



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sami Uusitalo

HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJEL-
MAN KEHITTÄMINEN KOKKOLAN
SATAMA-ALUEELLE

Kokkolan Energia Oy

29.04.2020

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Sami Emil Uusitalo
Opinnäytetyön nimi	Huolto- ja kunnossapito-ohjelman kehittäminen Kokkolan Satama alueelle
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	39 + 3 liitettä
Ohjaaja	Marko Iskala

Opinnäytetyössä luotiin Kokkolan Satama Oy:n alueelle yli 1000 voltin huolto- ja kunnossapito-ohjelma yhteistyössä Kokkolan Energia Oy:n kanssa. Alueella oli käytössä puutteellinen huoltosuunnitelma jakeluverkon laitteistolle, jonka päivitys oli ajankohtainen. Huoltosuunnitelma vaati selkeää ohjeistusta ja selvitystä alueen jakeluverkon laitteistosta. Huoltosuunnitelma päivitettiin yhteistyössä Kokkolan satama-alueen yli 1000 voltin käytönjohtajan kanssa.

Suomen laki määrää, että yli 1000 voltin sähköjärjestelmille on nimitettävä käytönjohtaja ja laitteistolle on oltava huoltosuunnitelma. Huoltosuunnitelman sisältö määräytyy käytössä olevan laitteiston valmistajan ohjeistuksen ja suositusten mukaan. Huoltosuunnitelmassa tulee ottaa huomioon myös taloudelliset vaikutukset ja hyödyt.

Huoltosuunnitelma oli alueella dokumentoinnin ja kirjallisen tarkastelun osalta puutteellinen, joten huoltosuunnitelman raamit oli luotava uudelleen. Alueella on laajalti käytössä ABB:n ja Siemensin laitteistoa, johon myös huoltosuunnitelman tarkastukset ja huollon suunnittelu pohjautuu. Alueella käytiin myös läpi kehitysmahdollisuudet jakeluverkon toimintavarmuuden, valvonnan ja kustannustehokkuuden parantamiseksi.

Alueen yli 1000 voltin huoltosuunnitelmalle oli selvä tarve, joka tulee tulevaisuudessa edistämään laitteiston seurantaa, raportointia ja dokumentoinnin hallintaa. Huolto-ohjelmalla lisätään myös laitteiston toimintavarmuutta ja minimoidaan viatilanteesta koituvia kustannuksia.

ABSTRACT

Author	Sami Emil Uusitalo
Title	Development of Service and Maintenance Plan for Kokkolan Satama Area
Year	2020
Language	Finnish
Pages	39 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Marko Iskala

In the thesis, a service and maintenance plan for voltages above 1000V was created in the area of Kokkolan Satama Oy in cooperation with Kokkolan Energia Oy. The area had an inadequate maintenance plan for the distribution network equipment, which was to be updated. The maintenance plan required clear instructions and an explanation of the s distribution network equipment in the area. The maintenance plan was updated in close co-operation with the supervisor of electrical equipment responsible for work above 1000V in the area.

Finnish law stipulates that for electrical systems above 1000 volts, an electrical work supervisor must be appointed, and the equipment must have a maintenance plan. The content of the maintenance plan is determined by the instructions and recommendations of the manufacturer of the equipment in use. The maintenance plan should also take into account the economic effects and benefits.

The maintenance plan in the area was deficient in terms of documentation and written review, so the framework for the maintenance plan had to be re-created almost completely. ABB and Siemens equipment are widely used in the area, and that is what the maintenance plan inspections and maintenance planning are also based on. To improve the reliability, control and cost-effectiveness of the distribution network, possibilities for development in the region were also reviewed.

There was a clear need for a maintenance plan for over 1000 volts in the area. The plan will facilitate equipment monitoring, reporting and documentation management in the future. The maintenance plan also increases the reliability of the equipment and minimizes the costs in case of a failure.

Keywords service, maintenance, development, network company and
power company

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	KOKKOLAN ENERGIA.....	10
1.1	Kokkolan Energia Oy	10
1.2	Kokkolan Satama Oy.....	13
2	LAINSÄÄDÄNTÖ	15
2.1	Yleislainsäädäntö.....	15
2.2	Sähköturvallisuuslaki.....	15
2.2.1	Yleiset koskevuuslait	15
2.2.2	Kunnossapitotarkastukset	16
3	KUNNOSSAPITO	18
3.1	Kunnossapidon tarkoitus	18
3.2	Kunnossapidon menetelmät.....	20
3.2.1	Aikaperusteinen kunnossapito TBM	20
3.2.2	Kunterusteinen kunnossapito CBM.....	21
3.2.3	Luottavuusperusteinen kunnossapito RCM.....	21
3.2.4	Korjaava kunnossapito.....	22
3.2.5	Ehkäisevä kunnossapito	23
3.2.6	Ennakoiva kunnossapito	23
3.2.7	Parantava kunnossapito	23
3.3	Valvonta.....	24
3.3.1	Tarkastukset	24
3.4	Elinkaaren hallinta LCM	25
4	KUNNOSSAPITO-OHJELMA	28
4.1	Huolto-ohjelman sisältö.....	28
4.1.1	Dokumentointi	29
4.1.2	Alueella huomioitavat asiat	32
4.2	Kehitysmahdollisuudet, verkkorakenne	33
4.3	Kehitysmahdollisuudet, automaatio	35
4.4	Kehitysmahdollisuudet, valvonta	35

5 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET	39

LIITTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Kokkolan Energia Oy historiakaavio.	10
Kuva 2. Kokkola Industrial Park KIP, alueen toimijoiden sijaintikartta.	13
Kuva 3. Ilmakuva Kokkolan Syväsatamasta.....	14
Kuva 4. ilmakuva Kokkolan Kantasatamasta.	14
Kuva 5. Kokkolan Sataman alueella sijaitseva erotin- ja muuntamo.....	30
Kuva 6. Satama-alueen muuntajakortti.	31
Kuva 7. Yhteiskäyttökojeisto Kokkolan Syväsataman alueella.....	33
Kuva 8. Yksinkertaistettu Syväsataman jakeluverkon kytkentäkuva.	34
Taulukko 1. Organisaatio taulukko.	11
Taulukko 2. Kokkolan lähialueiden maakapelointiaste 2018.....	12
Taulukko 3. Kunnossapidon kustannuksien hallinta.	18
Taulukko 4. Kunnossapitomenetelmät.	19
Taulukko 5. Kunnossapidon kustannustehokkuus strategiakohtaisesti.....	20
Taulukko 6. Elinkaaren vaiheiden palvelut.	26
Taulukko 7. Huoltotyön dokumentoinnin tarve.	32

LIITELUETTELO

LIITE 1. Kokkolan Satama Oy, >1000V Huolto- kunnossapito-ohjelma

LIITE 2. Huolto- ja kunnossapito Kokkolan Satama >1000 V, Tarkastuspöytäkirja

LIITE 3. Huolto- ja kunnossapito Kokkolan Satama > 1000 V, Laitekantaluettelo

KÄSITTEET JA LYHENTEET

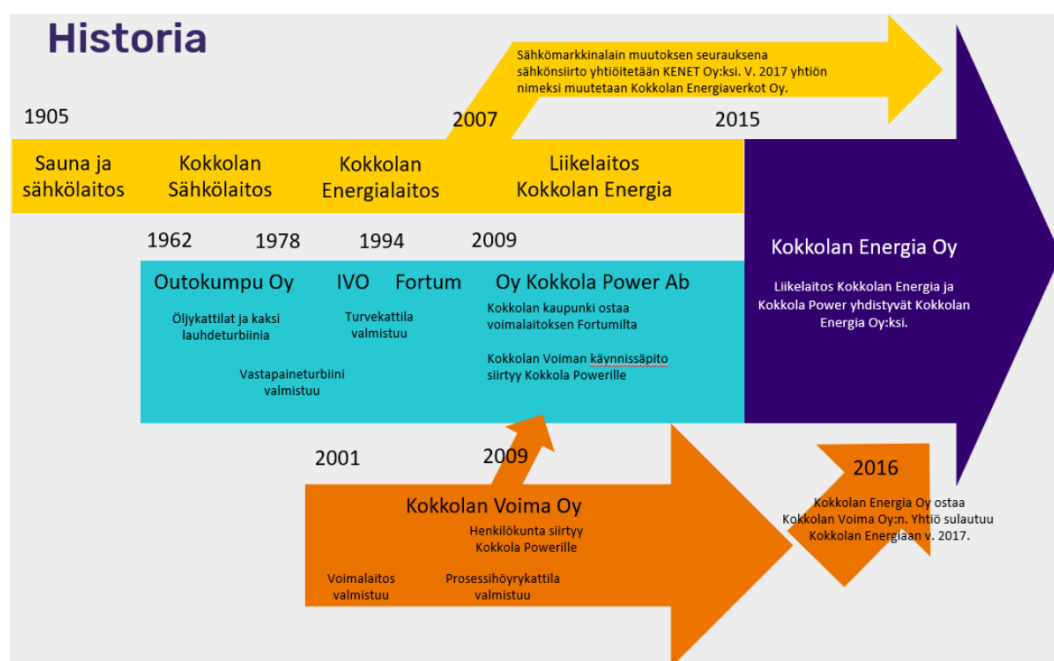
SJ	Suurjännite
KJ	Keskijännite
PJ	Pienjännite
TDM	Time-Based Maintenance, aikaperusteinen kunnossapito
CDM	Condition Based Maintenance, kuntoperusteinen kunnossapito
RDM	Reliability Centered Maintenance, luotettavuusperusteinen kunnossapito
LCM	Life Cycle Management, elinkaaren hallinta
RaPa	Rakentaminen ja palvelut, Kokkolan Energia Oy:n liiketoimintayksikkö
KEV	Kokkolan Energiaverkko Oy, Kokkolan alueen verkonomistaja
ATEX	Atmosphères explosibles, räjähdysvaarallinen tila
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. standardisoinnin keskusjärjestö Suomessa
EN	European Standard, eurooppalainen standardi
Oy	Osakeyhtiö
KIP	Kokkola Industrial Park
AWT	All Weather Terminal, “joka sään” terminaali

Maakaapelointiaste Koko verkonomistajan hallussa olevan jakeluverkon maakaapeleiden osuus prosentteina.

1 KOKKOLAN ENERGIA

1.1 Kokkolan Energia Oy

Kokkolan Energia Oy on Keski-Pohjanmaalla Kokkolassa toimiva energian tuotannon ja palveluiden yritys, joka on nykyisessä kokonaisuudessaan perustettu vuonna 2009 (**Kuva 1.**). Yhtiön liikevaihto vuonna 2018 oli 51.82 miljoonaa ja työllisti 92 henkilöä. Nykyisin yhtiö tunnetaan nimellä Kokkolan Energia Oy, mutta se on kulkenut yli 100 vuoden matkan nykyiseen tilanteeseen. Yhtiö koostuu nykyisin sähkönverkon omistuksesta, rakentamisen palveluista, sähkönmyynnistä/ -tuotannosta ja kaukolämmön palveluista (Energiavirasto, 2018).

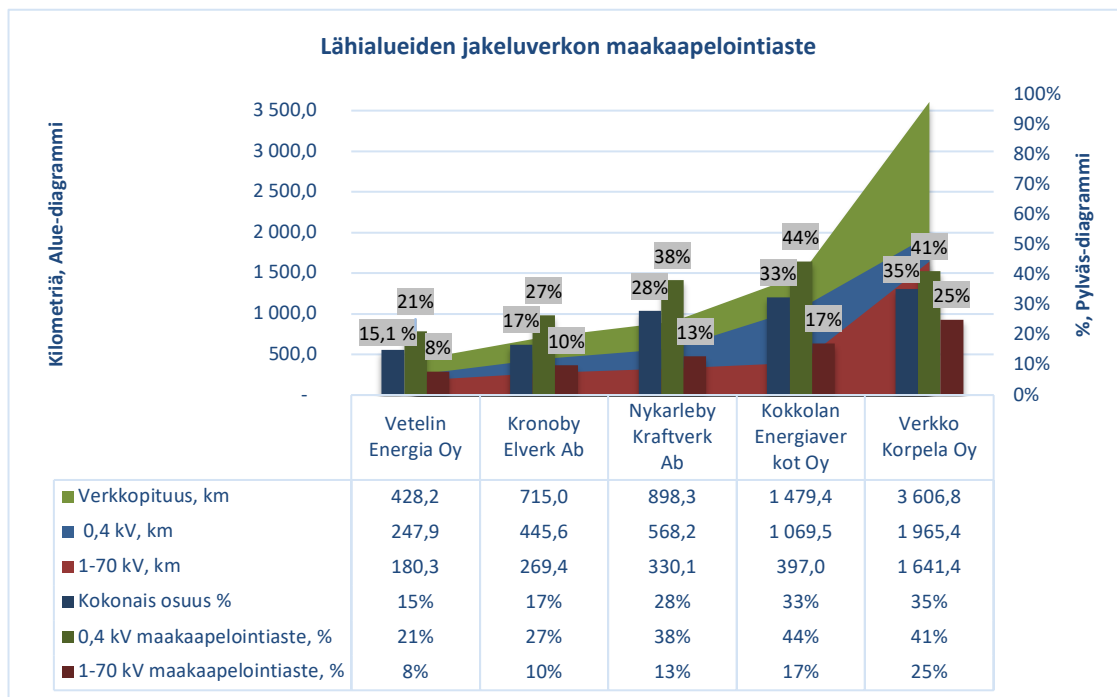


Kuva 1. Kokkolan Energia Oy historiakaavio.

Kokkolan Energia Oy:n Rakentaminen ja palvelut liiketoimintayksikkö (RaPa) vastaa suuresta osasta Kokkolan Energianverkkojen jakeluverkon projektien toteuttamisesta ja rakentamisesta. Lisäksi RaPa:lle kuuluu Kokkolan Energian alueen jakeluverkon kunnossapidolliset tehtävät (Kokkolan Energia Oy verkkosivut, 2020).

Taulukko 1. Organisaatio taulukko.

Kokkolan Energiaverkko Oy on Kokkolan alueen verkonomistaja. Vuonna 2007 tulleen sähkömarkkinoiden lakiuudistuksen myötä yhtiö erkaantui sen muusta toiminnasta, mutta toimii edelleen tiiviisti yhdessä muiden osastojen ja erityisesti rakentamisen palveluiden kanssa (**Taulukko 1.**). Kokkolan Energiaverkko toimii myös verkon ylläpitäjänä ja huolehtii verkon alueen käyttötoimenpiteistä, suunnittelusta ja kunnossapidosta.

Taulukko 2. Kokkolan lähialueiden maakaapelointiaste 2018 (Energiavirasto, 2018)

Kokkolan Energiaverkkojen pitkän aikavälin tavoitteisiin kuuluu pienjännite verkon maakaapelointiasteen nostaminen, joka on lähiseudun korkein. Maakaapeloinnin tarkoituksena on parantaa jakeluverkon vikataajuutta. **(Taulukko 2.)**

1.2 Kokkolan Satama Oy

Kokkolan Satama on Suomen kolmanneksi suurin yleissatama ja suurin raideliikennesatama Suomessa. Satama koostuu pääasiallisesti kolmesta satamasta, Hopeakiven satamasta, Syväsatamasta ja Kantasatamasta. Hopeakiven satama ja Syväsatama sijaitsevat vierekkäin Kokkolan teollisuuspuiston KIPin pohjoispuoleisella alueella ja Kantasatama eteläisellä puolella (**Kuva 2.**).



Kuva 2. Kokkola Industrial Park KIP, alueen toimijoiden sijaintikartta.

Hopeakiven satama on uusin sataman osista. Kokkolan Satama hankki 1.7.2007 omistukseensa Kemiralta maa-alueita, missä yhteydessä Kokkolan Sataman omistukseen siirtyi myös etelän puoleinen Kemiran laituri. Sataman osasta käytetään nykyisin nimeä Hopeakiven satama, jonka satamajohtokunta päätti kokouksessaan 5.3.2008. Satamassa keskitytään vaalean bulkin, kuten kalkkikiven käsittelyyn. Ammoniakkia ja happoja tuovat laivat purkavat lastinsa Hopeakiven sataman alueella, jonka johdosta alue on luokiteltu räjähdysvaaralliseksi ATEX -alueeksi (Turvaopas Kokkolan Satama Oy, 2018).

Syväsatama on satamaosuuksiltaan ja lastauskapasiteetiltaan suurin. Syväsatama on erikoistunut irtotavaliikenteeseen. Satamassa puretaan ja lastataan suuria Panamax-luokan laivoja. Satamassa laivat puretaan suurilla 40 tonnin nostureilla, jotka

vaativat oman 6 kV syötön. Nostureiden ja alueen laajan kuljetinjärjestelmän käsitelynopeus on 40 000 tonnia vuorokaudessa. Kapasiteetti Syväsatamassa on vuositasolla noin 5 miljoonaa tonnia. **(Kuva 3.)**



Kuva 3. Ilmakuva Kokkolan Syväsatamasta.

Kokkolan Sataman Kantasatama sijaitsee teollisuuspuiston eteläpuoleisella osilla. Satamassa käsitellään vaaleaa bulkki, kuten kalkkikiveä alumiinisavea ja lannoitetaaka-aineita. Alueella puretaan kappaletarvikkeita alueen laajan varastotilansa ansiosta. Kantasataman tekee erityiseksi alueella sijaitseva ”joka säään”-terminaali AWT. AWT on Euroopan suurin ja Pohjoismaiden ainoa, ”joka säään”-terminaali. Terminaali mahdollistaa alueelle säävarman kontti- ja kappaletavaran toimituksen (Turvaopas Kokkolan Satama Oy, 2018). **(Kuva 4.)**



Kuva 4. ilmakuva Kokkolan Kantasatamasta.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ

2.1 Yleislainsäädäntö

Jokaisen Suomen verkko- ja urakointiyhtiön on noudatettava yleistä sähköturvallisuuslakia. Sähköturvallisuusviranomaisen velvollisuus on huolehtia, että toiminnanharjoittajan toteuttaa kunnossapitosuunnitelman. Viranomaisen valvoo myös kunnossapitosuunnitelman sisällön toteutumista. Sähköturvallisuusviranomaisen valvoo toimintaa tarkastuksilla ja tehtyjen tarkastusten dokumenttien avulla. (Valtion säädöstietopankki Finlex, 2016).

Mikäli toiminnanharjoittaja ei noudata sähköturvallisuuslakia, voi hän saada kirjallisen huomautuksen. Mikäli toiminnan laiminlyönti jatkuu, voidaan toiminnanharjoittaja asettaa osittain tai kokonaan toimintakieltoon.

2.2 Sähköturvallisuuslaki

2.2.1 Yleiset koskevuuslait

1135/2016 1:2 § Lain soveltamisala.

”Tätä lakia sovelletaan sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin, joita käytetään sähkön tuottamisessa, siirrossa, jakelussa tai käytössä ja joiden sähköisistä tai sähkömagneettisista ominaisuuksista voi aiheutua vahingon vaara tai häiriötä” (Sähköturvallisuuslaki, sähkölaiteluokitus, 2016).

Lain kohdassa ”laiteluokitus” /1135/2016 1:44 §/ kerrotaan laiteluokituksista, jossa huolto- ja kunnossapitosuunnitelmassa keskitytään erityisesti luokan 2 ja 3 laitteisiin (Sähköturvallisuuslaki, sähkölaiteluokitus, 2016).

1135/2016 1:44 § Laiteluokitus

”Sähkölaitteistot jaetaan niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta luokkiin seuraavasti:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa; b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3;

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja; d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria.

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko. Sähkölaitteistoluokitusta ei sovelleta viestintäverkkojen, hissien, ilma-alusten eikä maa- ja vesikulkuneuvojen sähkölaitteistoihin.”

(Sähköturvallisuuslaki, sähkölaiteluokitus, 2016).

2.2.2 Kunnossapitotarkastukset

1135/2016 1:47 § Sähkölaitteiston haltijan vastuu sähkölaitteiston turvallisuudesta ja sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta.

”Sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston turvallisuudesta, sen ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää tämän lain vaatimukset. Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti.” (Sähköturvallisuuslaki, sähkölaiteluokitus, 2016).

1135/2016 1:48 § Sähkölaitteiston huolto ja kunnossapito-ohjelma.

”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.” (Sähköturvallisuuslaki, sähkölaiteluokitus, 2016).

1135/2016 1:6 § Sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset

”Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä 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.

Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentin edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille eikä ottaa käyttöön.” (Sähköturvallisuuslaki, sähkölaiteluokitus, 2016).

1135/2016 1:49 § Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus

”Luokan 3 sähkölaitteistolle määräaikaistarkastus on tehtävä viiden vuoden välein. Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia laitteiston määräaikaistarkastuksesta” (Sähköturvallisuuslaki, sähkölaiteluokitus, 2016).

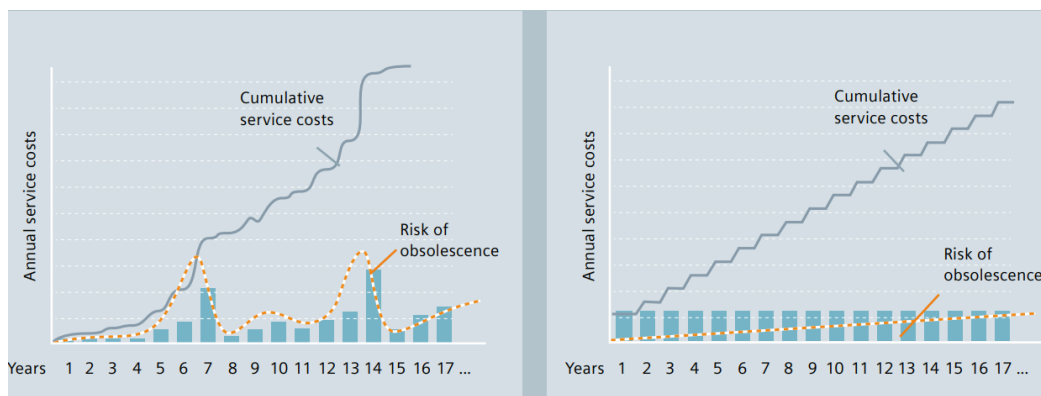
3 KUNNOSSAPITO

3.1 Kunnossapidon tarkoitus

Kunnossapidon vaikutukset ovat osana jokaista teollisuudessa toimivaa elintä. Sähkön jakelun piirissä kunnossapidon tarkoitus on edistää verkon luotettavuutta, toiminnallisuutta ja vähentää yllättävien kustannuksien riskejä. Kunnossapidossa keskitytään huoltamaan ja kunnostamaan kriittisiä verkon osia, joiden vikaantuessa niistä aiheutuvat kustannukset ovat usein moninkertaisia verrattuna huollon kustannuksiin. Kunnossapidon tarkoitus on myös antaa verkolle pitkä elinkaari ja maksimoida tuottavuus, kun riskit pystytään minimoimaan. Tarkoituksena on valita luotamuksellinen ja kokonaistaloudellisesti kannattavin ratkaisu.

Laki vaatii, että jokaisella verkonhaltijalla on laitteistosta kunnossapitosuunnitelma, mutta laki ei vaadi määriteltäväksi sen tarkemmin mitään itse suunnitelman sisällöstä. Kunnossapitosuunnitelmaa valvoo käytönjohtaja, joka huolehtii laitteiston kunnosta ja vastaa käyttö- ja huoltotoimenpiteistä.

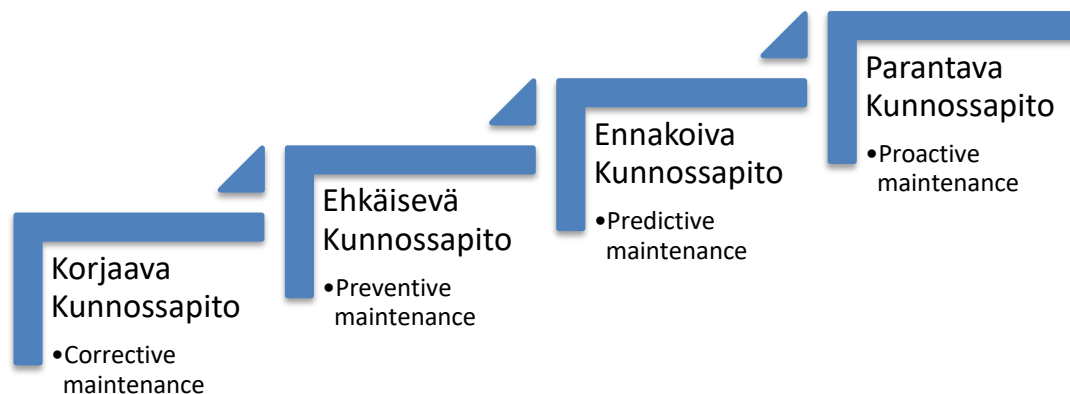
Taulukko 3. Kunnossapidon kustannuksien hallinta. (SIEMENS, Industry Services, 2015)



Graaffista (**Taulukko 3.**) voidaan havaita, kuinka paljon luotettavampaa kustannuksien kannalta on oikeanpuoleisen huoltosuunnitelman mukainen asteikko, verrattuna vasemmanpuoleiseen, täysin vikatilanteen korjauksiin perustuvaan kunnossapitoon.

Kunnossapidon huoltomenetelmät pystytään jakamaan neljään eri kategoriaan; korjaavaan, ehkäisevään, ennakoivaan ja parantavaan kunnossapitoon (**Taulukko 4.**).

Taulukko 4. Kunnossapitomenetelmät.

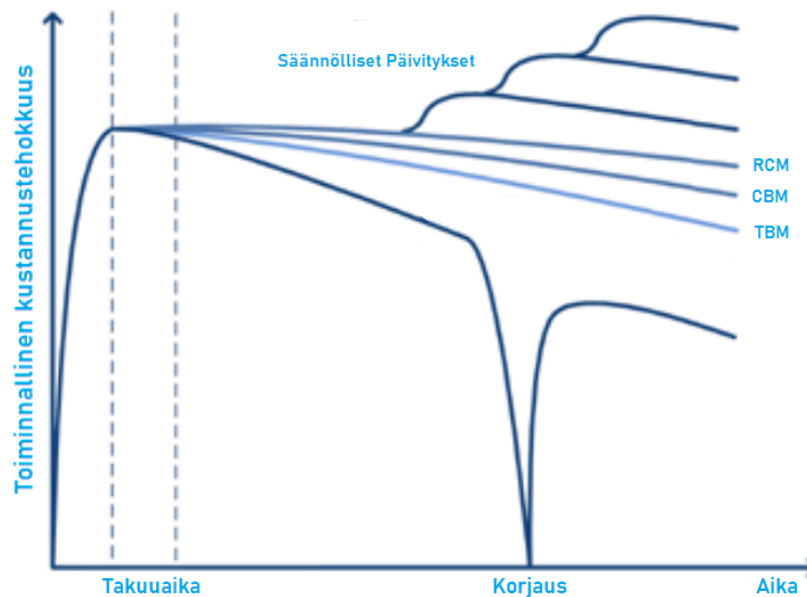


SFS-EN standardin mukaan kunnossapidon piiriin kuuluu:

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniänäkaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. SFS-EN 13306:2017, 26.s

”Kunnossapidon tarkoitus on pitää sähkölaitteisto vaaditussa kunnossa. Kunnossapito voi koostua ”ennakoivasta kunnossapidosta”, jota tehdään tavanomaisen käytännön mukaisesti laitteiden rikkoutumisen ehkäisemiseksi ja laitteiden pitämiseksi hyvässä kunnossa tai ”korjaavasta kunnossapidosta”, joka tehdään rikkoutuneen osan korjaamiseksi tai vaihtamiseksi.” SFS 6002:2015, 37.s (Valtion säädöstietopankki Finlex)

Taulukko 5. Kunnossapidon kustannustehokkuus strategiakohtaisesti.



Kunnossapidon kustannukset ja toimintavarmuus vaihtelee kunnossapidon strategian perusteella. Esimerkiksi aikaperusteisella kunnossapidolla saadaan matalakustanteinen ratkaisu, jonka toimintavarmuus ei kuitenkaan vastaa kustannuksiltaan arvokkaampaa ja laajempaa luottamusperusteista kunnossapitoa (ABB Oy Life Cycle Management, 2019). (Taulukko 5.)

3.2 Kunnossapidon menetelmät

Kunnossapidossa on monia menetelmiä, joiden valinta on usein kohteesta riippuvainen. Kohteen kunnossapidon perusteita arvioitaessa otetaan huomioon kohteen vikahistoria, laitteiston mallien tyyppiviat ja huoltomahdollisuudet, ikä ja toiminnan kriittisyys.

3.2.1 Aikaperusteinen kunnossapito TBM

Time-Based Maintenance eli aikaperusteisen kunnossapidon periaatteena on luoda käytettäville laitteille laitevalmistajan ja elinkaaren mukainen huoltoväli. Aikaperusteisen kunnossapidon ohjelmassa ei kuitenkaan oteta huomioon sää- tai käyttö-

olosuhteista aiheutuvia tekijöitä. Tämä aiheuttaa ongelmia vähäisellä käytöllä oleville komponenteille, jolloin laitteisto voi vikatilanteessa olla toimintakelvoton tai jumiutunut.

Aikaperusteisen huollon seuranta on yksinkertainen, johon voi sisällyttää monissa tapauksissa varaosatarvikkeiden tilauksen ja laitteen vaihtamisen käyttöiän loputtua. Pelkällä aikaperusteisella kunnossapidolla saavutetaan kohtuullinen kunnossapidon taso (**Taulukko 5.**).

3.2.2 Kunterusteinen kunnossapito CBM

Condition Based Maintenance eli kunterusteinen kunnossapito perustuu laitteen kunnan ja toimivuuden seuraamiseen. Tarkoituksena on havaita vikaantumiset ja hajoamiset mahdollisimman ajoissa ja ajoittaa laitteiston huolto sen perusteella. Kunterusteisessa suunnitelmassa otetaan huomioon ympäristön aiheuttamat rasitustekijät sekä mahdollisten vikaantumisten aiheuttamat haitat ja niiden tuomat kustannukset.

3.2.3 Luottavuusperusteinen kunnossapito RCM

Reliability Centered Maintenance eli luottamusperusteisessa kunnossapidossa huomioidaan laitteen mahdollisesta vikaantumisesta koituvat seuraukset ja kustannukset. Luottamusperusteinen on myös laajin huolto-ohjelma ja pyrkii

- luotettavaan toimintaan kriittisissä kohteissa
- parantamaan käyttöikä
- lyhentämään keskeytyksien kestoja huoltojen yhteydessä
- tukemaan päätöksentekoa riskiarvioilla ja auttaa arviomaan laitteiston huollon ja modernisoinnin aikataulutusta
- luomaan parhaan mahdollisen tuoton kunnossapidon investoinneille.

Luottavuusperusteiseen kunnossapitostrategiaan kuuluu neljä pääpiirrettä, jotka alkavat kohteen kartoittamisesta ja riskien arvioimisesta aina jatkuvaan huoltoseurantaan asti. Strategian piirteet ovat:

- **Yksityiskohtainen arvio kohteen tarpeista.** Kohde käydään läpi yksityiskohtaisesti ja kohteesta pyritään tunnistamaan heikot ja kriittiset kohdat analysoimalla laitteiston vikahistoriaa ja laitteiden tyyppivikoja. Perusteellisen tutkimisen jälkeen voidaan kohteelle valita oikeat käytön ja kunnossapidon toimintatavat. Näin voidaan luoda kunnossapitosuunnitelma, jolloin käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan tekniset valmiudet voidaan tunnistaa oikeaksi kohteelle.
- **Kohteen laitteiston arviointi.** Jokainen kohteen laite tulee tunnistaa niin, että oikeat toimenpiteet tehdään oikealle laitteelle. Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen laite arvioidaan kunnon, kriittisyyden ja vikaantumisen aiheuttamien toimenpiteiden pohjalta niin, että ennakoivan huollon tarve saadaan kartoitettua.
- **Kunnossapitosuunnitelman luonti.** Kerättyjen tietojen perusteella luodaan kohteelle ja sen laitteille kunnossapitosuunnitelma. Kunnossapitosuunnitelmaa noudattamalla luodaan laitteistolle taloudellisesti tehokas ja luotettava ratkaisu.
- **Kunnossapitosuunnitelman seuranta.** Laitteiston seurannan ja aktiivisen tiedonkeruun kautta saadun datan avulla pystytään tulevaisuudessa tekemään uudelleenarviointeja. Näin tarkkaillaan huollon toimivuutta ja laitteiston huollon ajoittamista laitekohtaisten kokemusten perusteella.

Kokonaisuudeksi saadaan kattava ja aktiivisesti seurattava suunnitelma, jolla välteetään turhat ja vältettävissä olevat haittakustannukset prosessille ja kunnossapidolle (ABB Oy Power System, 2015).

3.2.4 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa keskitytään jo vikaantuneeseen tai käyttöhäiriöiseen komponenttiin. Korjaavan kunnossapidon kustannukset ovat yleisesti pieniä ja riippuvat suuresti käyttökohteen kriittisyydestä. Korjaavaa kunnossapitoa hyödynnetään kohteissa, joiden käyttöhäiriöt eivät aiheuta suuria taloudellisia kustannuksia, tai niissä vikaantuminen on vähäistä.

Standardi SFS-EN 13306:2017 määritetään seuraavasti: ”Korjaava kunnossapito on kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteenaan saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon.” SFS-EN 13306:2017, 38.s (Valtion säädöstietopankki Finlex, 2020)

3.2.5 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevässä kunnossapidossa pyritään kartoittamaan mahdolliset viat ja käyttöhäiriöt jo ennen niiden syntyä. Tyypillisiä toteuttamistapoja ovat määräaikaistarkastukset, jatkuva kunnossapito ja vika-analyysit. Ehkäisevässä kunnossapidossa on tärkeää saada kokonaiskuva laitteistosta ja sen mahdollisista toimintahäiriöistä, jotta pystytään välttämään käyttökatkoista muodostuvat kustannukset ja taloudelliset menetykset.

3.2.6 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivaa kunnossapitoa on laite- ja prosessitietämys. Kun tunnetaan laitteisto ja sen prosessin mahdolliset tyyppiviadat, voidaan niistä aiheutuvien vikojen haitat minimoida. Ennakoivaa kunnossapitoa toteutetaan suunnitteluvaiheessa, tai laitteiston modernisoinnin suunnittelussa.

3.2.7 Parantava kunnossapito

Parantavassa kunnossapidossa pyritään havaitsemaan vika- ja riskianalyysien avulla, kuinka laitteiston käyttövarmuutta ja luotettavuutta voidaan parantaa muuttamatta itse prosessia. Laitteiston parannukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään.

- **Muutos päivittämällä laitteiston mallia.** Tällöin huollettavaa laitteistoa pyritään uusimaan uudella vastaavalla, jolloin parannetaan tuotteen huollon mahdollisuuksia ja pidennetään elinkaarta, laitteiston suorituskykyä muuttamatta.
- **Muutos muuttamatta prosessia.** Tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta laitteistoa vaihtamalla vastaaviksi muuttamatta prosessia.
- **Perustava muutos.** Muuttamalla suorituskykyä, rakennetta, modernisoidulla laitteisto. Myös itse prosessia voi joutua muokkaamaan.

3.3 Valvonta

Valvonta on yksi tärkeimmistä osa-alueista kunnossapidon kustannuksien hallinnassa. Valvontaa voidaan suorittaa niin sähköisesti verkkohallintasovelluksilla kuin fyysisesti tarkastuksilla. 3-luokan sähkölaitteille on laissa määrätty, että laitteisto tulee tarkastaa vähintään viiden vuoden välein. Valvonnan päätarkoitus on, että pystytään sijoittamaan ennakoivan kunnossapidon toimenpiteet optimaaliseen aikaan.

Valvontaa voidaan suorittaa On-line sekä Off-line kunnonvalvonnalla. Off-line-valvonnassa tarkkaillaan fyysisesti kohteita ja laitteita esimerkiksi öljyanalyysillä, kuntotarkastuksilla ja lämpökuvauksilla. On-line-valvonta on hallintajärjestelmään yhdistettävää reaaliaikaista valvontaa. Järjestelmä vaatii tietoliikenneyhteyden järjestelmän ja laitteen välille. On-line-kunnonvalvontaa hyödynnetään sähköverkon kriittisissä kohteissa, kuten suurissa 110 kV päämuuntajissa hyödynnetään öljyn, kaasun, lämpötilojen, sähköisten suureiden ja kosteuspitoisuuksien mittaushälytyksiä (Eemeli Vainio, 2017).

3.3.1 Tarkastukset

Tarkastuksia tehdään esimerkiksi viikoittain, kuukausittain, puolivuositain sekä vuosittain tai harvemmin. Määräaikaistarkastus suoritetaan erikseen määriteltynä ajankohtana, riippuen kohteen tarpeesta. Tarkastuksien tarkoituksena on havaita sähköturvallisuuden puutteet ja minimoida käyttökeskeytykset.

Viikko- tai kuukausitarkastuksessa kohde käydään läpi pääosin visuaalisesti ja laitteistosta kerätään mahdolliset tiedot, kuten katkaisijoiden toimintakerrat ja akustojen jännitteet. Visuaalisesti valvotaan kojeistojen puhtautta, työvälineiden kuntoa, sekä tarkastetaan kojeistojen lukitukset ja aidoituksen kunto. Kaikki havaittavat puutokset ja riskit kirjataan tarkastuspöytäkirjaan, jonka avulla siirrytään huolto-suunnitelman mukaisiin toimiin.

Määräaikaistarkastukset ovat yleensä laajempia ja yksityiskohtaisempia. Määräaikaistarkastukset käydään yleensä kuukausitarkastuksien tai mahdollisten tuotannon seisokkien yhteydessä, mutta harvemmallalla aikavälillä. Määräaikaistarkastuksia tai

laitteistojen huoltoja suoritetaan kohteille, jotka ovat kuukausitarkastuksien ulkopuolella. Näitä kohteita voi olla tiheämmällä tai pidemmällä aikavälillä tarkastettavat kohteet, kuten muuntajien öljyanalyysit, jotka tarkastetaan 3-6 vuoden välein.

3.4 Elinkaaren hallinta LCM

Life Cycle Management, eli elinkaaren hallinta tarkoittaa laitteen tai ohjelmiston käyttöaikaa esisuunnittelusta aina huollon ja varaosien saannin mahdollisuuden päättymiseen, kunnes tuote joudutaan poistamaan käytöstä.

Elinkaaritiedot on hyvä ottaa huomioon kunnossapito-ohjelmassa. Tuotteen elinkaaren loppupuolella oleva kriittinen tuote heikentää laitteiston ja prosessin luotettavuutta. Elinkaarensa päässä oleva tuote aiheuttaa hajotessaan keskeytyksen prosessille, mikäli laitteelle ei löydy varaosia tai se on korjauskelvoton. Tämän johdosta kustannukset ovat suurempia mitä olisi tullut laitteen päivityksestä.

Elinkaareen vaikuttavat tekijät heikentävät laitteen odotettua ikää, jolloin elinkaaritavoitteisiin ei päästä. Vaikuttavia tekijöitä ovat käyttöolosuhteet, kuormitus, käyttö- ja huoltohistoria sekä poikkeustilanteet. Seurauksina voi koitua korroosiota, oikosulkukestoisuuden heikkenemistä ja apulaitteiden toimintakyvyn heikkenemistä. Elinkaaren laiminlyönti voi aiheuttaa merkittäviä turvallisuusriskejä, kuten muuntajissa palavien kaasujen syttymisriskin.

Elinkaaren ja eliniän päättymiseen voi olla useita syitä. Vaikka laitteen kunto olisi hyvä, voi eliniän päättymiseen olla syyt myös strategisia tai taloudellisia. Syyt voivat olla (ABB Oy Muuntajien elinkaaren hallinta, 2020)

Teknisiä:

- Laitteen vaurioituminen, eikä korjaus ole teknisistä syistä enää kannattavaa.
- Laitteen materiaalit vanhentuvat, eivätkä täytä enää asetettuja määräyksiä.
- Varusteet, kuten läpiviennit, jäähdytyslaitteet tai kytkimet ovat vaurioituneet ja aiheuttavat laitteen vaurioitumisriskin suurenemisen.

Taloudellisia:

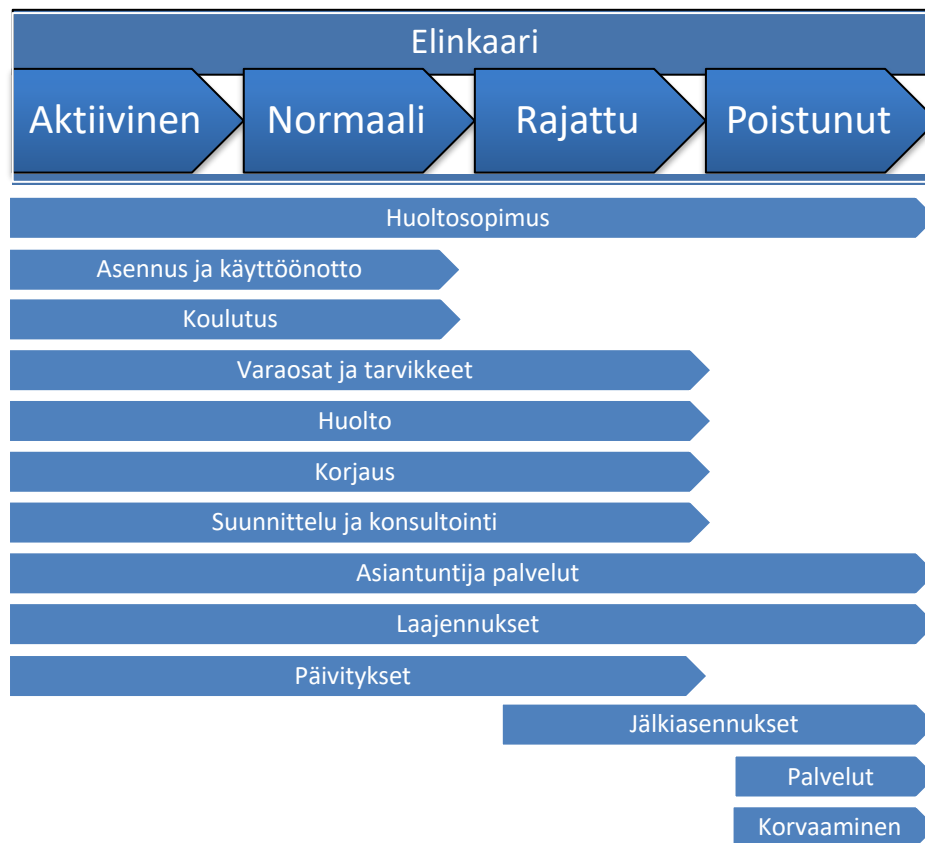
- Laitteiston kannattavuus laskee verrattuna uudempiin malleihin.
- Lisääntyvät kunnossapito- ja huoltokatkot aiheuttavat enemmän kustannuksia kuin uudempi ja toimintavarmuustasoltaan parempi laitteisto.

Strategisia:

- Verkon kuormituksen kasvaessa laitteen teho jää alimitoitetuksi ja laite täytyy vaihtaa.
- Verkon oikosulkuteho kasvaa ja laitteen mitoitusarvot ylitetään.

Elinkaari voidaan jakaa neljää osaan, joiden perusteella on mahdollista luokitella sen tila (**Taulukko 6.**).

Taulukko 6. Elinkaaren vaiheiden palvelut.



Aktiivinen

- asiakastukisopimukset
- laajennetut takuuhakemukset

- palveluosaaminen, valmis nopea käyttö
- varaosat valmiina ja niiden saatavuus taataan koko tuotteen elinajan.

Klassinen

- viimeinen ostomahdollisuus täydelliseen laitekantaan
- mahdollisuus varaosien saantiin
- laitteen kunnossapito asiakastukisopimuksella
- laitteistokoulutukset.

Rajallinen

- varaosan saanti vielä täydellinen
- laitekannan päivityksen suunnittelu on syytä aloittaa
- erikoisvaraosien saanti pyynnöstä tai selvityksellä
- jälkiasennusratkaisut ovat saatavana
- siirtyminen uusiin sovelluksiin ja ratkaisuihin.

Poistunut

- varaosien valmistus lopetettu
- koulutukset lopetettu
- poistunut takuun piiristä
- asiantuntijapalvelujen rajallisuus
- palveluiden saannin rajallisuus
- laitteiston vaihto uudempaan
- laitteiston jälkiasennukset.

(ABB Oy Life Cycle Management, 2015, 2019).

4 KUNNOSSAPITO-OHJELMA

Työssä toteutettiin Kokkolan Satamalle uudistettu alle 1000 voltin kunnossapito-ohjelma, johon sisältyi Syväsatama, Hopeakiven satama ja Kantasatama. Alueella oli valmiiksi voimassa oleva kunnossapito-ohjelma yli 1000 voltin sähköjärjestelmille. Yli 1000 voltin sähkölaitteistolle oli myös pohja valmiina, mutta laitteiston tiedot olivat puutteelliset ja vaativat päivitystä. Kunnossapito-ohjelmasta puuttui myös selvä kirjallinen ohjeistus sekä virallinen tarkastuspöytäkirja. Huoltoja oli suoritettu, mutta niiden dokumentaatiolle ei ollut selvää sijoituspaikkaa. Vanhojen huoltotietojen keruu perustui pääosin laitteisiin kiinnitettyihin huoltoleimoihin, sekä huollot suorittaneilta yrityksiltä saatuihin huoltopöytä- ja koestuspöytäkirjojen kopioihin.

Tavoitteena oli toteuttaa Kokkolan Sataman alueelle kattava ja toimintavarmuutta parantava yli 1000 voltin jakeluverkon huolto- ja kunnossapito-ohjelma, jotta alueen mahdolliset vikakeskeytykset jäisivät vähäisiksi ja lyhyiksi. Jakeluverkon huoltotoimenpiteet edistävät sataman sisäisen verkon vikataajuutta. Näin voidaan todentaa, että huoltoon käytetyt kustannukset ovat huomattavasti pienemmät kuin huoltamattomasta verkosta aiheutuvat tuotannon keskeytyskulut.

Kokkolan Satamalle luotiin satama-alueen käytönjohtajien kanssa yhteistyössä uusi kunnossapito-ohjelma, joka jää voimaan alueelle. Työtä suoritettiin pääasiallisesti yli 1000 voltin käytönjohtaja, Kokkolan Energian Liiketoimintapäällikkö Tapio Järvisen kanssa. Myös käytössä ollut kunnossapito-ohjelma oli Järvisen tuottama pohja. Kunnossapito kuuluu jatkuvan kehityksen piiriin ja Kokkolan Satama on jatkuvasti muuttuva alue, jota kunnossapidon tulee seurata aktiivisesti. Kunnossapito-ohjelmaa kehitetään jatkuvasti päivityksillä ja mahdollisilla uusilla kehitysideoilla.

4.1 Huolto-ohjelman sisältö

Huolto- ja kunnossapito-ohjelma tulee noudattamaan aika- ja kuntoperusteista huoltosuunnittelua, huomioiden alueen erityispiirteet ja vallitsevat olosuhteet. Kokkolan Sataman käytännön huoltotoimenpiteet jatkuvat samanlaisina kuin ennenkin.

Huoltoja on suoritettu pääosin aikaperusteisesti viiden vuoden välein ja muita kunnossapitotoimenpiteitä on suoritettu tarpeen vaatiessa. Huoltoja suoritetaan, laitevalmistajan ohjeistusta ja huoltosuosituksia tarkkaillen. Kuntooperusteista huoltoa varten suoritetaan tarkastuskäyntejä, joissa tarkastetaan laitteiston kunto ja suoritetaan kunnossapitotoimenpiteitä tarvittaessa.

Alueella sijaitsee Kokkolan Energiaverkon omistamia muuntamoita (**Kuva 5.**), joiden yhteydessä on Kokkolan Sataman omistuksessa olevia muuntajia ja keskuksia. Muuntamot ovat yleisesti yhteisiä tiloja, mutta kojeistot ovat kummallakin omistajalla erotettuja toisistaan. Turvallisuuden varmistamiseksi sähkötilojen lukot on sarjoitettu Kokkolan Energian ja Kokkolan Sataman omaan lukkosarjaan. Sähkötiloihin sisäänpääsy on vain Kokkolan Energian henkilöstöllä sekä Kokkolan Sataman alle 1000 voltin käytön-/sähkötöiden johtajalla. Ulkopuolisilta urakoitsijoilla tai työnsuorittajilla käynnit ja työskentely sähkötiloissa on luvanvaraista toimintaa. Näin voidaan estää asiattomilta pääsy sähkötiloihin.

4.1.1 Dokumentointi

Kokkolan Energiaverkkojen hallussa oleva laitteisto on merkittynä ABB MicroScada jakeluverkoston hallintaohjelmistoon, josta osaa laitteista pystytään ohjaamaan etänä. Energiaverkkojen laitteiston huolto-ohjelmisto kulkeutuu Trimble- ja M-Files-ohjelmistojen kautta ja ovat erillään satama alueen huolto-ohjelmasta. Laitteistoja kuitenkin pyritään huoltamaan mahdollisuuksien mukaan samanaikaisesti kaikkien alueen yritysten ja toimijoiden kanssa, jolloin voidaan välttyä jakeluverkon ylimääräisiltä kytkennöiltä sekä katkoilta, jotka saattavat vaikuttaa myös Kokkolan Sataman toimintaan. Hyvällä yhteisellä työnsuunnittelulla saadaan myös taloudellisia säästöjä huoltojen toteutuksessa.



Kuva 5. Kokkolan Sataman alueella sijaitseva erotin- ja muuntamo.

Sataman oman verkon puolella laitteistoa on helposti hallittavissa oleva määrä, jolloin päädyttiin toteuttamaan ja täydentämään laitekanta Excel-taulukoon, jonka pohjalta huoltotoimenpiteitä on ennen seurattu. Alueella muuntamoiden ja niiden sisältämien katkaisijoiden määrä on pieni, joten laajempaa laitekantaa palvelevien kunnossapito-ohjelmistojen liittämistarvetta ei nähty tarpeelliseksi.

Huolto-ohjelmaan tuotettiin Excel-pohjainen laitteistoluettelo, johon kirjattiin alueella huoltoon sisältyvät katkaisijat, erottimet, muuntajat, kytkimet ja releet muuntamokohtaisesti. Laiteluettelossa lajiteltiin laitteistojen valmistajat ja mallit yksityiskohtaisesti. Listaukseen lisättiin myös seuranta edellisestä huollosta ja seuraavan määräaikaishuollon ajankohta. Luettelo toimii myös pohjana määräaikaishuollon varaamisessa tarvittavana huollettavien laitteistojen karttana.

Huolto-ohjelmaan sisällytettiin myös muuntajakortit. Muuntajakortteihin kerättiin kaikki olennainen tieto, kuten kuva muuntajasta, sen tekniset-tiedot, valmistaja, malli, käyttöönottovuosi ja muuntamon tyyppi. Muuntajakortti tehtiin sataman alueen jokaiseen muuntajaan. Muuntajakortit selventävät mahdollisen muuntajavaihdon kohdalla tarvittavat tiedot sen vaihtoon. **(Kuva 6.)**



Muuntamo	Tyyppi	M1
	Rakennusvuosi	Rakennus
	Peruskorjausvuosi	2018
	Tuuletus	-
Muuntaja	Tuuletus	On
	Tyyppi	MF-Transformatori
	Vuosimalli	2017
	Sarjanumero	010917/2
Kilpiarvot	Käyttöönottopäivä	
	Nimellisteho (Sn)	800kVA
	Tyhjäkäyntihäviöt (P ₀)	650W
	Kuormitushäviöt (P _k)	8400W
	Ensiön nimellisvirta	23.1A
	Toislon nimellisjännite	400V
	U _k %	6
	I ₀	
	Paino	2530
	Öljynpaino	490

Kuva 6. Satama-alueen muuntajakortti.

Jokaisesta tehdystä huolto-, tarkastus- tai korjaustoimenpiteestä saadut dokumentit talletetaan, jolloin laitteistolle tehdyt toimenpiteet tiedetään. Dokumentointia voidaan hyödyntää tulevissa huollon tai kunnossapidon toimenpiteissä, esimerkiksi tunnistamalla heikkenemät mittaustuloksissa.

Taulukko 7. Huoltotyön dokumentoinnin tarve.



Kirjallisuus, huolto- ja koestuspöytäkirjat, sekä muu huoltoihin liittyvä dokumentointi yli 1000 voltin huolloista löytyy laitteiston käytönjohtajalta, joka toimittaa kaikki dokumentaation kopiot Kokkolan Satamalle (**Taulukko 7.**). Kaikki dokumentaatiot arkistoidaan Kokkolan Energian verkkolevyllä, jota hallinnoi käytönjohtaja.

4.1.2 Alueella huomioitavat asiat

Satama-alueella sijaitsee useampaa jännitetasoa. Perinteisen 0.4 kV lisäksi alueella toimii moottoriverkko, joka on 0.69 kV. Lisäksi alueella on suuria lastausnostureita jokaisessa alueen satamassa, jotka käyttävät 6 kV syöttöä. Jokaisen nosturin syötöt lähtevät muuntamoilta ja sisältävät samat komponentit kuin perinteinen 20 kV lähtö. Nostureiden lähdöt sijaitsivat satama-alueen yhteiskäyttömuuntamoissa (**Kuva 7.**). Kojeistot ovat yleensä fyysisesti yhtenäisiä, mutta ovat tarvittaessa erotettavissa toisistaan. Sataman osuus on varustettu mittamuuntajilla sähkönkulutuksen mittausta varten (Turvaopas Kokkolan Satama Oy, 2018).

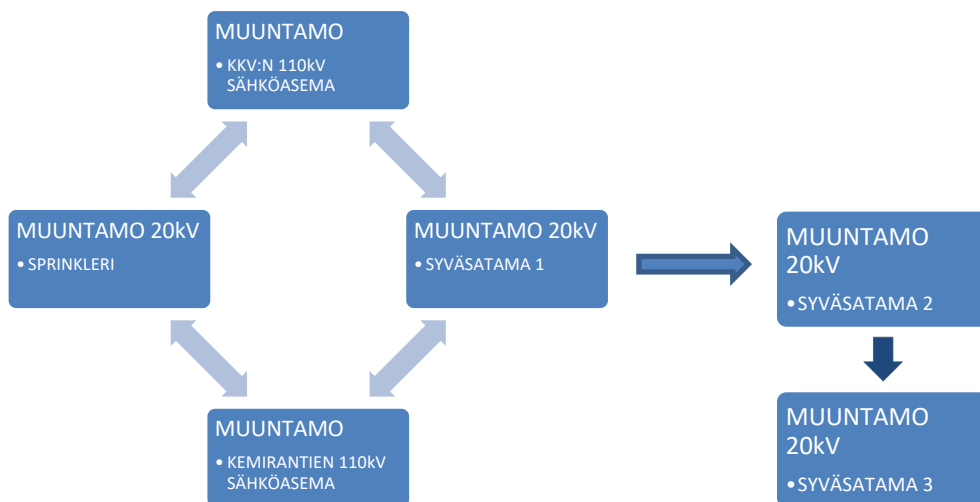


Kuva 7. Yhteiskäyttökojeisto Kokkolan Syväsataman alueella.

Hopeakiven satama-alueella puretaan ammoniakkia ja happoja kuljettavia laivoja, jonka vuoksi satama luokitellaan ATEX-alueeksi. Tämä vaikuttaa myös alueella sijaitsevan muuntamon rakenteeseen. Muuntamo onkin rakennettu rakennuksen sisälle, jolloin ATEX-luokitus täyttyy ilman kojeiston muutosta ATEX-tilaan sopivaksi.

4.2 Kehitysmahdollisuudet, verkkorakenne

Kokkolan Satama Oy:n alue on jatkuvasti kehittyvä ja sen alueella sijaitsee kansainvälisesti merkittäviä yrityksiä, jotka ovat riippuvaisia satama-alueesta. Tällöin myös sataman käyttövarmuuden tarpeellisuus kasvaa. Sataman verkkoa onkin uudelleensuunniteltu niin, että alueelle saataisiin toteutumaan kattava rengasverkko. Vuonna 2019 saatiin Hopeakiven ja osa Syväsataman muuntamoista liitettyä rengasverkkoon. Rengasverkko poistaa sähkökatkoksen riskin yksittäiselle muuntamolle, kun muuntamoita syötetään kahdesta eri suunnasta. **(Kuva 6.)**



Kuva 8. Yksinkertaistettu Syväsataman jakeluverkon kytkentäkuva.

Hyötyjä rengasverkosta on toimintavarmuuden paraneminen, katkaisijoiden lukumäärä on pieni ja katkaisijoiden huoltaminen on helppo suorittaa katkaisematta jännitettä verkon muilta osilta. Haittoina rengasverkko aiheuttaa laajentamisen haasteellisuuden, korkeammat laajennuskustannukset ja jälleenkytkentäautomaation monimutkaisuuden. Kokkolan Sataman alueella ei kuitenkaan ole sähköverkon näkökulmasta merkittävää tarvetta laajentamiselle lähitulevaisuudessa, jolloin rengasverkon rakentaminen olisi ajankohtainen. Osa Syväsataman muuntamoista on vielä rengasverkon ulkopuolella. Muuntamoiden takana on muun muassa junavaunujen tyhjennysasema.

Osa jakeluverkon komponenteista on myös alueella elinkaarensa päässä. Osa Kantasataman alueen kojeistosta on hyvin vanhaa, joiden toimintavarmuus mahdollisessa vikatilanteessa on laskenut. Osa erottimista on jumittunut ja uusien varaosien saanti on erittäin epävarmaa tai mahdotonta. Näiden verkonosien osalta muuntamoiden elinkaaren uusiminen tulee olemaan ajankohtainen lähitulevaisuudessa. Osa verkkoa parannetaan jo tulevana vuonna, kun satama-alueen viimeinen pylväsmuuntamo puretaan ja päivitetään puistomuuntamoksi. Syväsataman ja Hopeakiven sataman alueella on myös viime vuosina päivitetty jakeluverkon laitteistoa ja kokonaisia muuntamoita on lisätty tai uusittu. Elinkaaren seurantaan ja päivityksien tarpeeseen paras seuranta on huoltoreportit ja niiden yhteydessä tapahtuvat asiantuntija-arviot.

4.3 Kehitysmahdollisuudet, automaatio

Kaikkien satamien omakäyttömuuntamot ovat hyvin perustoiminnollisia. Muuntamoiden erottimet ovat kaikki käsiohjattavia ja osa hyvin vanhoja. Kytkimien ja releiden tilatietojen, mittausarvojen ja muiden mahdollisten tietojen talteenotto on lähes olematon. Merkittävä tekijä on, ettei satamalla ole omaa valvomoa, johon tilatietojen ja mittauksien kerääminen olisi mahdollista. Kuituverkon rakentaminen alueella on osittain jäänyt toteuttamatta puuttuvan valvomon vuoksi.

Kokkolan Sataman alueella on osittain käytössä jo oma langaton mobiiliverkko. Verkkoa käytetään sataman oman sisäisen automaation kommunikointiin, sataman alueen rajallisen kuituverkon korvikkeena. Sisäistä mobiiliverkkoa laajennetaan jatkuvasti ja myös muuntamoiden yhdistämistä mobiiliverkon kautta selvitetään.

Muuntamoiden yhdistäminen mobiiliverkkoon ei vaatisi suuria muutoksia. Jos muuntamot yhdistettäisiin sisäiseen mobiiliverkkoon, voitaisiin releiden mittaustiedot, parametrit ja katkaisijoiden toimintakerrat kerätä uudemmista malleista suoraan mobiiliverkon kautta. Helposti toteutettavissa olisi kerätä nykyisellään vähintäänkin tila-/asentotiedot katkaisijoilta/erottimilta, sekä mahdolliset hälytykset suoja-releiltä tai jakelumuuntajilta. Mobiiliverkolla voitaisiin toteuttaa myös puuttuva valvomo jakeluverkolle.

4.4 Kehitysmahdollisuudet, valvonta

Yli 1000 voltin huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaa valvotaan Kokkolan Sataman alueella yksinkertaisella Excel-laitelistauksella. Samaan listaukseen merkitään huoltojen toteutumiset ja tulevat huollot. Satama ei ole laajuudeltaan niin suuri, ettei seuranta onnistuisi nykyisellä järjestelyllä. Taulukointia ja huoltosuunnitelmaa täydentää käytönjohtaja, joka vastaa huoltojen toteuttamisesta sekä toimittaa päivitetty listat Kokkolan Sataman yhteyshenkilölle. Järjestelmän ongelmana on kuitenkin inhimilliset virheet ja huoltotietojen saatavuus käytönjohtajan estyessä tehtävästä, sillä nykyisin kaikki täytetään käsin kirjaamalla. Myös toteutuksen seuranta tapahtuu laitekantaa tarkkailemalla, ilman erillistä automaattista ilmoitusta huollon tarpeesta.

Kokkolan Energia seuraa oman verkon huoltosuunnitelmaa M-Files- ja Trimble-NIS-ohjelmistoilla. Tulevaisuudessa sataman yli 1000 voltin huolto-ohjelman voisi sisällyttää Kokkolan Energian omaan huolto-ohjelmaan, jolloin ilmoitukset huollon tarpeellisuudesta voisi automaattisesti ilmoittaa molemmille osapuolille haluamallaan varautumisajalla. Etuna järjestelmien yhteenliittämiseen olisi automaattinen seuranta huoltotoimenpiteiden varaamiselle ja yksi yhteinen seurantaohjelma.

Seuranta voitaisiin myös liittää osaksi Kokkolan Sataman alle 1000 voltin huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa, jolloin koko sataman sähkönjakelun kunnossapitoa voitaisiin seurata samalla järjestelmällä.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Kokkolan satama-alueen jakeluverkolle huolto- ja kunnossapito-ohjelma, joka täyttää sähköturvallisuuslain vaatimukset. Ohjelma luotiin kunnossapidon strategioita sekä toimintamenetelmiä hyödyntäen ja yhdistettiin käytännön toteutus mahdollisuuksien mukaan selväksi kokonaisuudeksi.

Lopputuloksena opinnäytetyöllä saatiin luotua pohja huolto- ja kunnossapito-ohjelmalle, joka vaatii vielä kehittämistä tietyiltä osin. Huolto-ohjelmaan voi sisällyttää lähes loputtoman määrän tarkentavaa tietoa kohteesta ja huollon toteutuksesta. Ohjelman ohjeistus- ja kehitysprosessi ei siksi tule koskaan täysin valmiiksi, vaan ohjelman sisältöä parannetaan ja tuotetaan eteenpäin jatkuvasti. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman tuottamisessa onkin hyvä tietää, milloin tulee raja ohjelman sisällön hyödyille, teorian ja käytännön välillä. Ohjelmassa voidaan kirjata kustannustehokkaita ratkaisuja aikataulutuksesta, jotka eivät välttämättä ole mahdollisia todellisessa huoltotilanteessa.

Työssä annetaan selkeä pohja lain vaatimuksille ohjelman toteutuksesta ja tarkastuksista. Myös huollon toteutuksen kannalta on kirjattu valmistajien suosittelemia toimenpiteitä, jotka käsittävät kuitenkin vain osan alueen laitevalmistajista. Valmistajien ohjeistukset kytkin-, erotin- ja relekoestuksille ovat hyvin samankaltaisia. Eroavaisuudet ohjeistuksissa johtuvat laitteiden pienistä rakenteellisista eroista, toimintaperiaatteiden pysyessä samana. Huollon toimenpiteiden selvennys on siksi hyvä pitää yksinkertaistettuna itse huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa.

Kokkolan satama-alueen laitekanta on vanhaa ja varaosien saanti on rajallista tai mahdotonta, mikä teki myös raportoinnista haastavaa. Laitteistosta löytyy rajallisesti edeltävien huoltojen raportteja ja tietoa, jonka vuoksi raportointi nykytilasta jää vajaaksi. Myös laitekantaluettelo jää vajaaksi, sillä osa laitteista on suojattu mekaanisella suojauksella, mikä estää laitteen tietojen keräämisen laitteiston ollessa jännitteellinen. Huollon tilaajan käytännöntietämyksen haittapuolena on kirjallisen ohjeistusmateriaalin toissijaiseksi jääminen, joka vaikuttaa huoltojen ja tarkastuksien yhdenmukaisuuden toteutukseen.

Opinnäytetyö on kehittänyt Kokkolan satama-alueen jakeluverkon huoltotoimintaa, luomalla kirjallisen pohjan huollon ja kunnossapidon toteutuksen tarpeellisuudesta ja sen tuomista konkreettisista hyödyistä. Ohjelma auttaa myös antamaan selvän suunnan alueen jakeluverkon kehitykselle ja sen kohteiden määrittämiselle. Opinnäytetyö on kehittänyt omaa ammatillista osaamistani, syventäen kunnossapidon teorianäytämystä, joka kohtasi käytännön kokemuksen huolto- ja kunnossapito-ohjelman toteutuksen myötä.

LÄHTEET

1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. Viitattu: 16.12.2016. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>. Valtion säädöstietopankki Finlex, ajantasainen lainsäädäntö.

ABB Oy Power Care – palvelukuvaus Vähäöljykatkaisijoiden huolto - 20 kV, 10 kV, 6 kV. Viitattu: 11.05.2015.

ABB Oy Power System 2015, Sähköasemien palvelusopimukset

Industry Services for SIMATIC PCS 7, 2015, <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:b82b7f9e-6468-4ebc-b7df-0a932887b858/version:1566307398/version-von-dfcs-t10161-00-industry-services-fuer-simatic-pcs-77.pdf>

Kokkolan Energia Oy, verkkosivut. Viitattu: 25.07.2019 <https://www.kokkolanenergia.fi/fi/yritys/historia/>

Kokkolan Sataman yli 1000 voltin käytönjohtaja Tapio Järvisen haastattelut: 18.2.2020, 5.3.2020 ja 2.4.2020.

Kunnossapito Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Jorma Järviö, Taina Lehtiö. Viitattu: 2019

Laite-esite: ABB Oy 2015 Life Cycle Management

Laite-esite: ABB Oy 2019 Life Cycle Management

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO, Eemeli Vainio: Diplomityö, Sähköasemien huolto ja kunnossapito Viitattu:19.12.2017

Life Cycle Management Update #20. ABB Low Voltage products Life Cycle Management. Viitattu: 28.06.2019 <https://library.e.abb.com/public/51922fcf98464ca2803ee9b11be7dfa4/Official%20letter%20SDC210376M0211.pdf>

Powerpoint: ABB Oy, Muuntajien elinkaaren hallinta. Viitattu: 31.3.2020.

Sähköverkko toiminnan tekniset tunnusluvut. Viitattu: 3.9.2019. <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-julkaisut>. Energiavirasto, tilastot ja tunnusluvut.

Turvaopas, Kokkolan Satama Oy. Viitattu: 01.11.2018 https://portofkokkola.fi/wp-content/uploads/2019/05/Turvaopas_suomi_2018_lokakuu2018.pdf