

20 KV JA 0,4 KV JAKELUVERKON KUNTOTARKASTUKSET

Lampela Jarmo

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri AMK

2020

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri AMK

Tekijä	Jarmo Lampela	Vuosi	2020
Ohjaaja	DI Jaakko Etto		
Toimeksiantaja	Lapin ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	20 kV ja 0,4kV jakeluverkon kuntotarkastukset		
Sivu- ja liitesivumäärä	35 + 0		

Opinnäytetyön aiheena oli 20 kV ja 0,4 kV jakeluverkon kuntotarkastukset. Aihe saatiin aikaisempien työkokemusten perusteella Rovakaira Oy:ltä. Opinnäytetyön lähtökohtana oli tuottaa yleispätevä tietopaketti tuleville kuntotarkastajille. Työn tavoitteena oli perehtyä 20 kV ja 0,4 kV jakeluverkon kuntotarkastuksiin, siihen liittyvään kirjallisuuteen, ohjeistuksiin, käytänteisiin ja verkkosovellusten käyttöön kuntotarkistuksessa maastossa.

Opinnäytetyöstä rajattiin pois kaikki muut tarkastukset ja jännitealueet lukuun ottamatta 20 kV:a ja 0,4 kV:a, eli työssä käsiteltiin vain kuntotarkastusta 20 kV ja 0,4kV jännitealueitten parissa. Opinnäytetyö perustui omiin kokemuksiin verkostotöissä ja sen aikana saatuihin materiaaleihin.

Työssä selvitettiin ensin kuntotarkistuksiin liittyvät lait ja määräykset, sen jälkeen esitettiin suurimmaksi osin 20 kV ja 0,4 kV yleiset verkon osat ja selvitettiin miten ne liittyvät kuntotarkistuksiin ja tukevat verkon toimintaa. Työssä perehdyttiin myös verkkosovelluksen käyttöön arvioitaessa kuntoisuustietoja kuntotarkastustoiminnassa.

Tuloksena syntyi sähköjakeluverkon kuntotarkastuksiin soveltuva työohje, jota voitiin käyttää yhdessä verkkosovelluksen kanssa. Työohjeen tehtävänä on helpottaa ja selkeyttää uuden asentajan työn suoritusta ja tekemistä kuntotarkastusten parissa. Verkkosovelluksen käytöstä tehtiin yleispätevä työohje, joka pätee lähes kaikkiin olemassa oleviin sovelluksiin, joita käytetään kuntotarkastuksissa. Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin.

Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Jarmo Lampela	Year	2020
Supervisor	Jaakko Etto, M.Sc (Tech.)		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	20 kV and 0.4 kV condition inspection of electricity distribution network		
Number of pages	35 + 0		

The subject of the thesis was the 20 kV and 0.4 kV condition inspection of electricity distribution network. The topic was received from Rovakaira Oy based on the previous work experience. The purpose of this thesis was to produce a general information package for future employers in this sector. The target of this thesis was to focus on the condition inspection of the 20 kV and 0.4 kV distribution network, related literature, guidelines, practices and on the use of network applications in the condition inspection.

All other examinations and voltage ranges were excluded from the thesis except the 20 kV and 0.4 kV. Only the condition inspections within the 20 kV and 0.4 kV voltage ranges were discussed. The thesis was based on the author's own experience at work and the materials received during it.

The work first clarified the laws and regulations related to the condition inspection, then the most common 20 kV and 0.4 kV distribution network parts were presented and how they relate to the condition inspection and support distribution network operation. The thesis also familiarizes with the use of a network application for evaluating condition priorities in operation.

The result was a work manual suitable for the condition inspection of electricity distribution network which could be used in conjunction with the network application. The purpose of the work instructions is to facilitate and clarify the performance and work of the new installer in the field of condition inspections. The use of the network application was the subject of a universal work manual that applies to almost all existing applications used in condition inspections. The goals of the thesis were achieved.

Key words electricity distribution network, condition inspection, overhead cable

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	LAIT JA MÄÄRÄYKSET	8
3	KUNTOTARKASTUKSET	11
3.1	Kunnossapidonjako ja ennakoiva kunnossapito	11
3.2	Kunnossapito	12
3.3	Kunnonvalvonta	13
3.4	Kuntotarkistukset ja kuntoisuusluokat	14
4	20KV TARKASTUKSET	16
4.1	Johtotiet	17
4.2	Johdot	19
4.3	Pylväät	22
4.4	Harukset	23
4.5	Eroittimet	24
4.6	Pylväsmuuntamot	26
5	0,4KV TARKASTUKSET	29
5.1	Johtotiet	29
5.2	Johdot	30
5.3	Raivaukset	30
5.4	Pylväät ja harukset	31
5.5	Pj-keskukset	31
6	VERKKOSOVELLUKSEN KÄYTTÖ KUNTOTARKASTUKSISSA.....	32
6.1	Verkkosovellus.....	32
6.2	Tarkastusten määrittely verkkosovelluksessa.....	32
6.3	Priorisointi.....	33
6.4	Kuntotarkastusalueet	33
6.5	Linjojen ikätiedot	33
7	POHDINTA	34
	LÄHTEET.....	35

ALKUSANAT

Kiitän Rovakaira Oy:tä että sain viitata aiheen sieltä, vaikken saanutkaan toimeksiantajaa suoraan, vaan tein työni omanaan.

Kiitän myös opinnäytetyön ohjaajaa Jaakko Ettoa hyvästä työn ohjauksesta, vinkeistä ja tietoisuista opinnäytetyön tekemisessä.

Rovaniemellä 27.2.2020

Jarmo Lampela

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KJ	Keskijännite 20 kV
Pj	Pienjännite 0,4 kV
ilmajohto	Yleinen käsite 0,4 kV ja 20 kV ilmassa sijaitsevista johdoista
PAS-johto	Päällystetty avojohto

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä esitetään 20 kV ja 0,4 kV ilmajohtojen jakeluverkon kuntotarkastukset, lait ja määräykset. Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä ilmajohtojen tarkastuksiin ja olemassa oleviin työhjeisiin, joista kehitetään tarkemmat ja yksilöidymmät työhjeet. Verkkosovelluksen käytöstä tehdään erilliset ohjeet, joita on helpompi käyttää hyväksi 20 kV ja 0,4 kV kuntotarkastuksissa.

Opinnäytetyö aloitetaan perehtymällä jakeluverkkoihin liittyviin tarkastuksiin nykyisten lainsäädäntöjen pohjalta ja perehdytään alan kirjallisuuteen, ohjeistuksiin ja käytänteisiin. Niiden ja oman kokemuksen perusteella tuotetaan tietopaketti, josta kehitetään lopullinen työhje ja kattava ohjeistus jakeluverkon kuntotarkastuksien tekemiseen.

Tavoitteina opinnäytetyössä on helpottaa ja selkeyttää uuden asentajan työn suoritusta ja kuntotarkastusten tekemistä ja saada kokonaiskuva työn suorituksesta jakeluverkon tarkastuksista, eli yhtenäistää ja ohjeistaa tekemisen tapaa.

Työkohteina ovat ilmajohtolinjojen komponentit ja raportissa olevat työkohteet ja niiden tarvittavat tarkistukset. Työhjeet ovat suunnattu määräaikaistarkistusten aikaväleille tehtäviksi. Työstä pois rajataan 20 kV ja 0,4 kV maakaapelit ja niiden komponentit. Opinnäytetyössä ei käsitellä 20 kV suurempia jännitealueita ja niiden komponentteja.

2 LAIT JA MÄÄRÄYKSET

Sähköturvallisuuslain 1135/2016 luvun 1 tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteen ja -laitteiston käytön pitäminen turvallisena ja estää sähkön käytöstä aiheutuvien sähkömagneettisten häiriöiden haitalliset vaikutukset sekä turvata sähkölaitteen tai -laitteiston sähkövirran tai magneettikentän välityksellä aiheuttamasta vahingosta kärsineen oikeudet. Lisäksi lain tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteiden vaatimustenmukaisuus ja vapaa liikkuvuus. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:1 §.)

”Tässä laissa säädetään sähkölaitteille ja -laitteistoille asetettavista vaatimuksista, sähkölaitteiden ja -laitteistojen vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta ja vaatimustenmukaisuuden valvonnasta, sähköalan töistä ja niiden valvonnasta sekä sähkölaitteen ja -laitteiston haltijan vahingonkorvausvelvollisuudesta.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:1 §.)

”Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6 §.)

”Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6 §).

Luokan 3 sähkölaitteistolle on tehtävä myös käyttöönottotarkistus. Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkistuksessa on riittävässä laajuudessa selvitetty, että siitä ei aiheudu 6 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkistus on tehtävä myös sähkölaitteiston muutos- ja laajennustöille. Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston käyttöönottotarkistuksesta. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan

niistä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksesta. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:43 §.)

”Sähkölaitteiston rakentajan tulee laatia käyttöönottotarkastuksesta sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja vähäisiksi katsottavia töitä lukuun ottamatta. Näissäkin tapauksissa on sähkölaitteiston testausten tulokset kuitenkin tarvittaessa annettava laitteiston haltijalle.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:43 §.)

”Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisällöstä sekä niistä vähäisiksi katsottavista töistä, joista pöytäkirjaa ei tarvitse tehdä” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:43 §).

Luokan 3 sähkölaitteistolle on tehtävä laissa määrätyt määräaikaistarkastukset, jotka on tehtävä viiden vuoden välein. Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia laitteiston määräaikaistarkastuksesta. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:49 §.)

”Määräaikaistarkastuksessa tulee riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistua siitä, että:

- 1) sähkölaitteiston käyttö on turvallista, «kunnossapito» on riittävää turvallisuuden ylläpitämiseksi ja laitteistolle on tehty «kunnossapito»-ohjelman mukaiset toimenpiteet;
- 2) sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä;
- 3) sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:50 §.)

”Määräaikaistarkastukseen on aina sisällytettävä kohteessa mahdollisesti olevat lääkintätilat, räjähdysvaaralliset tilat ja palovaaralliset tilat. Määräaikaistarkastuksen voi tehdä 75 §:ssä tarkoitettu valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:49 §.)

Lisäksi luokan 3 sähkölaitteistoa täytyy huoltaa ja kunnossapitää, että mahdollistetaan sähkönjakelun jatkuva ja varma sähköntuotto asiakkaille. Sähkölaitteiston

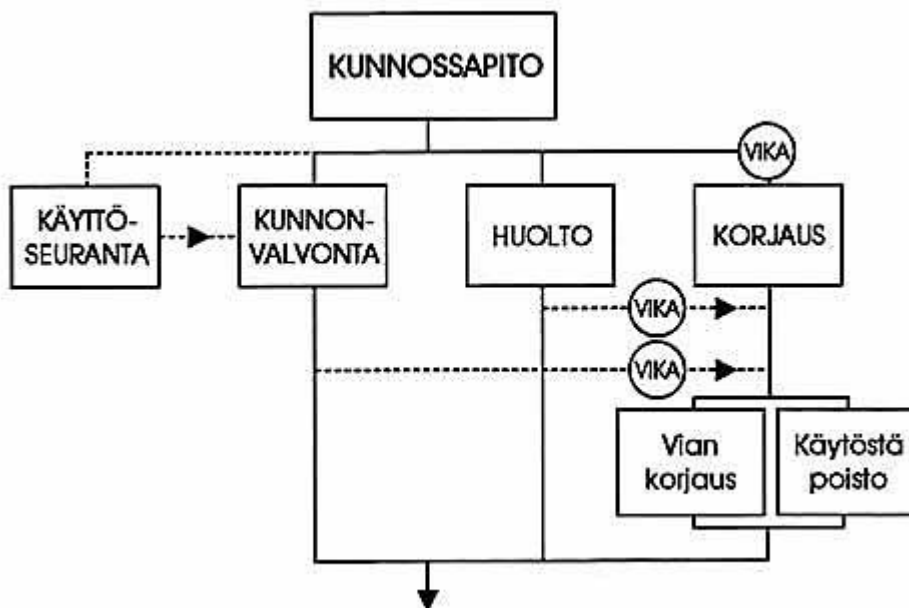
haltijan on huolehdittava siitä, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla. (Säköturvallisuuslaki 1135/2016 3:48 §.)

3 KUNTOTARKASTUKSET

Tässä luvussa käsitellään kuntotarkistukseen liittyvää kunnossapitohierarkiaa ja kunnonvalvontaa. Kuntotarkastukset suoritetaan kunnossapitohierarkian mukaan. Kuntotarkastuksia tehdään alkavien vikojen ehkäisemiseksi ja tämä edistää verkostossa tapahtuvaa kunnonvalvontaa.

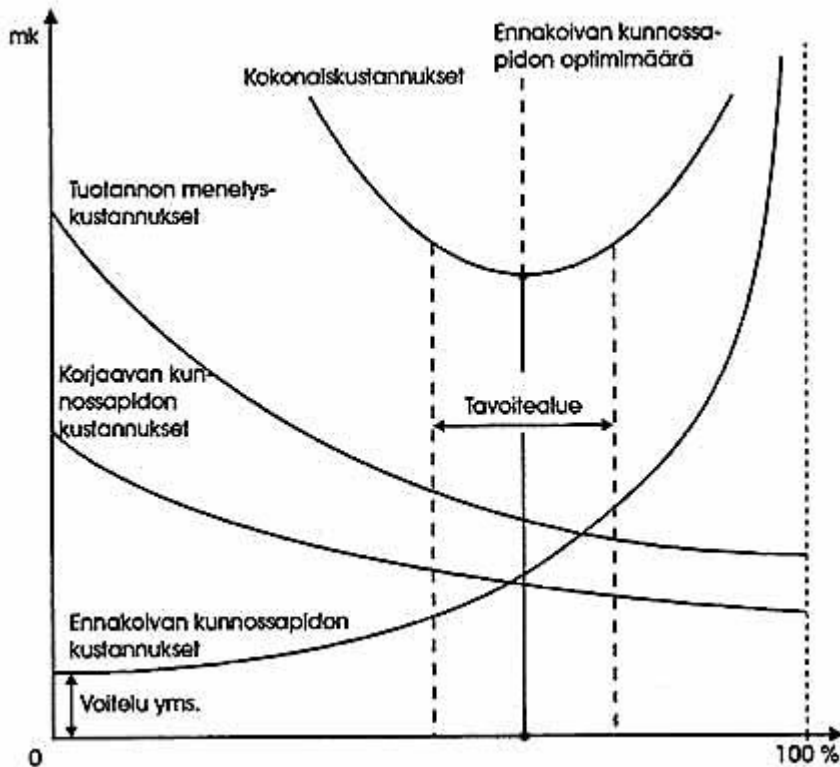
3.1 Kunnossapidonjako ja ennakoiva kunnossapito

Kuviossa 1 on esitetty kunnossapidon jako. Sähkönjakeluverkon kuntotarkastuksissa kunnossapidon jako perustuu käyttöseurantaan, kunnonvalvontaan ja jakotettuihin huoltoihin, mitä sanotaan ehkäiseväksi kunnossapidoksi. Käyttöseuranta tarkoittaa jakeluverkkoyhtiössä esimerkiksi valvomoissa tapahtuvaa jatkuvaa tarkkailua verkon kunnosta monitoreilta tai fyysisesti paikan päältä. Korjaava kunnossapito sähkönjakeluverkoissa tarkoittaa tilannetta, jolloin vika on päällä tai se on paikannettu. Korjaava kunnossapitoa voi olla välitöntä tai siirrettyä, mikä riippuu vian kriittisyydestä suhteessa sähkönjakelun toimitettavuuteen.



Kuvio 1. Kunnossapidon jako (Aalto 1994, 24)

Oheisen kuvion 2 mukainen arviointi selventää kriteereitä, kun pohditaan kunnossapitotoimien ajankohtaa ennen vikaantumista tai sen jälkeen. Kuviosta 2 huomataan, että taloudellinen optimi saavutetaan, kun pysytään tavoitealueella. (Aalto 1994, 26)



Kuvio 2. Ennakoivan kunnossapidon vaikutus kokonaiskustannuksiin (Aalto 1994, 26)

3.2 Kunnossapito

Sähkönjakeluverkkoa on huollettava ja kunnossapidettävä määräajoin, jotta verkko pysyy luotettavassa kunnossa pitkään. Kunnossapidolla pyritään pitämään verkko lain määräämässä kunnossa ja sitä on huollettava tietyin väliajoin, jotta elinkaari verkolla säilyy.

”Kauppa- ja teollisuusministeriön määräämän päätöksen mukaan sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että sähkölaitteistossa havaitut puutteet ja viat

poistetaan riittävän nopeasti” (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 3:10 §).

Sähköverkon huoltaminen auttaa verkon elinkaaren pidentämisessä. Sähköverkon organisoitu ja hallittu huolto pitää verkon jatkuvasti varmana ja luotettavana, eikä turhia sähkökatkoja tule. Esimerkkinä verkon johtoalueiden raivaus on todella tärkeää suorittaa kuntoisuusluokkien mukaan.

Sähkölaitteiston suoja-, turva- ja vastaavien järjestelmien määrävälein tehtävää huoltoa vaativien laitteiston osia varten on laadittava ennalta huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Jos tällaisia huollettavia laitteiston osia on enintään 1 000 voltin nimellisjännitteisen liittymän sähkölaitteistossa vain muutama, voidaan erillinen huolto- ja kunnossapito-ohjelma korvata laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeilla. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 3:11 §.)

3.3 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonnalla tarkoitetaan kohteen tarkkailua suunnitellusti tietyn väliajoin tai jatkuvasti. Kunnonvalvonnan tavoitteena on alkavan vian havaitseminen ja korjaaminen ennen kuin se pysäyttää valvottavan kohteen halutun toiminnan. (Aalto 1994)

Jakeluverkon kunnonvalvonnalla pyritään pitämään sähköverkot turvallisessa ja luotettavassa kunnossa. Kunnonvalvonta sähkönjakeluverkoissa on jatkuvaa päivystystä valvomoista ja tärkeimpänä toimenpiteenä on suorittaa kuntotarkastuksien tekemistä jakeluverkkoon tietyn määräajoin. Kuntotarkastuksien toimintamalli on erikseen lailla määrätty. Kunnonvalvonnalla pyritään olemaan valmiina jakeluverkkoon liittyviin huoltotoimenpiteisiin ja ennakoimaan tietyt alueet, johon huolto- ja korjaustoimenpiteet seuraavaksi kohdistetaan.

Tavoitteina verkon kunnonvalvonnalla on verkon luotettava ja turvallinen kunto, jotta verkossa liikkuvilla henkilöillä on turvallista työskennellä verkon parissa tai sen ympärillä liikkuvilla ihmisillä ja omaisuudella on takuu. (Kauvosaari 2016, 11)

3.4 Kuntotarkistukset ja kuntoisuusluokat

Sähkölaitteiston käyttöönoton jälkeen suoritettavien kuntotarkastusten perusteellisuus ja tiheys riippuvat esimerkiksi laitteiston tai sen osan iästä, mahdollisen vian syntymiseen ja sen aiheuttaman vaaran suuruuteen vaikuttavista olosuhteista sekä vaara-alueen laajuudesta. Esimerkiksi jos ilmajohto on toisen johdon, rakennuksen, varaston tai liikenneväylän läheisyydessä ja erityisesti alltiina kosketukselle sijaitsevassa paikassa, jonka läheisyydessä liikkuu paljon ihmisiä tai jos se on tärkeä runkojohto, vaaditaan perusteellisempi ja tiheämmin välein suoritettu tarkastus kuin asumattomassa maastossa sijaitsevalla ilmajohdolla. (SENER 1996b, 4.)

Tarkastus- ja huoltoväliin pitäisi vaikuttaa myös historiatiedon perusteella saatu tieto vika-alltiudesta. Tarkastusten antaessa siihen aihetta on laitteiston haltijan ryhdyttävä vaaran torjumiseksi tilanteen vaatimiin toimenpiteisiin. Tarkastuksen suorittajan on tunnettava tarkastettavat laitteet ja niitä koskevat määräykset niin hyvin, että hän vikojen ja puutteiden lisäksi pystyy arvostelevaan näiden vaikutuksen turvallisuuteen. Jos laitteiston haltijalla ei itsellään ole käytettävissä riittävää pätevyyttä, hänen on käytettävä tehtävään pätevää ulkopuolista henkilöä. Myös huolto- ja häiriöluontoisten viankorjausten yhteydessä suositellaan suoritettavan kuntotarkistusta. (SENER 1996b, 4.)

Kaikista tarkastuksista on pidettävä kirjaa, lomakkeita, tiedostoja ja muun muassa verkkotietojärjestelmän softia käyttäen. Niihin on merkittävä tarkastajan nimi, tarkastusaika, mahdolliset mittaustulokset, havaitut viat, niiden korjaukset ja kuntoisuusluokat. Tarkastuspöytäkirjat, tiedostot tai muut sellaiset on vaadittaessa pystyttävä esittämään turvallisuusviranomaisille. (SENER 1996b, 4.)

Kuntoisuusluokat olivat Rovakaira Oy:n käyttämässä verkkosovelluksessa 0-5. Jakeluverkon kuntotarkastuksia tekemällä saadaan verkosta kuntoisuusluokat, jotka priorisoidaan verkon kohteiden kunnan mukaan, jossa 0 on täysin kunnossa ja 1-5 kohteen korjauksen kiireellisyys. Kuntoisuusluokkien avulla voidaan muodostaa verkon todellinen kunto ja niiden pohjalta on helpompi huoltaa verkkoa ja suunnitella verkon korjaustoimenpiteet ja ajankohdat. Kuntoisuusluokat helpottavat myös verkon rakentamista ja tulevia verkon saneerauksia.

Verkonhaltija voi harkintansa mukaan suorittaa ilmajohtoverkoston tarkistuksen joko maasta tai ilmasta. Kuntotarkastukset ovat perusteena jakeluverkon kunnossapito-ohjelman laatimisessa. (SENER 1996b, 4.)

4 20KV TARKASTUKSET

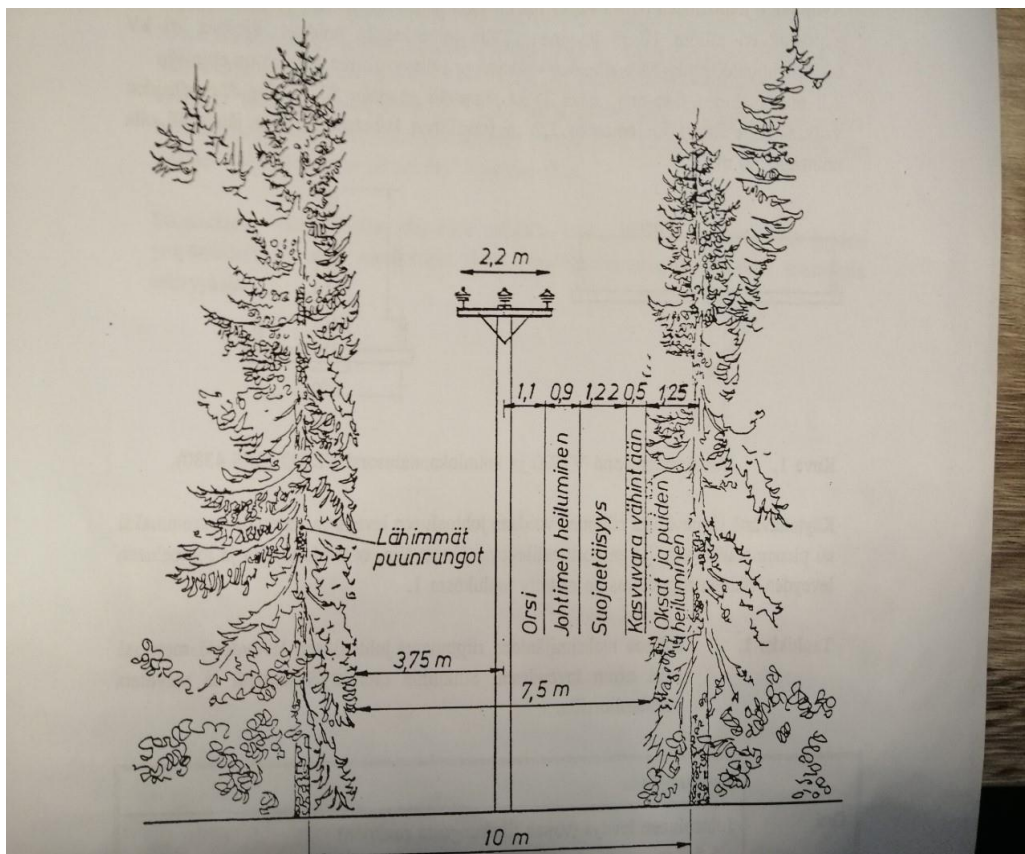
20 kV ilmajohtotarkastuksissa tarkastettaviin kohteisiin kuuluvat 20 kV päällysteiset PAS-johdot ja avojohdot. 20 kV ilmajohtojen tarkistukseen liittyvät rakenteet ovat johdot, pylväsrakenteet, harusrakenteet, pylväserotinrakenteet, johtotiet ja raivauksien tarve, kuten kuvassa 1 on esitetty.



Kuva 1. Ilmajohtorakenteet

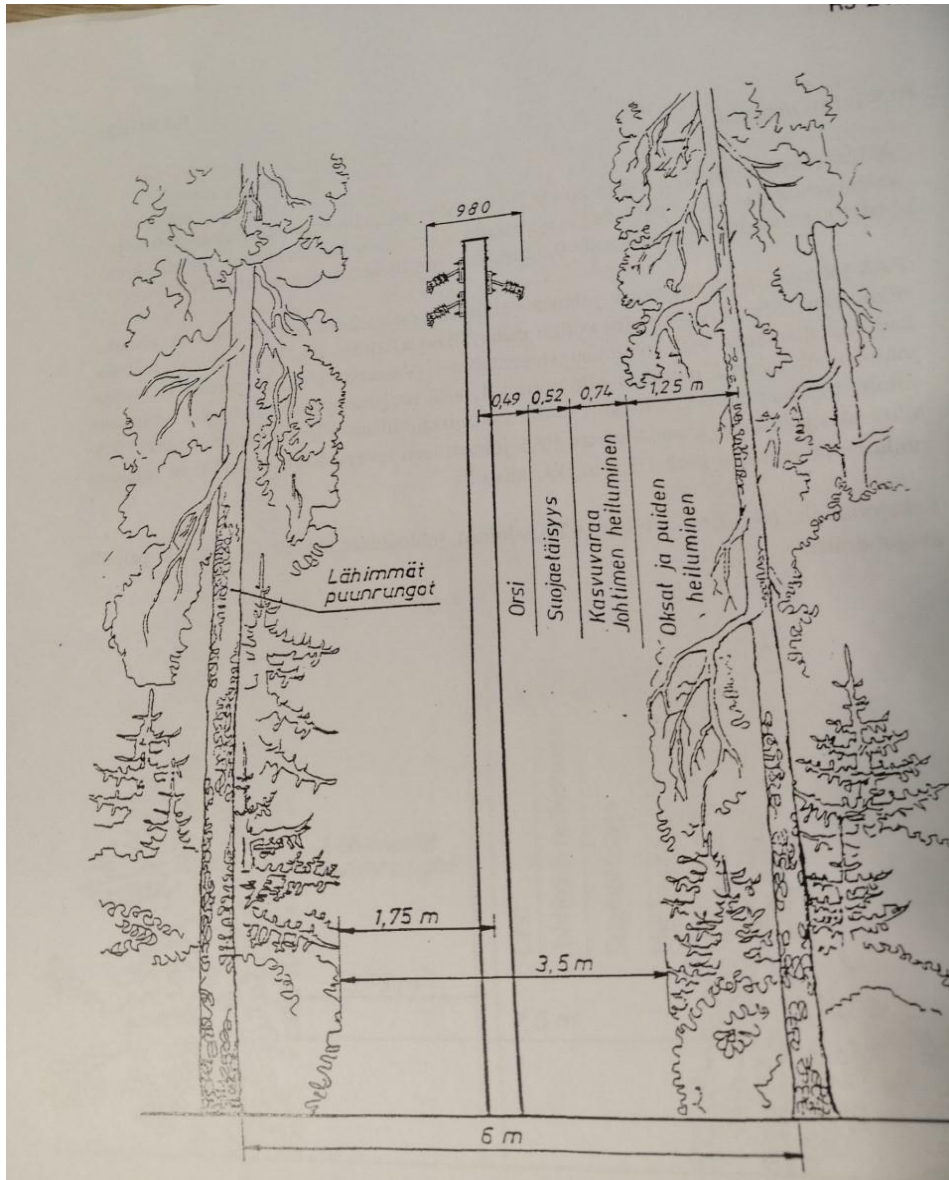
4.1 Johtotiet

Johtoteitä pitää tarkkailla jatkuvasti kuntotarkastuksia tehtäessä. Kuntotarkastajan tehtäväjärjestykseen linjalla kävellessä kuuluu ensimmäisenä johtotien huomiointi. Pylväältä lähdettäessä tulee havainnoida seuraavan pylvään väli ensin mahdollisten raivausten osalta. Etäisyyksien johtotien keskipisteestä täytyy olla 10 m rungosta runkoon puhdas, ellei kasvusto ole alimittaista. Alimittaiset puut priorisoidaan raivattavaksi, riippuen kuinka lähellä latvat ovat johtoja, yleensä 1-3 kiireellisyysluokittain. 1-asteen kuntoisuusluokka tarkoittaa välittömästi raivattavaa kohdetta ja 2-asteen kuntoisuusluokka alle 1 vuodessa suoritettavaa raivauksen tarvetta. 3-asteen kuntoisuusluokkaa käytetään 1 vuodesta eteenpäin suoritettavaa raivauksien tarvetta. Raivauksissa ei käytetä kuntoisuusluokkien määrityksissä prioriteetin 4 ja 5 kuntoisuusluokkia.



Kuvio 3. 20 kV paljas avojohdaloalue (SENER 1996a, 4)

Oksiminen täytyy tehdä kuvion 3 mukaan 3,75 m:n etäisyydeltä johtokadun keskipisteestä. Johtokatu pitää tällöin olla myös vapaa 7,5 m etäisyydeltä.



Kuvio 4. PAS-johdon johtoalue metsässä (SENER 1996a, 6)

Kuviossa 4 on esitetty PAS-johdon johtoalue metsässä. PAS-johtokadun etäisyydet ovat pienempiä kuin avojohtokadulla, sillä PAS-johtot ovat päällystettyjä, joten suojaetäisyyden ei tarvitse olla niin suuri. PAS-johtojen päällystämisen takia johtimien satunnainen yhteen lyönti ei aiheuta oikosulkua. Siksi PAS-johtojen sallittu vaiheväli on sellainen, ettei se esimerkiksi tuulella kaikissa tilanteissa estä johtimien yhteen lyöntiä. Sekajohtotilanteissa (avojohto/PAS) noudatetaan avojohtojen johtotie-etäisyyksiä.

4.2 Johdot

20 kV avojohdot tulee olla 1,1m päässä toisistaan. Kuntotarkastajan tehtäväjärjestykseen kuuluu toisena johtimien tarkistaminen pylväältä siirryttäessä toiselle pylvälle. Kuvassa 2 tarkastajan täytyy huomioida aluskasvillisuuden etäisyysvaatimukset.



Kuva 2. 20 kV avojohdot

Tarkastettavia kohteita johdoissa ovat eristimet, siteet, johtoliitokset, säieauriot, kireydet, löystymiset, maadoitusjohtimien kunto ja ylimääräisten kappaleiden poistaminen johdoista. Tarkastuskohteita ovat:

1. Johto

Pylväältä toiselle kuljettaessa tarkastajan pitää huomioida johdon kuntoa mahdollisilta säie- ja johdinliitosvaurioilta. Säieaurio tarkoittaa käytännössä sitä, että johdinvaijerin säie on kunnolla poikki, mikä voi aiheuttaa johdon heikentymistä mekaanisilta rasituksilta. Johtojen kireys ja löysyys täytyy myös tarkistaa linjalla kuljettaessa.

2. Kannatinrakenne

Kannatinrakenteeseen kuuluu vinotuet, orsi ja eristimet. Näistä täytyy huomioida vinotukien kiinnitykset ja orren kunto sekä eristimien siteiden kiinnitykset, ettei johto ole orrella tai irronnut eristimestä.

3. Eristin

20 kV ilmajohtojen eristimet ovat yleensä posliinisia. Eristimen tarkistuksessa kuuluu huomioida eristimen näkyvät halkeamat ja irtoamiset. Kaikista tärkeintä eristimen tarkistuksessa on kuunnella eristintä, sillä jos ääntä kuuluu, niin eristin on halki ja päästää läpi pylvään rakenteisiin. Ääni on yleensä tosi voimakas eikä varmasti jää huomaamatta.

4. Johdinsiteet

Tarkastetaan kaikki johtimien kiinnitykset erityisesti eristimen kohdilta ja linjan kulmapylväistä. Siteiden täytyvät olla kunnossa eikä repsottaa mihinkään suuntaan.

5. Johdinliitokset

Johdinliitokset sijaitsevat johdinjatkospaikoissa, missä seuraavaa kela on jatkettu linjan rakennusvaiheessa. Liitokset eivät saa olla mitenkään poikkeavasti irti tai vääntyneitä.

6. Maadoitusjohtimet

Pylväissä oleva maadoitusköysi tarkoittaa, että muuntaja on lähellä ja maadoitettu. Tarkastajan täytyy katsoa maadoitusjohdon kunto liitoksien, suojausien ja katkeamisien varalta.

7. Hengenvaarakilvet

Tarkistetaan hengenvaarakilpien olemassaolo. Erityisesti teiden ja asuinalueiden lähellä hengenvaarakilvet täytyy löytyä joka pylvästä. Metsässä hengenvaarakilpiä ei juurikaan löydy pylväistä.

8. Etäisyysvaatimukset

Tarkastajan täytyy huomioida linjalla kävellessä, ettei mitään ylimääräistä löydy linjan alta. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi leikkimökin tai vajan sijoitus linjan alle.

9. Varoitusnauhat

Tarkistetaan kiipeämisrajoitusmerkinnät ja kiipeämisrajan paikkansa pitävyys.

4.3 Pylväät

20 kV pylväiden kunto on huomattavan tärkeä asia sähkönjakeluverkon kannalta. Pylväät kannattelevat koko verkkoa ja on siltä kannalta hyvin tärkeää, että perustukset ovat kunnossa. 20 kV pylväistä löytyy erilaisia variaatioita sähköverkossa. Tällä hetkellä käytössä ovat I-pylväät, II-pylväät, A-pylväät, tuetut pylväät, puoli-suopylväät, suopylväät ja vesistön ylityksissä monesti rautakehikkopylväät. Pylväiden tarkastuslistaan kuuluvat kallistumat, pylvääntuet, pylväänkunto lahoamisilta, upotussyvyys ja pylväshatut. Tarkastajan kolmanteen tehtäväjärjestykseen kuuluu johtotien ja johtojen tarkistuksen jälkeen koko pylvään rakenteen yleinen arvio sen kunnosta. Tarkistetaan kallistuma, joka ei saa olla yli 1m pylvään latvasta sivulle. Sen jälkeen koputellaan vasaralla tai jalalla pylvään lahoisuus. Tässä kohtaa kokemus auttaa tunnistamaan mitkä pylväät kuulostavat lahoilta, sillä monesti pylvään ulkonäöstä ei saa selvää pylvään lahoisuudesta. Pylvään upotussyvyyden voi tarkastaa pylvään leimasta. Pylväältä lähdettäessä tarkastetaan vielä pylväshatut, jotka estävät pylvään kostumisen sisältä. Pylväiden tarkastuskohteita ovat:

1. Pylväs kallistunut

Tarkastetaan pylvään kallistuma. Alle 1m kallistumaa ei merkitä verkkotietojärjestelmän pöytäkirjaan korjattavaksi.

2. Pylväs laho

Koputellaan jalalla ja kuunnellaan pylvään lahoisuus.

3. Upotussyvyys

Tarkistetaan pylvään oikea syvyys, leima sijaitsee noin 3m päässä tyvestä.

4. Pylvään tuenta

Tuetuissa pylväissä yleisin vika on tuen vaurio tai se on irti kokonaan. Merkitään pöytäkirjaan kaivinkonetarve, jos pylväissä tai tuessa on korjattavaa.

4.4 Harukset

Haruksen tarkistukseen kuuluu harusvaijerin kunto, eristykset ja haruksen kiinnikkeet. Motivaationa haruksien tarkistuksissa on pylväiden suorana pito, ja jos harukset ovat puutteelliset, se johtaa pahimmassa tapauksessa pylväiden kaatumisiin. Haruksien tarkastuskohteita ovat:

1. Harus löysällä

Tarkistetaan harusköyden löysyys. Kesällä pitää ottaa huomioon harusköyden luonnollinen löysyys, sillä talven aikana löysät harukset kirivät itseksensä maan jäätymisen seurauksena, eli joissakin tapauksissa löysää harusta ei merkitä puutteeksi.

2. Haruseristin

Haruseristimet täytyy olla kunnossa, sillä vikatapauksissa jännite voi olla harusköydessä.

3. Harusankkuri

Tarkistetaan harusankkurin oikea syvyys. Harusankkuri ei saa olla nousut maasta.

4. Haruskiinnikkeet

Tarkistetaan haruksen kiinnikkeet.

5. Haruskiristin

Haruskiristin täytyy olla näkyvässä, että kiristintä pääsee käsittelemään.

6. Harusmerkit

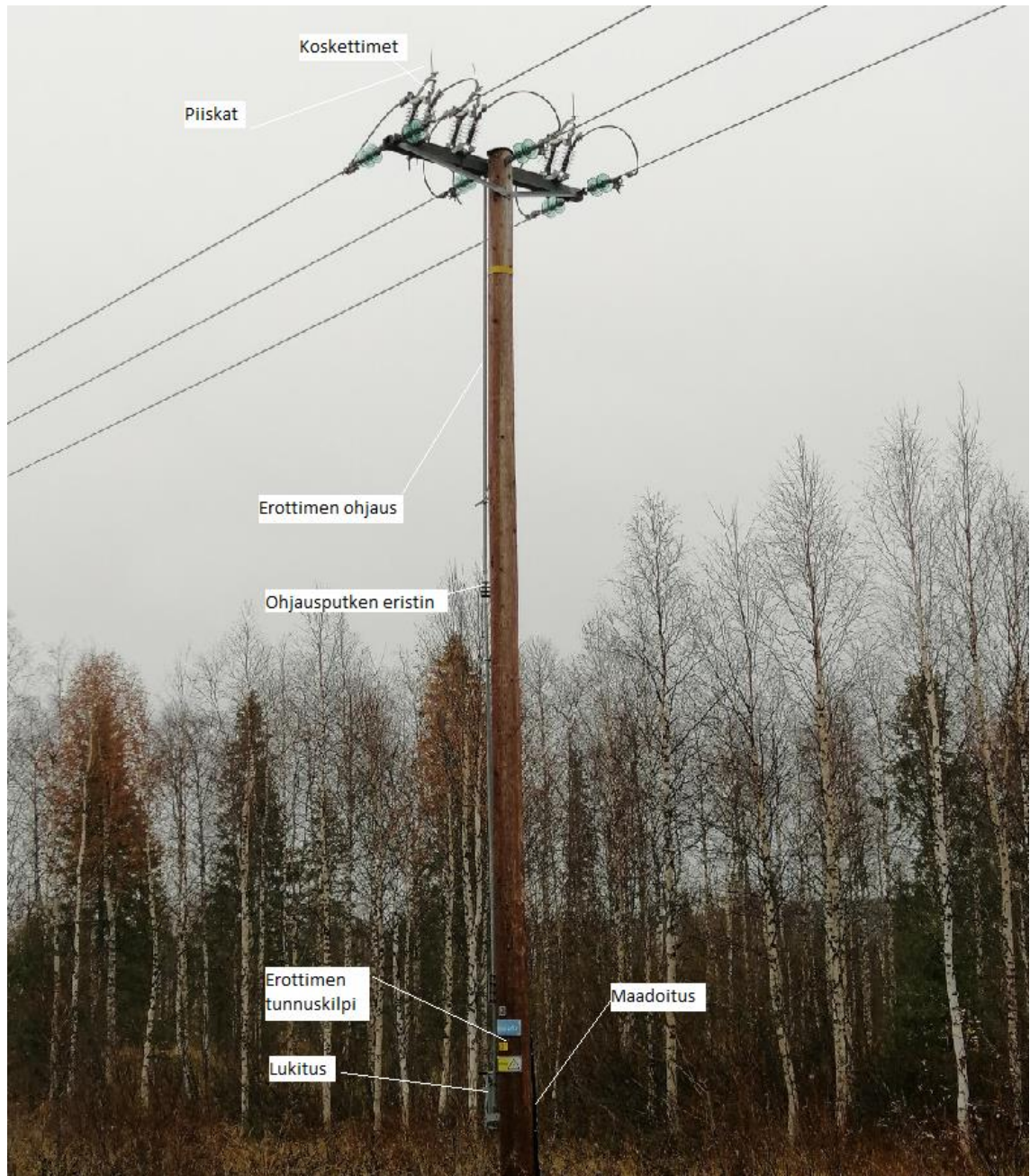
Harusmerkit pitäisi löytyä kaikista haruksista. Harusmerkit varoittavat esimerkiksi metsässä liikkuvia metsätyökoneita.

4.5 Erottimet

Eroottimet ovat sähköjakeluverkoissa yksittäisenä tai erotinasemina. Silloin kun erottimia on kytketty yhteen 2 tai useampi, puhutaan jo erotinasemasta. Yleisin käytetty erotintyyppi on katkaisupiiskaerotin, jonka toimintaperiaate perustuu piiskan nopeaan jousimaiseen käyttäytymiseen, mikä estää valokaaren syntymisen poiskytkentätilanteessa.

Eroottimien tehtävänä on kytkeä joku verkon osa jännitteettömäksi häiriö- ja vika-tilanteissa. Eroottimilla voidaan paikantaa esimerkiksi verkossa oleva vika todella tarkasti. Niillä rajataan sähköjakelualueita ja pystytään esimerkiksi säätämään tietyn alueen verkon kuormaa.

Kuvassa 3 on esitetty kuntotarkastajan tarkistuskohteet, kun siirrytään tarkastamaan pylväserotinta linjalla. Katkaisupiiskat ja koskettimet ovat kuntotarkastajan tärkein huomioitava pylväseroottimen tarkistuksessa. Eroottimien tarkistuskohteita ovat:



Kuva 3. Tarkistettavat kohteet erottimessa

1. Katkaisupiiska vaurioitunut

Tarkastetaan piiskojen ja kosketusvarsien kunto, sekä piiskojen paikka koukuissa. Tarkastajan täytyy olla huolellinen ko. kohteita tarkastaessa, sillä piiskojen paikka koukuissa on välttämätön erottimen toimivuuden kannalta.

2. Ohjain vaurioitunut

Tarkastetaan ohjainputken kunto ja esteettömyys ohjaimen liikkeelle. Ohjaimen eristimen täytyy myös olla kunnossa.

3. Lukitus puutteellinen

Tarkastetaan lukkojen ja salpojen kunto, lukko öljytään tarvittaessa tarkastuksen yhteydessä.

4. Jomppi vaurioitunut

Tarkastetaan jompin säieviat ja liitokset.

5. Tunnuskilpi ja erottimen osoite

Tarkistetaan tunnuskilven olemassaolo ja osoitteen paikkansa pitävyys.

4.6 Pylväsmuuntamot

Pylväsmuuntamon tarkastaminen on paljon haasteellisempaa kuntotarkastusta tehdessä ja vaatiikin paljon enemmän huolellisuutta kuntotarkastajalta. Tarkastettavia kohteita on useita: muuntaja, keskijännitelaitteet, pj-keskus, maadoitukset, varoitusnauhat, hengenvaarakyltit ja muuntajan osoitekyltit. Kuvasta 4 saa käsitystä muuntajalaitteiston tarkastettavista kohteista:



Kuva 4. Tarkistettavat kohteet pylväsmuuntamosta

1. Jompin kunto

Tarkastetaan muuntajalle menevä jomppi.

2. Jompin tukieristimien kunto

Tarkastetaan jompin tukieristimien siteet ja varmistetaan ettei eristimet ole irti orresta.

3. Ylijännitesuojauksen kunto

Tarkistetaan ylijännitesuojauksen liitokset ja laitteisto.

4. Eläinsuojat

Kaikkien eläinsuojien täytyy olla perusteellisesti kiinni muuntajan kennoissa.

5. Muuntajan maadoitukset

Tarkistetaan maadoitusten kunto ja liitokset.

6. Muuntajan kiinnitys

Tarkistetaan muuntajan pulttikiinnitys orteen.

7. Muuntajan osoitemerkinnät

Muuntajanumeron ja muuntajan osoitteen pitää löytyä muuntajan kyljestä ja tarkistaa verkkotietojärjestelmästä, että merkintä täsmää.

8. Muuntajan kunto

Tehdään yleinen silmämääräinen tarkistus muuntajalle.

9. Varoitusnauhat

Varoitusnauhojen pitää löytyä aina pylväsmuuntamoista.

10. Hengenvaarakyltit

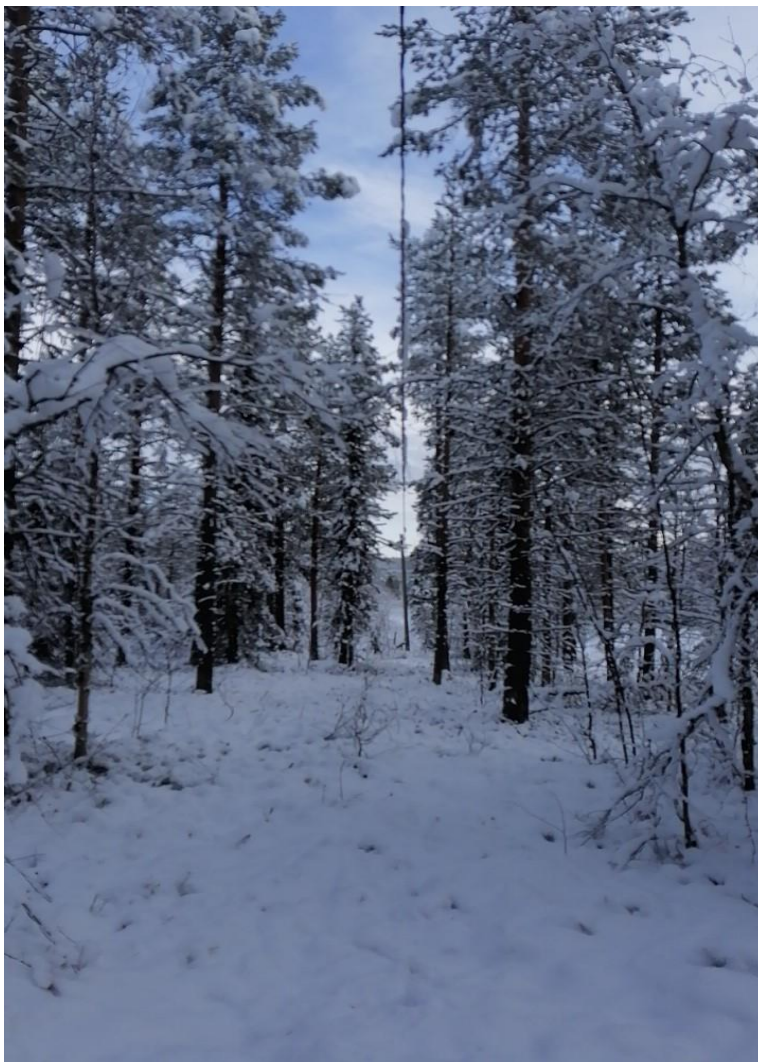
Myös hengenvaarakyltit ovat välttämättömiä pylväsmuuntamoissa.

5 0,4KV TARKASTUKSET

Pienjännitetarkastukset ovat hyvin samankaltaisia keskijännitetarkastuksien kanssa. Tarkastuksiin kuuluu pylväsrakenteet, johdot, johtotiet, harukset, raivaus ja pj-laitteisto aivan samalla tavalla kuin 20 kV tarkastuksissakin. Kuvassa 5 on 0,4 kV johtotie.

5.1 Johtotiet

Kuvassa 5 on esitetty pienjännitelinjan johtotie. Johtoteiden on oltava metrin säteeltä puhtaita johdon keskipisteestä ja 2 metriä alaspäin johdosta.



Kuva 5. Pienjännitelinjan johtotie

5.2 Johdot

Pienjännitelinjan johtojen tarkistuksessa keskitytään samoihin rakenteisiin kuin 20 kV puolella tarkistaessa. Tarkistuskohteita ovat johdot, kannattimet, jatkot, eristykset ja vaihemerkinnät.

1. Johto

Tarkastetaan johdon kunto ja eristyksen eheys.

2. Kannatinrakenne

Tarkastetaan kannatinkoukkujen kunto.

3. Johdon kireys

Johto ei saa olla löysällä.

4. Maadoitusjohdot

Tarkistetaan samalla tavalla kuin 20 kV tarkastuksissa.

5. Varoitusnauhat

Varoitusnauhojen pitää löytyä niille kuuluvista paikoista.

5.3 Raivaukset

0,4kV raivauksia tehdään hieman pienempien vaatimusten pohjalta kuin 20 kV raivauksissa. Raivaukset suoritetaan edellä mainittujen etäisyyksien perusteella ja raivaustarpeet priorisoidaan 1-3 riippuen siitä, rikkooko kasvusto etäisyysvaatimuksia.

5.4 Pylväät ja harukset

0,4 kV pylväät tarkistetaan samoin perustein kuin 20 kV puolella. 0,4 kV puolella käytetään vain I-pylväitä ja tuettuja pylväitä. Haruksien tarkistaminen tapahtuu samoin perustein kuin 20 kV tarkistuksissa.

5.5 Pj-keskukset

Pj-keskukset löytyvät pylväsmuuntamon kyljestä, mikä tarkistetaan muuntajan tarkistuksen yhteydessä. Pj-keskus voidaan tarkistaa 20 kV tai 0,4 kV tarkistuksissa. Pj-keskuksen tarkistuskohteita ovat:

1. Sulakemerkinnät

Tarkistetaan sulakemerkintöjen oikeellisuus.

2. Lähtöjen merkinnät

Lähtöjen merkinnät pitää löytyä riippujohdon alusta.

3. Sulakekotelon avausmekanismin kunto

Tarkistetaan että sulakekotelon avaustappi ei ole poikki.

4. Liitokset

Tarkistetaan kaikki pj-laitteiston liitokset.

6 VERKKOSOVELLUKSEN KÄYTTÖ KUNTOTARKASTUKSISSA

Jakeluverkkoyhtiöillä on käytössä usein verkkosovellusohjelma, josta pystytään tutkimaan verkkoa. Verkkotietojärjestelmä se ei ole, vaan apuna käytetty ns. jouhevampi ja kevyempi ohjelma, jolla pystytään esimerkiksi tallentamaan kuntotarkastuksien korjauskohteet.

6.1 Verkkosovellus

Moni verkkoyhtiö hyödyntää verkkosovelluksia esimerkiksi häiriöistä tai katkoista tiedottamiseen asiakkailleen. Verkkoyhtiöillä on käytössä erilaisia verkkosovelluksia mm. Aidon one ja Trimble.

Julkinen palvelupyyntöominaisuus mahdollistaa asiakkaan ilmoitukset vioista tai häiriötilanteista, jotka merkitään verkkosovelluksen karttaan. Asiakas voi tilata ja simuloida suoritettavan työn, esimerkiksi, raivauksen itselleen sovelluksen avulla. (Aidon 2020)

Aikaisemmin käytettiin raskaita verkkotietojärjestelmiä kuntotarkastuksien tekemiseen. Nykyään kyseiseen sovellukseen on tuotu ominaisuus, joka keskittyy jakeluverkon kuntotarkastuksiin. Alussa se oli vain demoversio, jota työntekijät testasivat maastossa, ja myöhemmin se kehittyi palautteiden ansiosta hyvin toimivaksi kokonaisuudeksi.

6.2 Tarkastusten määrittely verkkosovelluksessa

Yleensä verkkosovelluksessa on +-painike, jolla voidaan lisätä pylväs sovelluksen tietokantaan. Kun painiketta on painettu, pylvään lisäysvalikko aukeaa. Tämän jälkeen voidaan määritellä pylvään rakenteet, kyllästysmenetelmät, ikätiedot, asennusolosuhde ja vapaateksti. Pylväs tulee tietokantaan juuri siihen paikkaan, missä koordinaateissa itse sijaitset pylvääntekohetkellä. Kun tarkistettavalle pylväälle on määriteltä kaikki edellä mainitut tiedot, voidaan valmis pylväs tallentaa tietokantaan.

6.3 Priorisointi

Kun pylväs on tallentunut, valitaan pylvään asetuksista Kuntohavainnot-ikkuna, josta päästään valitsemaan korjattavat havainnot, jotka priorisoidaan korjattavaksi heti tai myöhemmin riippuen kohteen kuntoisuusluokasta. Verkkoyhtiöillä on kaikilla oma protokolla, kuinka nopeasti ennakoiva kunnossapito suoritetaan kuntohavaintojen määrittelyn jälkeen. Kuntohavaintojen priorisointi tapahtuu samalla tavalla myös muuntajien, erottimien ja pj-keskuksen kohdalla.

6.4 Kuntotarkastusalueet

Kuntotarkastusalueet on yleensä määritelty verkkosovelluksen karttaan johtolähdöittäin. Kuntotarkastusalueet helpottavat työn tekemistä, ennakoivan kunnossapidon organisointia, huoltotoimenpiteiden ja saneerausten suunnittelua.

6.5 Linjojen ikätiedot

Linjojen ikätiedot näkyvät väreinä verkkosovelluksessa, josta saadaan tieto linjan asennusvuodesta. Punainen väri tarkoittaa yli 50 vuotta vanhaa linjaa ja vihreät ovat uusimpia linjoja. Ikätiedot ovat tärkeimpiä verkkosovelluksen ominaisuuksia, josta nähdään suoraan, mitkä kohteet siirtyvät seuraavaksi saneerattaviksi.

7 POHDINTA

Kuntotarkastukset pitävät verkkoa hyvässä kunnossa, kun osataan ajoittaa kunnossapito tietyille verkon alueille keskitetysti ja näin säästetään verkon kunnossapitokustannuksissa. Verkon kunnossapitoon vaikuttaa myös kuntotarkastajan kokemus verkostoalalla, eli mitä parempi kokemus sitä paremmin kuntotarkastukset onnistuvat ja pystytään nopealla aikataululla kohdistaa oikea toimenpide oikeaan paikkaan. Tähän vaikuttaa myös olennaisesti työssä esitelty verkkosovellus, jota käytetään apuna kuntotarkastuskohteiden priorisoinnissa, töiden kohdentamisessa ja kuittauksissa.

Opinnäytetyön tekeminen sujui omalta osaltani todella hyvin, sillä kolmen kesän kokemus verkostoalalla ja työkokemus oli Rovakairalla pääsääntöisesti kuntotarkastuksien tekeminen 20 kV ja 0,4 kV maastossa jalkapartiolla. Tämä vaikutti eniten siihen, miten saan lopullisen tuotoksen valmiiksi. Opinnäytetyötä helpottivat myös omat kokemukset työstä ja Rovakairan työntekijät ja toimihenkilöt, jotka ovat opastaneet minua töissä. Opinnäytetyön ohjaajalta sain todella hyviä vinkkejä aiheen pohjalta ja lähteitä, mistä etsiä tietoa. Kirjallisuutta opinnäytetyön aiheesta löytyi kohtalaisesti.

Tulevat kuntotarkastajat saavat työstäni hyvän tietopohjan kuntotarkastustehtävissä. Nykyään jakeluverkon kuntotarkastuksissa verkkoyhtiöissä ei tahdo olla enää fyysisiä pöytäkirjoja, vaan kaikki löytyvät verkkotietojärjestelmistä ja tiedostoista. Opinnäytetyöstä saatu työohje helpottaa vielä verkkosovelluksen käyttöä kuntotarkastustehtävissä, ja siksi pyrin kirjoittamaan mahdollisimman selkeät ja oikeisiin tarkastuskohteisiin painottuvat työohjesuositukset.

LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapitotekniikan perusteet. Viitattu 14.1.2020 http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmat.html

Aidon.com 2020. Mitello palvelee ja kehittyy. Viitattu 2.2.2020. <https://www.aidon.com/fi/mitello-palvelee-ja-kehittyy/>

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 3:10 §.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 3:11 §.

Kauvosaari, J. 2016. Jakeluverkon kuntotarkastukset. Lapin ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikka. Opinnäytetyö.

Sähköenergialiitto Ry SENER 1996a. Verkostosuositus RJ 21:92

Sähköenergialiitto Ry SENER 1996b. Verkostosuositus TA 1:97

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:1 §.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6 §.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:43 §.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:48 §.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:49 §.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:50 §.