkoja. Nykyään myös kovat tuulenpuuskat ovat yleistyneet ukonilman aikana. Saattaa syntyä hyvinkin voimakkaita syöksyvirtauksia, jotka omalta osaltaan aiheuttavat katkoja, kun puut kaatuvat linjoille.

Yleensä jokaisena talvena on jonkin verran tykyn aiheuttamaa ongelmaa. Kun talvella on säätilan vaihteluita runsaasti, syntyy yleensä silloin eniten tykkyä. Aikansa kun tykkyä kerääntyy linjojen päälle, tulee linjojen päälle paljon painoa. Tästä seuraa linjan venymisiä ja jopa katkeamisia. Eristimiä hajoaa orsilta ja langat tippuvat orsille aiheuttaen katkoja ja jopa pylväiden palamisia. On jopa orsien vääntymisiä tapahtunut, joka kertoo suuresta massasta linjan päällä.

Alueella on muutama tykkyherkkä alue. Yleensä näillä alueilla on vuosittain jonkin asteisia tykkyongelmia. Näistä ehkä pahin on Sallassa Naruskalla oleva 20 kV linja. Lisäksi Sallassa Kallunki-Hautajärvi-Karhujärvi välinen 20 kV linja on altis tykylle. Sallan Naruskalla linja-alue on raivattu niin kuin pitää, mutta alueen ulkopuolella on paljon pitkää kuusikkoa. Tykyn seurauksen niitä menee poikki, jolloin ne yltävät kaukaakin linjan päälle. (Aidon One 2022.)



Kuva 5. Talvella 2021-2022 Tykyn seurauksena puu kaatumassa 20 kV linjalle (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022a)

### 5.3.2 Muut katkot

KLS:n alueella on harvoin 110 kV linjan katkoa. Aiheuttajana on usein ollut ukkonenjohtimiin kertynyt huurre. 110 kV:n linjat ovat puuvarmoja. Lisäksi syöttävässä päässä on ollut viimevuosina muutama laite tai käyttöhäiriö. Syöttävässä päässä tapahtuvat häiriöt heijastuvat koko verkon alueelle. Kellarijängän sähköaseman rakentaminen aiheuttaa jonkin verran suunniteltuja isoja katkoja, ennen kuin Kemijärvelle valmistuu Kellarijänkä-Isokero välinen 110 kV linja on verkon käyttö haastavaa. Katkoja tulee, mutta ne pyritään rajaamaan mahdollisimman pienelle alueelle.

Maakaapeloinnin rakentamisen seurauksena tulee pieniä alueellisia suunniteltuja katkoja, kun niitä yhdistellään verkkoon. Nämä ovat yleensä lyhyitä katkoja ja ne ajoittuvat aamu- ja ilta-aikaan. Huolto- ja kunnossapitotoimista saattaa aiheutua lyhyitä katkoja.

### 5.3.3 Tilastoja vuodelta 2021

Vuonna 2021 KLS:n alueella oli 604 kpl kuntohavaintoja, jotka liittyvät jotenkin verkon rakenteeseen. Näistä suurin osa on pylväsvaurioita ja kasvillisuuteen liittyviä ongelmia linjoilla. Pylväsvauriot koostuvat kallistumisesta ja lahoamisesta. Kasvillisuuteen liittyvät havainnot ovat suurelta osin aluskasvillisuudesta ja linja-alueen reunapuista johtuvista havainnoista.

Verkon rakenteeseen liittyviä työmääräyksiä hoidettiin vuonna 2021 kaikkiaan 1009 kpl. Luvusta oli kunnossapitotöitä 244 kpl. Töiden laatu oli jakautunut tasaaisesti, eikä niistä mikään ole ollut vuoden aikana mitenkään toistaan suuremmassa roolissa. Ainoastaan loppuvuoden tykkyongelma nousee esiin. Esimerkiksi vuonna 2021 viimeisen kahden viikon aikana oli vikatöitä 48 kpl, jotka koostuivat lähes kokonaan tykystä. Kuten kuvasta viisi voi nähdä, oli tykky ankaraa tietyillä osin aluetta. Vikatöitä oli koko vuonna 164 kpl. Liittymätöitä oli vuoden aikana 39 kpl, joten se on linjassa pidemmän ajan keskiarvossa.

Kuluvan vuoden luvut näyttävät menevän samalla tasolla edelliseen vuoteen verrattuna. Liittymätöitä näyttää tulevan, jonkin verran enemmän vuodelle 2022. Tämä johtuu Pyhä- ja Salla tuntureiden rakentamisesta. Molempiin kohteisiin tulee uusia liittymiä useita vuositasolla. (Aidon One 2022.)

### 5.4 Kunnossapitostrategia KLS:n alueella

Jakeluverkon kunnossapidon strategiaksi on valikoitunut ennaltaehkäisevä ja käyttövarmuutta hakeva strategia. Tämä näkyy siinä, että kunnossapidossa on keskitytty verkon käyttövarmuuden parantamiseen ja kustannusten optimointiin. Kun on valikoitunut tällainen strategia, on päätetty investoida huomisen kilpailukyvyyn puolesta. Kun valitaan kyseinen tie, pitää tunnistaa organisaation nykytila, käytössä olevat resurssit nyt ja tulevaisuudessa, mahdollisuudet kehittää kunnossapitoa, sekä toimintaympäristön vaatimukset.

Lukuja tarkastelemalla päätyy helposti niidenkin puolesta ennakoivaan kunnossapitoon. Esimerkkinä on linjalle kaatunut puu lauuntain ja sunnuntain välisenä yönä. Siitä tulee ensin vikahälytys vikapäivystäjälle. Päivystäjä hälyttää asentajat

vikatöihin yöllä. Kaikki heidän tekemänsä työ on ylityötä. Lisäksi kilometrit ja materiaali lisäävät kustannusta. Loppulasku ylittää helposti tuhannen euron rajan, jos taas olisi tehty puunkaato hallitusti metsurien toimesta ei summa nousisi paljoo yli sadan euron.

## 5.5 Kunnossapidon työn suunnittelu

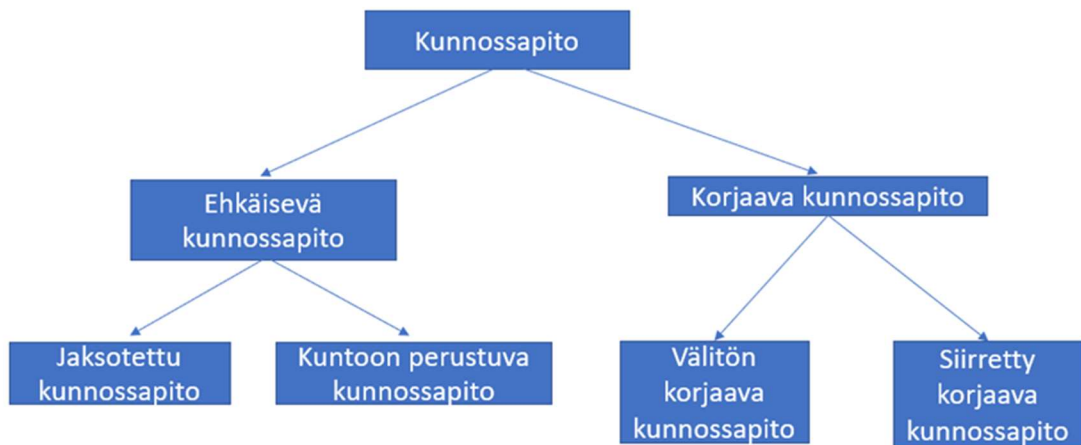
Kunnossapito on KLS:ssä suunniteltu kuuden vuoden sykliin. Alue on jaettu kuuteen kunnossapitoalueeseen. Tämä jako helpottaa erottimille ja muuntajille säädettyjä lakisääteisiä maadoitusmittauksien tekoa. Raivauksia joudutaan tekemään jokaiselle alueelle täsmällisinä tehtävinä, kun alueilta tulee havaintoja. Havainnot koskevat lähinnä linjojen aluskasvillisuutta ja johtokäytävälle yltävistä oksista.

Työn suunnittelu ja työmääräykset tehdään Aidon One ohjelmalla. Kyseistä ohjelmaa käyttävät urakoitsijat ja metsäpalveluyritykset. KLS on tehnyt Ellappi Oy:n kanssa sopimuksen sähköverkon kunnossapidosta ja viankorjauksesta. Alueelta löytyy neljä metsäpalveluyritystä, joiden kanssa on tehty sopimukset linja-alueiden raivauksista ja puiden kaadoista. Käytettävissä on lisäksi koneurakoitsija, joka hoitaa koneellisen raivauksen 20-, 45- ja 110 kV:n linjoilta.

Suunnittelu alueen kunnossapidosta aloitetaan jo edellisenä syksynä. Alueesta kartoitetaan kuntohavaintojen perusteella ne muuntopiirit, jotka ovat raivauksen tarpeessa. Budjettiin varataan seuraavan vuoden raivausurakat. Koneuraukset vievät tästä suurimman osan. Taajamien osalta selvitetään kunnilta missä niillä on tulossa katujen parannustöitä. Näille alueille pyritään tekemään samalla maakaapelointi, katujen parannustöiden yhteydessä. Kyseisille alueille tehdään ainoastaan pakottavia kunnossapitotöitä ja raivauksia. Sähköjakelun keskeytyksiä pyritään välttämään hyvällä ennakkosuunnittelulla. Vuorossa olevalta kunnossapitoalueelta tehdään listat muuntajista ja erottimista, joille tehdään kyseisenä vuonna maadoitusmittaukset. (Aidon One 2022; Headpower portaali 2022.)

## 5.6 Kunnossapitolajit KLS:n alueella

Kunnossapitotyö KLS:n alueella voidaan jakaa karkeasti kahteen eri kunnossapitolajiin: suunniteltu kunnossapito ja ei suunniteltu kunnossapito. Suunniteltuun kunnossapitoon kuuluu ennakoiva kunnossapito ja ei suunniteltuun korjaava. Tällainen kunnossapitojako on yleistä tekniikan eri aloilla. Varsinkin sellaiset alat, joilla on kriittisiä pisteitä kuten sähköverkko, yhtiöillä on kunnossapito yksi iso osa toimialaa. Kuviossa 4 on kaavioitu KLS:n alueella tapahtuva kunnossapito.



Kuvio 4. Kunnossapidon kaaviokuva

## 6 KUNNOSSAPITOTOIMINTA KLS:N ALUEELLA

Kunnossapitotoiminnalla tarkoitetaan kaikkea verkkoa ylläpitävää ja korjaavaa toimintaa, sekä isolta osin ennakoivaa toimintaa. Sähkömarkkina- ja sähköturvallisuuslakiin tehtyjen muutoksien vuoksi on yleisesti jouduttu kiinnittämään ennakoiwaan kunnossapitoon suurempaa huomiota. Lait määräävät katkoksille ja vi- katiloille ylärajoja ja niiden ylityksistä sanktioita. Jos katkot ovat pitkäaikaisia ja laajoja voivat korvaussummat nousta huomattaviksi. Maksimi katkoajat ovat ase- makaava-alueella kuusi tuntia ja maakunnassa 36 tuntia. Jakeluverkon kunnos- sapidon tavoitteena on käyttövarmuus, turvallisuus ja kustannustehokkuus (Säh- kömarkkinalaki 9.8.2013/588; Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135).

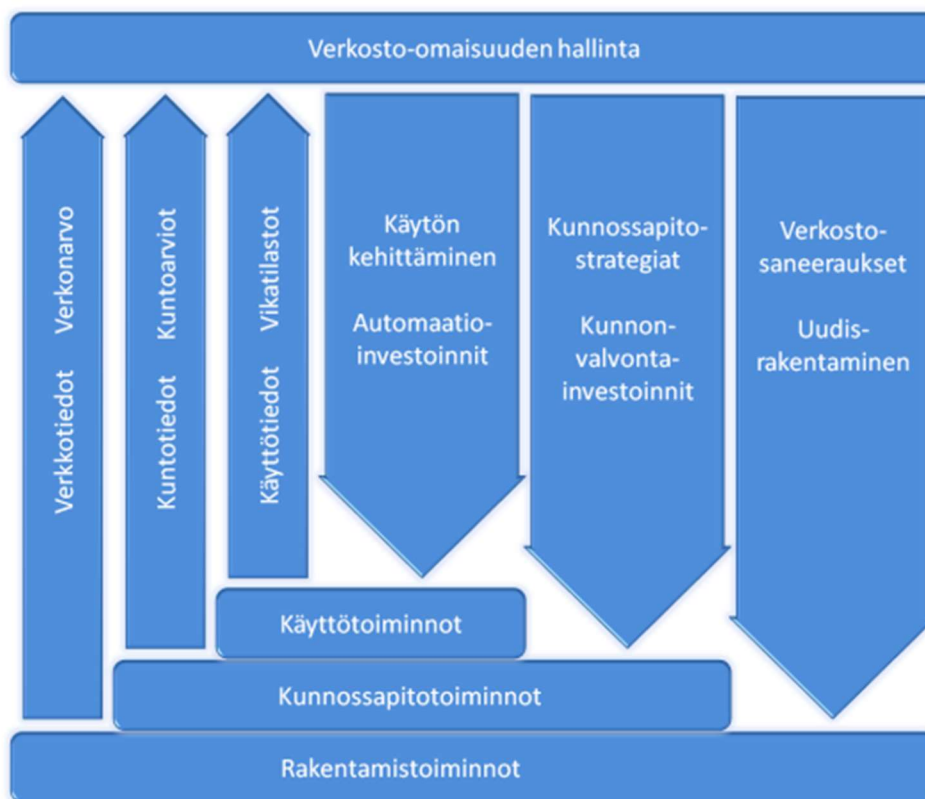


Kuva 6. Koneellista linja-aukon raivausta 20kV linjalla (Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022a)

## 6.1 Jakeluverkon kunnossapidon hallinta KLS:n alueella

Kunnossapidon tavoitteena on saada käyttövarmuutta jakeluverkkoon. Käyttövarmuus koostuu kolmesta eri osa-alueesta: toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Käyttövarmuuden lisäksi ei sovi unohtaa ympäristön ja ihmisten turvallisuutta kaikessa muodossa, kuitenkin talous ja kustannustehokkuus huomioon ottaen (Headpower portaali 2022).

KLS:n alueen verkko kaikkine komponentteineen on arvokas kokonaisuus. Osa rakenteesta on jo vanhaa tekniikkaa, joka pyritään uusimaan pikkuhiljaa. Käytöikä investoinneille lasketaan pitkäsi. On tärkeää kehittää toimintamalleja verkon kehittämiseen ja ylläpitämiseen (Koillis-Lapin Sähkö Oy2022d).



Kuvio 5. Verkosto-omaisuudenhallinta (Lakervi & Partanen 2008. 215)



## 6.2 Jakeluverkon tarkastukset KLS:n alueella

Jakeluverkko on jaettu kuuteen kunnossapitoalueeseen. Tämä on seurausta muuntajista ja erottimista johtuvista maadoitusmittauksista. Erottimille tehdään kuuden vuoden välein maadoitusmittaus. Muista verkon osista tarkemmin seuraavissa kohdissa.

### 6.2.1 Avojohdot ja pylvää

Avojohtoja Kj- puolella on KLS:n alueella 2176 kilometriä. 110 kV ja 20 kV tarkastetaan helikopterista käsin kuuden vuoden välein. Linjat kuvataan ja lennon aikana tehdään merkintä kuntohavainnosta. Kaikki kuvat ja kuntohavainnot tallennetaan Aidon Oneen. Johtoalueen raivauksien yhteydessä suoritetaan samalla visuaalista linjan tarkastusta.

Pj- linjat (0,4 kV ja 1 kV) tarkastetaan raivauksen yhteydessä. KLS:n alue on jaettu kuuteen osaan, jolloin kunnossapidon painopiste tulee alueille kuuden vuoden välein. Lisäksi tehdään niin sanottuja täsmäiskuja, jotka on kohdennettu tiettyyn kohteeseen linjaa kuntohavaintojen perusteella.

Eniten ilmoituksia vioista ja huomioista tulee ihmisiltä suoraan puheluina. Varsinkin marjastus- ja metsästysaikana tulee paljon kuntohuomioita, kun ihmisiä liikkuu paljon metsissä. Ilmoitukset koskevat suurelta osin palaneita pylvääitä ja linjoihin kohdentuvia erinäisiä vikoja. Vinot pylvääitä aiheuttavat myös paljon ilmoituksia metsässä kulkijoilta. (Aidon One 2022.)



Kuva 7. Vasemmalla vpd-tuuliyhtiön oma linja ja oikealla KLS:n 110kV linja 2022

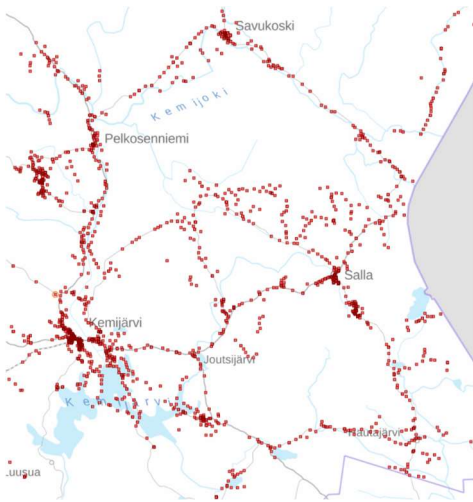
### 6.2.2 Erottimet

Erottimen tehtävänä on muodostaa turvallinen avausväli virtapiirin ja erotettavan kohteen välille. Avausvälillä luodaan jännitteetön tila turvallista työskentelyä, esimerkiksi huoltoa varten.

Erottimia on KLS:n verkossa runsaasti. Näistä kaukokäyttöerottimia on 91. Erottimille tehdään kuuden vuoden välein maadoitusmittaus. 110 kV ja 20 kV linjoille tehdään säännöllisesti helikopterista tarkastuslennot, jolloin samalla tulee myös erottimet kuvattua ilmasta käsin. Ne pystytään tarkastamaan jälkikäteen tarvittaessa. Aikaisemmin esiintyneessä kuvassa kolme näkyy hyvin K<sub>j</sub>-verkonrengasmalli, joka on pyritty rakentamaan huoltovarmuuden saavuttamiseksi. Erottimien runsaan määrän ansiosta vikatilanteissa katkot voivat jäädä lyhyeksi ja alue pystytään rajaamaan pieneksi, jolloin vioista kärsiviä asiakkaita on vähän (Aidon One 2022).



Kuva 8. Yhdistetty erotin- ja muuntamoasema 2022



Kuva 9. KLS:n Erottimet (Aidon One 2022)

### 6.2.3 Jakokaapit

Pj- jakokaappeja KLS:n verkon alueella on laajalti käytössä. Pääosin malliltaan kaapit ovat kuvan 9 kaltaisia Pj-keskuksia. Niitä tulee lisää, kun alueita rakennetaan ja niihin otetaan sähköliittymiä. Lisäksi taajama-alueiden maakaapelointien yhteydessä rakennetaan jakokaappeja tarpeen mukaan lisää. Jakokaapeille tehdään kuntohavaintojen perusteella kunnossapitotyöt. Havaintoja tekee oma työporukka ja urakoitsijoiden asentajat, lisäksi jonkin verran tulee ilmoituksia ohikulkijoilta. Suurimmat ongelmat näiden kanssa on routiminen, kun pohjatöitä ei ole tehty rakennusvaiheessa kunnolla (Aidon One 2022).



Kuva 10. JK131 Kemijärven keskustan alueen muuntopiirissä 2022

#### 6.2.4 Muuntamot

Jakelumuuntamoita KLS:n verkosta löytyy 1226 kpl vuonna 2021. Suurelta osin ne ovat pylväissä sijaitsevia muuntamoita. Kuvan 10 mukaisia puistomuuntamoita löytyy Kemijärveltä 42, Sallasta 19, Savukoskelta 4 ja Pelkosenniemeltä 16. Uusien maakaapelointikohteiden myötä tulee yleensä puistomuuntamoita taajama-alueille. Muuntamon valmistumisen jälkeiset maadoitusmittaukset dokumentoidaan perusteellisesti. Hyvän dokumentoinnin jälkeen seuraavat mittaukset

pystytään tekemään samasta kohtaa kuin edelliset. Mittauksia tehdään tarvittaessa ja maksimissaan 12 vuoden välein. Imurointi tehdään puistomuuntamoille jännitetyönä kuuden vuoden välein.

Kiinteistömuuntamoita on alueella vielä jäljellä neljä kappaletta. Ne ovat pääsääntöisesti iältään vanhoja. Osa on hankalassa paikassa, joten niiden huolto on haastavaa. Uuden virastotalon valmistuessa Kemijärvelle, sen yhteydessä rakennetaan uusi puistomuuntamo, joka korvaa lähes kokonaan yhden vanhan kiinteistömuuntamon vanhasta virastotalon kellarista. (Aidon One 2022.)



Kuva 11. Uusi puistomuuntamo ja kaukokäyttö erotinasema, sekä purkua odottava pylväsmuuntamo 2022

## 6.2.5 Sähköasemat

Sähköasemia on alueella kahdeksan kappaletta. Kemijärvellä sijaitsee Honkakero Särkikankaalla, Isonkeron asema Kallaanvaarassa ja Kervinen Suomulla. Sallassa on Kursun sähköasema Kursussa ja Sallan keskustassa on oma asema. Savukoskella sijaitsee keskustassa oma sähköasema ja Pelkosenniellä on keskustassa ja Pyhätunturissa asemat.

Sähköasemilla on oma huolto-ohjelma. KLS tekee sähköasemille kuukausittain tarkastukset, joista täytetään pöytäkirjat ja ne arkistoidaan Aidon Oneen. Lisäksi asemille tehdään vuosittain useita erilaisia tekniikkaa, ympäristöä ja turvallisuutta koskevia tarkastuksia. Tässä työssä ei avata tarkemmin sähköasemille tehtäviä tarkastuksia ja huoltoja. (Aidon One 2022.)



Kuva 12. Kervisen sähköasema 2022

### 6.3 Jakeluverkon huollot ja korjaukset

Huolloista on muotoutunut ajan kuluessa KLS:n alueella oma järjestelmä, missä kunnossapitotoimet keskitetään kuuden vuoden välein vuorossa olevalle kunnossapitoalueelle. Näin saadaan täytettyä säädöksiin määräämät maadoitusmittaukset erottimille ja muuntamoille.

Maadoitusmittaukset tehdään vuosi ja aluejaon mukaan. Lainsäädännössä on määritelty maadoitusmittauksien aikaväli. Korjauksia tehdään sitä mukaa kun viikoja ilmenee. Pääosat linjoista tarkastetaan helikopterista käsin. Linjat kuvataan ja kuntohavainnot tallennetaan Aidon One: en. Ihmisiltä tulee ilmoituksia korjaustarpeista, kun he kulkevat eripuolilla aluetta. Palaneet pylvää ja roikkuvat linjat ovat yleisimpiä ilmoituksen aiheuttajia. Metsurit tekevät paljon kuntohavaintoja lahonneista ja vinoista pylväistä.

Korjauksista ja huolloista vastaa tällä hetkellä sopimuskumppani Ellappi Oy. (Aidon One 2022; Headpower portaali 2022.)

## 7 KEHITTÄMISKOHTEET

Suurelta osin asiat näyttävät sujuvan hyvin. Yksi asia on noussut esiin, minkä vuoksi voisi lähestyä Aidon One-ohjelman suunnittelijoita. Kunnossapidon puolella raivauksista ei ole olemassa kunnollista sähköistä sovellusta. Ratkaisuna voisi olla alueen verkkokarttapohja, johon merkitään tehdyt raivaukset tietyllä värillä, esimerkiksi keltainen. Kun raivauksesta kuluu vuosia, muuttuu se tummemmaksi esimerkiksi punainen. Näin olisi helppo seurata raivauksia. Nyt kaikista on kartalle merkatut raivauskohteet. Osa on sähköisenä ja osa paperisena. Tulee helposti sekaannuksia ja saattaa jäädä jokin alue huomiotta pitkäksi aikaa.

Ennen uusien kaukokäyttöisten/etäkäyttöisten erotinasemien käyttöönottoa, olisi hyvä koekäyttää erottimet ennakkoon akuilla, kun ne kytketään verkkoon niin tämän jälkeen koekäyttö hankaloituu ja useissa tapauksissa joudutaan tekemään asiakkaille sähkönjakelun keskeytyksiä, kun testattavaa lähtöä ei saada rengasverkkoon .

Keskijännitelinjoilla ilmaantuneita vikoja voisi ehkä tulevaisuudessa tarkastaa droneilla. Varsinkin niillä osuuksilla mitkä ovat syrjässä niin silloin dronen käyttö voisi olla tehokasta. Jos linja menee tien suuntaisesti niin autossa voisi olla kuski ja dronen ohjaaja. Silloin saataisiin tarkastettua pitkiä matkoja linjaa lyhyessä ajassa.



## 8 POHDINTA

Työn aiheena oli tehdä KLS:n jakeluverkon kunnossapidosta raportti. Aiheesta ei ole tehty minkäänlaista yhteenvetoa yhtiössä. Kunnossapito on suuressa roolissa yhtiön strategiassa suuren avojohtoverkon vuoksi. Ykkösprioriteettina on toimiva ja käyttövarma jakeluverkko. Jos ilmenee häiriöitä, niin asiakas on aina kärsivänä osapuolena. Ennakoivalla kunnossapidolla pyritään minimoimaan vikatilat. Luonnonvoimille ei kuitenkaan voida tehdä paljoakaan. Maakaapelointi on yksi keino välttää luonnon aiheuttamia vikoja, mutta siinäkin pitää miettiä mikä on järkevää kustannusten kannalta.

Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen tehdä ja siitä oli paljon hyötyä omaan työhön perehtymisessä. Tuli käytyä eri kunnossapitostrategioita läpi työtä tehdessä. Niistä voi tulevaisuudessa ottaa jotain mukaan omaan työhön ja töiden organisointiin. Työssä olen pyrkinyt käyttämään mahdollisimman uusinta tietoa ja työssä käytetyt kuvat on pääsääntöisesti omia kuvia syksyltä 2022.

Työtä tehdessä on herännyt ajatuksia, kuinka kriittinen verkon rakenne on ja kuinka altis se on mahdollisen sabotoinnin kohteena. Menneillään olevilla ja tulevilla investoinneilla tätä pyritään korjaamaan, jotta kriittiset pisteet saadaan poistettua. Pitkien etäisyyksien vuoksi on epätodennäköistä, että sähköverkko saadaan täysin turvattua.

Jatkotyönä tälle työlle voisi olla yllä mainittu kriittisyys sähköverkossa. Olisi hyvä saada siitä koottu raportti, jossa käsitellään perusteellisesti eri vaihtoehtoja.

## LÄHTEET

Aidon One 2022. Sisäinen työnohjauksen sovellus. Viitattu 29.11.2022. <https://www.aidonone.com/networks/25/meters?n=7381996&e=495753&layer=taustakartta&zoom=0.50>

Energiateollisuus 2022a. Vakiokorvaukset. Viitattu 29.11.2022. <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/sahkokatkot/korvaukset>

Energiateollisuus 2022b. Verkkotoiminnan luvanvaraisuus. Viitattu 29.11.2022. <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-luvanvaraisuus>

Headpower portaali 2022. Yhtiön sisäinen verkkojärjestelmä. Viitattu 29.11.2022. <https://ohjeistot.headpower.fi/hpo751/2021>

Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022a. Kuva-arkisto. Viitattu 29.11.2022.

Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022b. Organisaatio. Viitattu 29.11.2022. <https://www.koillislapinsahko.fi/yrityksemme/organisaatio/>

Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022c. Toimintakertomus. Viitattu 29.11.2022. <https://www.koillislapinsahko.fi/yrityksemme/toimintavuosi/>

Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022d. Toimintavarmuuden kehittäminen. Viitattu 29.11.2022. <https://www.koillislapinsahko.fi/yrityksemme/vuosikertomukset/2021/verkkotoiminta/>

Koillis-Lapin Sähkö Oy 2022e. Verkon rakenne. Viitattu 29.11.2022. <http://kls2.herokuapp.com/jakeluverkko>

Lakervi, E & Partanen, J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto Helsinki University Press

MicroSCADA DMS600 Sisäinen verkkotietojärjestelmä 2022. Viitattu 29.11.2022.

Novotek 2022. Miten valita oikea kunnossapitostrategia. Viitattu 29.11.2022. <https://www.novotek.fi/insights/kunnossapitostrategian-valinta/>

P2engineering 2022. Ilmari vika-analysaattoriin. Viitattu 29.11.2022. <https://p2engineering.fi/wp-content/uploads/2021/04/P2-Engineering-Oy-Ilmari-Esite-1.pdf>

PSK 6201 2011. Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK standardisointiyhdistys. Viitattu 29.11.2022. <https://www.psk-standardisointi.fi>

Sjöblom, C. 2017. Kunnossapidon kehittäminen. Opinnäytetyö, kone- ja tuotantotekniikka. Lahden Ammattikorkeakoulu. Viitattu 29.11.2022.

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126817/Sjoblom\\_Christian.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126817/Sjoblom_Christian.pdf?sequence=1)

SFS-EN 13306 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 3. Painos Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

ST 96.02 2002. Hoito- ja kunnossapito-pito-ohjelman laadinta. Viitattu 29.11.2022. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588. §19. Viitattu 29.11.2022  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/2013558>

Säköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135. §6 ja §47. Viitattu 29.11.2022  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>.

Tukes 2017. Sähkölaitteistot ja tarkastukset. Viitattu Tukes-ohjeeseen 16/2017 29.11.2022. <https://tukes.fi/documents/5470659/6372867/Tukesohje++S%C3%A4hk%C3%B6laitteistot+ja+tarkastukset/a7ba0010-6bd4-4d97-a737-978db5d53dea/Tukes-ohje+-+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistot+ja+tarkastukset.pdf>

Tulevaisuuden teknologiat 2022. Laserkuvaus. Viitattu 29.11.2022.  
<https://www.maanmittauslaitos.fi/tietoa-maanmittauslaitoksesta/ajankoh-taista/lehdet-ja-julkaisut/positio/korkean-erotuskyvyn-laserkeilaus>