



Niko Korkolainen

Sähkölämmityskeskusten uusinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

19.12.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Niko Korkolainen
Otsikko: Sähkölämmityskeskusten uusinta
Sivumäärä: 28 sivua
Aika: 19.12.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat: lehtori Kai Virta
Manageri Samuli Pekkalin

Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää ja parantaa käynnin aikaisten sähkölämmityskeskusten vaihtojen menetelmiä Neste Oyj:n Porvoon jalostamolla. Työtä voidaan myös hyödyntää jalostamolla soveltaen vastaaviin sähkökeskusten uusintoihin käynnin aikana tai seisokkitöitä helpottamaan.

Työ toteutettiin sähköasennusvalvojan näkökulmasta seurattuna mahdollisimman läheltä urakoitsijaa ja työmaata. Työn aikana seurattiin päivittäin työn edistymistä ja haasteita. Työn aikana vaihdettiin seitsemän kappaletta vanhoja tyristorikeskuksia nykyaikaisiin keskuksiin.

Tyristorisäätimellä ohjattuja sähkölämmityskeskuksia käytetään Nesteellä lähinnä sulanapitolämmityksiin ja työn aikana perehdyttiin myös niiden toimintaan. Keskusten vaihtaminen käynnin aikana on iso operaatio ja vaatii huomattavia esiselvitys- ja valmistelutöitä. Sulanapitolämmityksiä ei tarvita kesäkaudella ilmaston ollessa lämmin, joten työ ajoitettiin kesäkaudelle, mutta lämmitysten joukossa oli myös muutamia ylläpitolämmityksiä, joita selvitettiin yhteistyössä suunnittelun ja tuotannon kanssa.

Insinööriyön tuloksena saatiin sekä uusia että ennestään tuttuja ongelmia tuotua esille sähkökeskusten vaihtoihin liittyen. Tulosten avulla voidaan parantaa keskusten vaihtojen suunnittelua ennen työn toteutusta.

Avainsanat: sähkölämmityskeskus, sähköasennusvalvoja, tyristorisäädin

Abstract

Author: Niko Korkolainen
Title: Replacement of Electric Heating Systems
Number of Pages: 28 pages
Date: 19 December 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Electrical Power Engineering
Supervisors: Kai Virta, Senior Lecturer
Samuli Pekkalin, Manager, Construction Management

The purpose of the engineering work was to investigate and improve the methods of replacing the electric heating centres during the plant operation at Neste Oyj's refinery in Porvoo. The work can also be applied to similar replacements of electrical control panels during plant operation or during maintenance shutdowns.

The work was carried out from an electrical supervisor's point of view, observing as closely as possible the contractor and the construction site. During the work, progress and challenges were monitored daily. During the work, seven old thyristor centres were replaced with modern ones.

Electric heating panels controlled by a thyristor controller are mainly used at Neste to prevent freezing, and during the work their operation also got familiarized with. Replacing the centres while the plants are on is a major operation and requires considerable preliminary and preparation work. The antifreeze heaters are not needed during the summer season when the climate is warm, so the work was scheduled for the summer season, but among the heaters were also some overhead heaters that were examined in cooperation with engineering and production.

New, as well as previously known problems related to the replacement of electrical switchboards were identified. As a result of this work, it is possible to improve the planning of replacements before starting the task.

Keywords: electric heating centres, electric supervisor, thyristor control

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Neste yrityksenä	2
3	Saattolämmitykset	3
3.1	Tilaluokitusten vaikutus saattolämmityksiin	3
3.2	Sähkölämmitysten ohjaus	4
3.2.1	Ympäristön lämpötilan mukaan ohjatut järjestelmät	5
3.2.2	Lämmityskohteen lämpötilan mukaan ohjatut järjestelmät	5
3.3	Tyristorisäädetty lämmityskeskus	6
3.4	Tyristorisäätimen haittapuolet	8
3.5	Solcon TPS 310 -tyristorisäädin	9
3.5.1	Nollapisteohjaus	10
3.5.2	Vaihekulmaohjaus	11
4	Keskusten uusinta	11
4.1	Valmistelutyöt	13
4.2	Kenttäkaapeloinnit	15
4.3	Keskusten vaihto	16
5	Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus	21
5.1	Käyttöönottotarkastus	21
5.2	Varmennustarkastus	23
5.3	Käyttöönottomittaukset	23
5.4	Toiminnallinen testaus	24
6	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

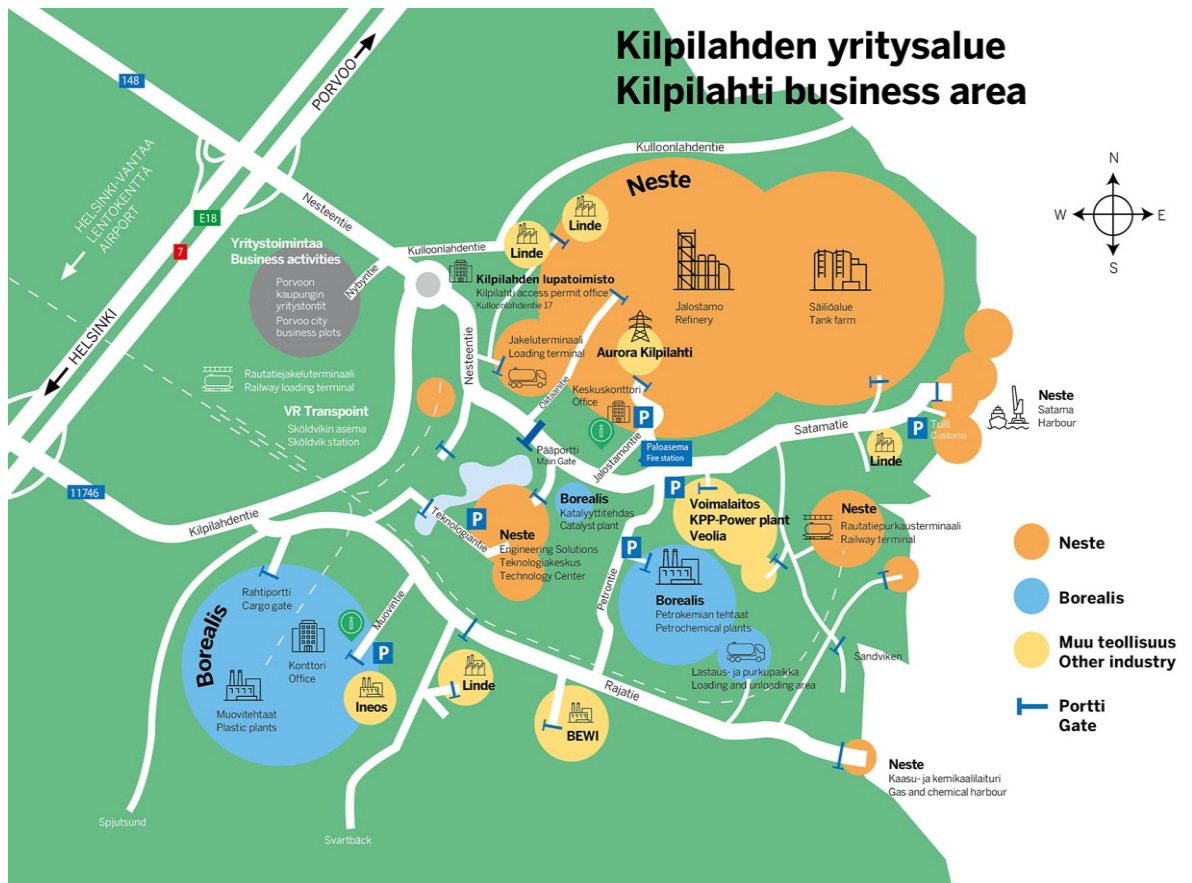
Lyhenteet ja käsitteet

Kenttäkotelo:	Kotelo sijaitsee kentällä yleensä tuotantoyksikössä, johon muuntamosta tuleva syöttökaapeli päätetään ja josta jatketaan ketjutuskaapelilla.
Ketjutuskaapeli:	Kenttäkotelon ja syöttöpisterasian tai syöttöpisterasioiden välinen kaapeli.
Syöttökaapeli:	Muuntamon ja kenttäkotelon välinen kaapeli tai vaihtoehtoisesti muuntamon ja syöttöpisterasian välinen kaapeli.
Syöttöpisterasia:	Kenttärasia, jossa sähkösaatto liittyy ketjutus- tai syöttökaapeliin.
Sähkölaitteisto:	Laitteisto, joka on rakennettu toisiinsa liittyvistä ominaisuuksiltaan yhteensopivista sähkölaitteista tiettyä tarkoitusta varten.
Sähkösaatto:	Putkien, laitteiden ja instrumenttien sähkölämmityksistä käytetty nimi. Sähkösaatolla tarkoitetaan saattolämmitystä.
Sähkösaattoryhmä:	Ryhmä muodostuu yhden vikavirtasuojakytkimen ja ylivirtasuojan taakse kytketystä kokonaisuudesta.
THD:	<i>Total Harmonic Distortion</i> , kaikki harmoniset yliaallot järjestyslukuun 40 asti.
TPS:	<i>Thyristor Power System</i> , Solconin valmistama tyristorisäädin.

1 Johdanto

Tämä insinööri työ tehdään Neste Oyj:lle tarkoituksena parantaa Porvoon jalostamon käynnin aikaisten sähkölämmityskeskusten uusintojen käytäntöjä ja edellytyksiä. Työn aikana uusitaan seitsemän kappaletta vanhoja sähkölämmityskeskuksia, jotka ovat tulleet käyttöikänsä päähän. Vanhimmat sähkölämmityskeskukset ovat 1980-luvun loppupuolelta, joten olemassa oleviin komponentteihin ei saada enää varaosia. Osassa vaihdettavista keskuksista on myös puutteellinen palosuojaus kaapelitilan ja keskuksen välissä, joten työn aikana myös parannetaan paloturvallisuutta merkittävästi. Vaihdeettavat keskuksset ovat tyristorikeskuksia, joita käytetään Porvoon jalostamolla sulanapitolämmityksissä. Työ on suunniteltu tehtäväksi kesän ja syksyn 2023 aikana. Vaihdeettavat keskuksset ovat ensimmäisen tuotantolinjan TL1 ja toisen tuotantolinjan TL2 alueella muuntamoilla M002 ja M028.

Kilpilahden teollisuusalue, jossa myös Porvoon jalostamo sijaitsee, on Pohjoismaiden merkittävin kemianteollisuuden keskittymä. Alueella toimii monia kymmeniä yrityksiä työllistäen samalla tuhansia henkilöitä. Aluetta on viime vuosina kehitetty kestävämpään ja ilmastoystävällisempään suuntaan. Kilpilahti sijaitsee Porvoossa ollen samalla lähellä Helsinkiä ja luoden hyvät kulkuyhteydet maa- ja meriteitse. Kilpilahdessa on omat jakeluterminaalit ja oma satama. Alueen kokonaispinta-ala on noin 13 neliökilometriä. [1; 2.] Kuvassa 1 on esitetty Kilpilahden teollisuusalueen kartta.



Kuva 1. Kilpilahden teollisuusalueen kartta [1].

2 Neste yrityksenä

Neste perustettiin vuonna 1948, ja sen alkuperäisenä tarkoituksena oli turvata Suomen öljyhuolto. Vuosikymmenten kuluessa Neste on kasvanut tasaisesti ollen nykyään merkittävä uusiutuvien tuotteiden jalostaja. Nesteellä on nykyään kolme jalostamaa Porvoo, Rotterdam ja Singapore. Nesteen tuotteet muodostuvat öljytuotteista, uusiutuvista tuotteista ja kiertotaloustuotteista. Nesteen tavoitteena on olla globaali suunnannäyttävä uusiutuviin ja kiertotalousratkaisuihin. Nesteen tärkeimpänä tavoitteena voidaan pitää tuotannon hiilineutraalisuustavoitetta vuoteen 2035 mennessä. [2.]

Nesteellä on menossa useita hankkeita, joilla tuetaan hiilineutraalisuustavoitetta, kuten 120 MW:n elektrolysaattorihanke, jonka tarkoituksena on tuottaa uusiutuvaa eli vihreää vetyä Porvoon jalostamolla. Tällä hankkeella tuetaan Nesteen tavoitetta saavuttaa hiilineutraalius tuotannossa vuoteen 2035 mennessä.

Porvoon jalostamo perustettiin Kilpilahteen vuonna 1965, ja siellä työskentelee noin 1000 henkilöä. Porvoon jalostamoa on laajennettu monta kertaa Nesteen kehittäessä erilaisia jalostuksen ratkaisuja ja menetelmiä. Porvoon jalostamon tämänhetkinen kokonaistuotantokapasiteetti on noin 12 miljoonaa tonnia vuodessa, joten jalostamo on yksi Euroopan tehokkaimmista ja monipuolisimmista jalostamoista. [2; 3.]

3 Saattolämmitykset

Teollisuudessa tarvitaan saattolämmityksiä useisiin erilaisiin käyttötarkoituksiin. Käytännössä ne voidaan jakaa kuitenkin kahteen kategoriaan: sulanapito- ja prosessilämmityksiin. Saattolämmityksillä tarkoitetaan erityyppisiä putkiston lämmityskaapeleita. Tässä työssä käytetään pääasiassa itsestään rajoittavia saattolämmityskaapeleita, jotka säätävät lämmitystehonsa ympäristön lämpötilan mukaisesti. [4.]

3.1 Tilaluokitusten vaikutus saattolämmityksiin

Räjähdyksivaarallinen tila on tila, jossa räjähdyskelpoista kaasuseosta on tai saattaa olla siinä määrin, että laitteiden rakenteille, asennukselle ja käytölle on asetettava erityisvaatimuksia. Euroopan alueella sovelletaan yhteisiä standardeja muun muassa räjähdysvaarallisten tilojen luokitukseen. Yhteiset standardit ovat tulleet vahvistetuiksi suomalaisiksi kansalliseksi standardiksi SFS-EN 60079-14. Räjähdyksivaaralliset tilat voidaan standardien [5] mukaan jakaa kolmeen luokkaan riippuen räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymistaajuudesta ja kestoajasta. Esimerkiksi tilaluokka 0 on kyseisten standardien mukaan tila,

jossa räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai toistuvasti. Tilaluokassa 1 räjähdyskelpoisen kaasun, höyryn tai sumun ja ilman muodostama ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalikäytössä ajoittain. Tilaluokassa 2 sen sijaan räjähdyskelpoinen seos ei todennäköisesti lainkaan esiinny normaalikäytössä tai esiintyy enintään lyhyen ajan. [5, s. 23–24.]

Luokitus määrittää laitevalinnan räjähdysvaarallisella alueella. Mitä pienempi tilaluokka, sitä paremmat suojausmenetelmät asennukselta vaaditaan. Nesteellä kaikki saattolämmitykset suunnitellaan pääsääntöisesti siten, että ne täyttävät räjähdysvaarallisten tilojen vaatimuksen luokan 1. [6].

3.2 Sähkölämmitysten ohjaus

Lämmityksiä voidaan ohjata useilla eri käyttötarkoitukseen soveltuvilla menetelmillä, kuten tässä työssä käytettävillä tyristorisäätimillä tai lämmitettävään kohteeseen asennettavilla termostaateilla tai antureilla. Tyristorilla säädetty lämmitys saa lämpötilaohjauksensa PT100-ulkoantureiden kautta.

PT100-anturit ovat hyvin tarkkoja, ja niillä pystytään mittaamaan jopa 0,5 asteen tarkkuudella lämpötila mikä tarkoittaa, että niillä voidaan säätää tarkemmin haluttu lämpötila. PT100-mittauksen toiminta perustuu vastusmittausperiaatteen, ja anturit on valmistettu platinasta. Merkintä PT100 tarkoittaa, että anturilla on 100 ohmin vastus 0 °C:n lämpötilassa. Lyhyesti voidaan todeta, että lämpötilan noustessa vastuksen arvo nousee ja vastaavasti lämpötilan laskeessa vastuksen arvo pienenee [4; 6].

Säätötoteutuksen mukaan sähkölämmitysjärjestelmät jaetaan kahteen kategoriaan, jotka ovat ympäristön mukaan ohjatut sekä lämmityskohteen lämpötilan mukaan ohjatut järjestelmät.

3.2.1 Ympäristön lämpötilan mukaan ohjatut järjestelmät

Ympäristön lämpötilan mukaan ohjattujen sähkösaattojen etuina voidaan pitää niiden yksinkertaista toteutustapaa keskuksissa ja niiden lähdoissa. Myös ohjaukskaapeleita ja lämpötilaa mittaavia antureita tarvitaan huomattavasti vähemmän kuin lämmityskohteen lämpötilan mukaan säädetyissä järjestelmissä. Tässä järjestelmässä yleensä sijoitetaan ulkolämpötilaa mittaavat anturit muuntamorakennuksen ulkoseinään, varjoisaan paikkaan. Tämä tarkoittaa, että ohjaukskaapelointi keskukselta on huomattavasti lyhyempi kuin lämmityskohteen mukaisessa järjestelmässä. Toteutustapa on hyvinkin kustannustehokas, ja lämmityspiirit voivat olla pitkiä, kun ei tarvita erillistä anturia jokaiselle saattoryhmälle erikseen.

Ympäristön lämpötilan mukaan ohjattujen järjestelmien huonoina puolina voidaan pitää niiden säätöä, sillä niiden lämpötilan säätötarkkuus on huono. Tämän vuoksi järjestelmä soveltuu lähinnä sulanapitolämmityksiin, joissa ei vaadita tarkkaa säätöä, kun taas prosessilämmityksissä vaaditaan. Ympäristön mukaan ohjattua järjestelmää voidaan käyttää tilaluokan 1 räjähdysvaarallisessa tilassa ainoastaan, jos käytetyt lämmityskaapelit ovat itserajoittavia sekä niiden pintalämpötila on tilaluokituksen mukainen tai piirit rajoitetaan lämpötilan rajoittimilla. [6.]

3.2.2 Lämmityskohteen lämpötilan mukaan ohjatut järjestelmät

Lämmitettävän kohteen mukaan toteutetussa ohjauksessa etuina voidaan pitää tarkkaa jokaisen saattolämmityksen säätöä. Jokaisesta sähkösaatosta saadaan helposti myös oma lämpötilan mittaus ja hälytys. Huonoina puolina kohteen mukaan ohjatussa järjestelmässä voidaan pitää sen korkeaa investointihintaa ja monimutkaista toteutustapaa. [6.]

Toisin kuin ympäristön lämpötilan mukaan ohjattu järjestelmä sopii lämmitettävän kohteen mukaan ohjattu järjestelmä suoraan tilaluokan 1 räjähdysvaaralliseen tilaan, kun käytetään anturiohjattua rajoitinta tai itsestään säätyvää lämmityskaapelia [5, liite F].

3.3 Tyristorisäädetty lämmityskeskus

Teollisuudessa käytetään usein tyristorisäätimiä erityyppisten kuormien ohjaukseen. Yleisimmät ohjaustavat ovat nollapiste- ja vaihekulmaohjaus. Tyristorilla säädettyä lämmitystä käytetään pääsääntöisesti sulanapitolämmityksissä sen hyvän soveltuvuuden vuoksi kyseiseen lämmitysratkaisuun. Tyristorisäätimellä ohjatut keskuksat luokitellaan ympäristön lämpötilan mukaan ohjattuihin järjestelmiin, joten tyristorisäädin syöttää tehoa ulkoilman lämpötilan mukaan sähkölämmityspiireille. Säätyyksikkö mittaa erillisiltä PT100-antureilta ulkoilman lämpötilan ja muodostaa tästä asetus- ja ulkoilmalämpötilaan verrannollisen viestin säätimelle. Ulkolämpötilan mittauksen säätö- ja valvonta-anturit tulee sijoittaa varjoisaan paikkaan muuntamorakennuksen ulkoseinälle. Kuitenkin, jos rakennuksen läheisyydessä ei ole varjoa suurinta osaa vuorokaudesta, tulee ulkoantureiden päälle sijoittaa aurinko- ja sadesuoja [6; 7].

Tyristorikeskuksessa on jokaiselle lähtevälle piirille oma johdonsuoja ja vikavirtasuojat, joita myös kutsutaan yhdistelmäautomaateiksi. Yhdistelmäautomaatit asennetaan kääntökehikkoon keskuksen oven taakse ja keskuksen oveen tehdään reiät, jotta johdonsuoja-automaatteja ja vikavirtasuojan testauspainiketta voidaan käyttää oven ollessa kiinni. Tyristorikeskukset mitoitetaan jo suunnitteluvaiheessa vastaamaan tyristorin säätökapasiteettia vastaavalla lähtömäärällä. [7.]

Tyristorikeskuksissa on mahdollista valikoida lämmityksen syötönpuoli joko tyristorisäätimen tai suorasähkön puolelta. Tämä voidaan tehdä riviliittimillä keskuksen sisäisiä johtoja vaihtamalla liittimeltä toiseen.

Hälytykset

Vikatilanteissa tulee hälytystieto erilliseen valvontajärjestelmään, tässä tapauksessa Elset-hälytyskeskukseen. Järjestelmästä voidaan lukea hälytykset etäyhdydellä. Hälytyskeskus näyttää näytöllä, mikä yhdistelmäautomaatti on lauennut, tai vastaavasti keskukseen liittyvät häiriöt. Jokaisesta keskuksesta tehdään oma hälytyspisteluetelo, joka ohjelmoidaan Elset-järjestelmään hälytyspisteittäin. Jokaisesta sähkölämmityskeskuksesta saadaan seuraavanlaiset hälytystiedot hälytyskaapin kautta valvomoon:

- tyristorisäätäjän häiriö
- syöttävän kojeiston sulakevalvonta
- johdonsuojaryhmien etukojeen sulakevalvonta
- yhdistelmäautomaatti lauennut
- lämpötilanrajoituksen toiminta
- ohjausjärjestelmän häiriö [7].

Ohjaukset

Keskuksen syöttökennon oveen on asennettuna seuraavat ohjaus- ja valvontatiedot, joilla voidaan tarkistaa keskuksen toiminta ja säätää tyristorisäädintä:

- jännitteenmittaus valintakytkimellä suorasähkö
- jännitteenmittaus valintakytkimellä tyristorisähkö
- tyristorisäätimen ohjauspaneeli
- logiikan tehonsäätö ja valvonta
- logiikan kuittauspainike
- yhteishälytyksen kuittauspainike

- häiriömerkkilamppu
- lämmityssäätimen valintakytkin
- lämmityssäätimen pakko-ohjaus
- päästöjakson merkkilamppu [7].

3.4 Tyristorisäätimen haittapuolet

Tyristorisäätimet aiheuttavat sähköverkkoon yliaaltoja, joista voi olla haittaa verkon muille laitteille. Yliaallot heikentävät sähkön laatua aiheuttaen laitteiden sammumisia, joihin ei ole osattu varautua. SFS-EN 50160 -standardin [8] mukaan jännitteen kokonaissärökerroin THD tulee olla $\leq 8\%$. THD-lyhenne tulee englannin kielen sanoista Total Harmonic Distortion, joka tarkoittaa kaikkia harmonisia yliaaltoja järjestyslukuun 40 asti [8, s. 15; 9].

Tyristorisäätimen halutaan kuitenkin toimivan Nesteen spesifikaation N-108:n mukaan nollapistekytkinperiaatteella. Spesifikaatiossa myös todetaan, että leikkaava säätötapa eli vaiheohjaus on kielletty sen aiheuttamien yliaaltojen vuoksi. Nollapistekytkinohjauksella tyristorisäädin aiheuttaa kuitenkin epäharmonisia yliaaltojännitteitä, joiden tasot ovat vielä vasta harkinnassa, ja ne tullaan lisäämään SFS-EN 50160 -standardin [8] tuleviin painoksiin [6; 8, s. 15; 9].

Ideaalisessa kolmivaiheverkossa vaihtovirtaverkko on symmetrinen eikä nollajohdossa kulje virtaa. Kuitenkin, jos symmetrisessä lineaarisessa kolmivaihekuormituksessa on hyvin epälineaarinen vaiheidenkuormitus, voi tästä aiheutua nollajohtoon kolmannessa yliaaltovirrassa huomattava vaihevirta verrattuna normaaliin vaihevirtaan. Tästä aiheutuu ylikuormenemis- ja tulipaloriski, koska normaalisti nollajohdoissa ei käytetä sulakkeita ylikuormitussuojaukseen. [9.]

Standardin SFS-EN 60079-14 [5] mukaan nollajohdin pitää erottaa erotuslaitteella räjähdysvaarallisella alueella. Kohdassa 8.3 todetaan, että jännitteinen johdin nollajohdin mukaan lukien on varustettava erotuslaitteella. Suositeltavin ratkaisu tähän on erottaa kaikki johtimet samanaikaisesti yhdellä erotuslaitteella. [5, s. 54.]

Mikäli kyseistä sähköverkkoa syöttää, kuten tässä tapauksessa Dyn-kytkennällä oleva muuntaja, ja muuntajan kuormana on kolmatta yliaaltoa aiheuttavia kuormia tästä, aiheutuu nollajohtoon summautuvista yliaaltovirroista heijastumisia myös muuntajan ensiöpuolelle, joka aiheuttaa muuntajan ylikuumentumista. Kun sähköverkossa on paljon yliaaltoja, pitäisi muuntajan kuormitusta vähentää nimellisestä 20–30 %. Yliaalloilla on vaikutusta muuntajan ikään ja häviöihin. [9.]

3.5 Solcon TPS 310 -tyristorisäädin

Tässä työssä käytettiin Solconin valmistamia tyristorisäätimiä malliltaan TPS 310. TPS-lyhenne tulee englannin kielen sanoista Thyristor Power System, joka tarkoittaa tyristorilla säädettyä järjestelmää. Säädintä voidaan käyttää kaiken tyyppisille resistiivisille ja induktiivisille kuormille. Sitä voidaan käyttää erityyppisiin lämmitysratkaisuihin. Tyristorisäätimessä on täysin ohjelmoitavissa yhdeksän suojaustoimintoa. Käytetyt tyristorit olivat teholtaan 200 kW.

Solconin TPS-tyristorisäädintä on saatavana useaa eri mallia. Tyristorisäädintä on saatavilla 8–1500 A:n virralla ja 230–1000 V:n jännitteellä. Säätimen sisäinen tyristorinsäätö voidaan valikoida joko vaihekulmaohjaukselle, nollapisteohjaukselle tai potentiometrille, joka on valittavissa lisävarusteena. [10.]

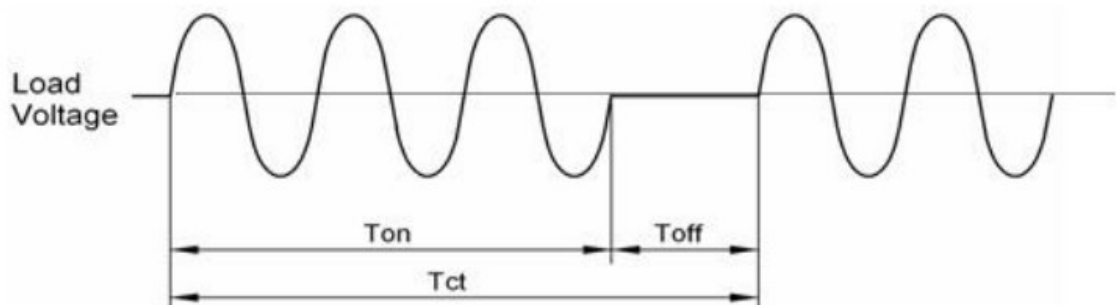
Tyristorisäätimen ulkoinen ohjaus perustuu ulkoisen säätöyksikön, tässä tapauksessa PT-100-anturin ulkolämpötilan mittaukseen muodostaen asetus- ja ulkolämpötilan eroon verrannollisen säätöviestin 4–20 mA. Tyristorisäätimeen on saatavana lisävarusteena etäohjausmahdollisuus. [10.] Alla olevassa kuvassa 2 esitellään Solconin valmistamia tyristorisäätimiä.



Kuva 2. Solconin valmistamia tyristorisäätimiä [10].

3.5.1 Nollapisteohjaus

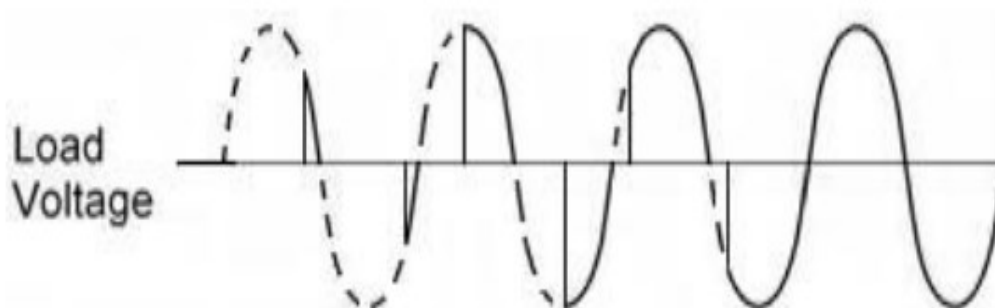
Nollapisteohjauksessa tyristorisäädin ohjelmoidaan toimimaan sykleittäin nollapistekohdastaan halutun jakson verran. Kyseisellä säätötavalla pystytään ehkäisemään sähköisiä häiriöitä. Kuvassa 3 T_{ct} kuvastaa tyristorin sytytyshetkeä halutusta jaksosta eli nollapisteestä loppuun. Tyristorisäätimen sytytyshetki voidaan säätää toimimaan 1–10 sekunnin välein ja sitä voidaan säätää 0,1 sekunnin välein. T_{on} kuvastaa aallonpurskeita eli syklejä. [10.]



Kuva 3. Nollapisteohjaus [10].

3.5.2 Vaihekulmaohjaus

Vaihekulmaohjauksessa tyristorisäätimen toiminta perustuu vaihekulmaohjaukseen, jolla hallitaan sinimuotoista aaltoa ja sen vaihekulmaa. Toiminnolla tyristorin käynnistys tapahtuu aina jokaisen puolijakson kohdalla. Toisin kuin nollapistehjauksella vaiheohjauksella saadaan aikaiseksi melko pehmeä käynnistys. Toimintoa ei kuitenkaan suositella käytettäväksi sen aiheuttamien yliaaltojen vuoksi, eivätkä myöskään Nesteen vaatimukset tätä vaihtoehtoa sallisi. [6; 9; 10]. Alla olevassa kuvassa 4 havainnollistetaan vaihekulmanohjausta ja sen leikkaavaa säätötapaa.



Kuva 4. Vaihekulmaohjaus [10].

4 Keskusten uusinta

Keskusten vaihtoon on päädytty niiden korkean käyttöiän vuoksi, koska ne eivät enää vastaa nykypäivänä sähkölaitteille asetettuja vaatimuksia. Vanhimmat sähkölämmityskeskukset ovat 1980-luvun loppupuolelta, ja ne sijaitsevat muuntamalla M002. Keskusten toimintojen luotettavuutta ei voida enää taata. Mikäli niiden komponentit hajoaisivat käynnin aikana, siitä voi seurata putkien ja impulssilinjojen sekä muiden prosessilaitteiden jäätymisiä talviaikana. Keskusten korkean iän vuoksi niihin ei saada enää varaosia.

Muuntamolla M002 on kahdessa vanhemmassa keskuksessa vanhentunut ja Nesteen uusista vaatimuksista poikkeava sähkösaattojen ryhmitys tai numerointi. Tämä ei vastaa tämän päivän vaatimuksia. Esisuunnitteluvaiheessa on kuitenkin päätetty, että sähkösaattoryhmien tunnukset halutaan pysyvän ennallaan. Tunnuksia on hankala uusita kenttäkoteloilla ja putkitunnuksissa, koska uusimiset vaatisivat huomattavia telinetöitä laajalla prosessialueella, joten tämä ei ole järkevää [11].

Muuntamolla M002 sijaitsevien lämmityskeskusten 501F-507F ja 508F-512F osalta palosuojaus on puutteellinen. Tulipalon sattuessa tämä aiheuttaa merkittävän riskin palon leviämiseksi muuntamorakennuksessa. Nykyaikaisiin keskuksiin voidaan asentaa valmiiksi palokatkokaulus kaapeliläpivienneille. Keskusten uusinnalla voidaan pienentää merkittävästi mahdollisen tulipalon leviämisen riskiä rakennuksessa. Useissa vanhoissa muuntamoissa ja kytkinlaitoksissa on asbestilevyjä, kuten myös muuntamolla M002 vanhemmissa sähkölämmityskeskuksissa. Nämä tulee poistaa ennen keskusten purkua asbestipurkutyönä.

Muuntamolla M028 tilanne on parempi palosuojauksen osalta, joka on jo ennestään toteutettu nykypäivän vaatimusten mukaisesti. Kyseisessä rakennuksessa olevat sähkölämmityskeskukset on rakennettu siten, että ne estävät palon leviämisen kaapelitilasta muuntamorakennuksen sisällä [7].

Muuntamolla M028 on sama tilanne keskusten käyttöiän ja komponenttien saatavuuden suhteen kuin muuntamolla M002. Vanhimmat keskuksat muuntamolla M028 ovat 1990-luvun alkupuolelta. Tämän vuoksi myös muuntamolla M028 sijaitsevat keskuksat vaihdetaan, kuten muuntamolla M002. Alla olevassa kuvassa 5 on vanha purettava sähkölämmityskeskus muuntamolla M002.



Kuva 5. Vanha sähkölämmityskeskus muuntamolla M002.

4.1 Valmistelutyöt

Ennen keskusten vaihtotyötä on tehtävä valmistelutöitä, jotta keskusten vaihto voidaan suorittaa käynnin aikana mahdollisimman sujuvasti eikä tuotannolle aiheudu vaihdosta haittaa. Uusittavissa sähkökeskuksissa on useita tyristorisäätimen ohitettuja kytkentöjä sähkösaatoilla, jotka on kytketty suoraan suorasähkön perään. Nämä sähkösaatot tulee kääntää väliaikaiseen keskukseseen ennen kyseisen keskuksen purkua, jonka jälkeen sähkösaattopiirien turvallisuus pitää varmistaa käyttöönottomittauksilla.

Osalla suoransähkön lämmityksistä on prosessin turvallisuuden kannalta merkittävä vaikutus. Tämän takia kyseisiä piirejä käännetään väliaikaisesti korvaavaan keskukseseen. Työn aikana löytyi myös paljon suoransähkön lämmityksiä, jotka luultavammin olivat jääneet suoransähkön perään vahingossa. Työn aikana ei selvinnyt tarkemmin, miksi kyseisiä sähkösaattopiirejä on aikanaan kytketty ohi tyristorisäätimen. Luultavasti talviaikana vanhan tyristorisäätimen säätö ei ole ollut riittävä ja on todettu linjojen olevan jäässä, joten kunnossapidon asentaja on vaihtanut lämmityspiirin suoransähkön perään.

Uusittaville keskuksille on vedettävä etukäteen uudet sisäiset ohjaus-, hälytys-, syöttö- ja maadoituskaapeloinnit, jotta keskusten vaihto jännitekatkon aikana olisi mahdollisimman sujuvaa ja yllätyksiltä välttyttäisiin. Myös vanhojen ulkoisten syöttökaapeleiden huolellinen merkkkaus takaisinkytkentää varten on yksi työn tärkeimpiä kohtia johtuen vanhoista värijärjestelmistä ja isoista kaapelimääristä. Samalla tulee tarkistetuksi vanhat kytkennät ja poistuneet saattopiirit, joista ei ole ollut dokumentaatioissa mainintoja.

Keskusten vaihdossa täytyy myös huomioida niiden rakenteiden muuttuminen, joten mahdollisia timanttiporauksia ja tukirakenteiden muuttamisia täytyy tarkastella mahdollisuuksien mukaan etukäteen. Kaikissa kohteissa ei kuitenkaan voida tutustua riittävän hyvin vanhoihin rakenteisiin ennen keskuksen purkua. Muuntamalla M002 uuden keskuksen 5400F kohdalle tulee porata uusia reikiä lattiaan keskuksen purun jälkeen ennen sen asentamista. Näin uuden keskuksen läpimenoireiät osuvat kohdalleen. Samalla tavalla myöskään muuntamalla M028 kahden ensimmäisen vaihdettavan keskuksen 5300F ja 5400F läpimenoireiät eivät osu kohdalleen, joten reikiä täytyy muokata.

Ennen purkutöihin ryhtymistä tulisi ennalta selvittää vanhojen kojeistojen ja sähkökeskusten kiinnitykset. Vanhat kojeistot ja keskuksset on usein kiinnitetty hitsaamalla, kuten tässäkin tapauksessa muuntamalla M002 vanhimmissa keskuksissa on tehty. Näin osataan varautua paremmin purkutyön määrään ja va-

rata työhön oikeita työkaluja, sillä muuntamorakennuksissa ei esimerkiksi kulmahiomakonetta saa käyttää. Työn aikana on käytettävä esimerkiksi puukosahaa hitsaussaumojen katkaisuun.

Kuvassa 6 nähdään valmistelutöiden aikana asennettuja uusia PT100-antureita muuntamorakennuksen M028 ulkoseinällä. Jokaisesta sähkölämmityskeskuksesta tulee kaksi PT100-anturia ulkoseinälle ohjaamaan tyristorisäädintä.



Kuva 6. Uudet PT100-anturit muuntamorakennuksen M028 ulkoseinällä.

4.2 Kenttäkaapeloinnit

Kenttäkotelo on kotelo, johon muuntamolta syöttävästä kesuksesta tuleva syöttökaapeli kytketään kentällä. Kotelon sijainti on normaalisti pumppukäytävällä maantasolla helposti löydettävässä paikassa, mutta niitä on myös putkisil-

loilla ja kolonneissa. Tästä kotelosta jatketaan ketjutuskaapelilla syöttöpisterasialle. Syöttöpisterasialta lähtee sähkösaatto lämmitettävälle laitteelle tai putkelle [6].

Kuitenkin muuntamolla M002 vanhemmissa keskuksissa on vanhanaikainen asennusmenetelmä, jossa muuntamolta lähtevä syöttökaapeli on viety suoraan syöttöpisterasialle. Tämä hankaloittaa huomattavasti sähkösaattojen korjauksista ja löytämistä isolta tuotantoalueelta. Syöttökaapelit on vedetty pääsääntöisesti vanhemmissa asennuksissa 2,5 mm²:n syöttökaapelilla. Tämä aiheuttaa haasteita pitkän kaapelointimatkan, jännitteenaleneman ja oikosulkuvirran riittävyyden puolesta. Pitkien kaapelointimatkojen vuoksi uusissa asennuksissa mitoitukset tehdään kenttäkotelolle vähintään 6 mm²:n kaapelilla [6].

Työssä on etsittäviä kenttäkoteloita noin 700 kappaletta ja vikavirtasuojakeskuksia 10 kappaletta. Osa etsittävistä sähkösaattoryhmistä menee kuitenkin Nesteen uusien määräysten mukaan kenttäkotelolle, jossa on useampi sähkösaattoryhmä. Kaikki muuntamolta ulos lähtevät syöttökaapelien kenttäpäät pitää paikallistaa ennen keskusten vaihtoa. Tällöin työ on sujuvaa jännitekatkon aikana ja työhön liittyvät pakolliset käyttöönottomittaukset saadaan mitattua keskusten vaihdon yhteydessä kentän päästä. Myös syöttökaapelin ensimmäisen rasian kunto tarkistetaan kentällä ja uusitaan tarvittaessa.

4.3 Keskusten vaihto

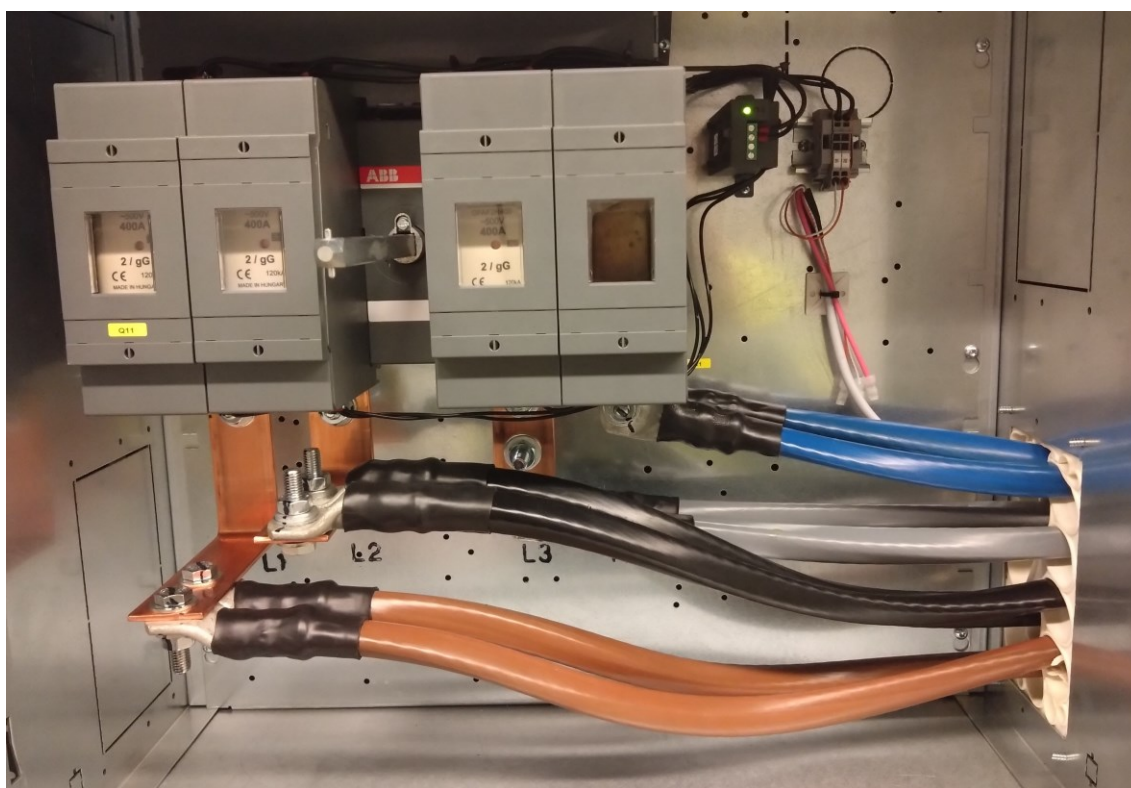
Ennen keskusten vaihtoa on muuntamoille kuljetettu etukäteen uudet sähkölämmityskeskukset odottamaan asennusta. Keskusten haalausta varten täytyy muuntamoille rakentaa väliaikaisia haalausreittejä telineistä ja vanerilevyistä. Näitä samoja haalausreittejä käytetään vanhojen keskusten kuljettamiseen ulos muuntamorakennuksesta.

Sähkölämmityskeskukset vaihdetaan määrättyssä järjestyksessä työmäärittelyn mukaisesti, jotta suoransähkön saattoryhmät saadaan käännettyä etukäteen väliaikaiseen keskukseen. Tämän jälkeen kyseinen keskus voidaan ottaa työn

alle. Ennen purkamisen aloittamista vanhoista sähkölämmityskeskuksista otetaan jännitteet pois kunnossapidon toimesta ja todetaan keskusten olevan työkuuntoisia.

Kun vanhat vaihdettavat keskuksat ovat työkuunnossa, aloitetaan keskusten vanhojen ulkoisten syöttökaapeleiden laskemiset hallitusti kaapelitilaan odottamaan asentamista takaisin uuteen keskukseseen. Vanhat sisäiset kaapeloinnit syöttökaapeleineen puretaan kokonaisuudessaan muuntamolta. Näin päästään purkamaan vanhaa keskusta. Mekaanisen purun aikana täytyy olla huolellinen, sillä tuotantolaitokset ovat käynnissä ja ympärillä on useita käytössä olevia kojeistoja ja keskuksia, joten vanhojen sähkökeskusten irrottaminen ja kuljettaminen ulos muuntamorakennuksesta on tehtävä varovaisesti.

Kuvassa 7 nähdään uusittu syöttökaapelointi ja sulakevahti M028+5500F sähkölämmityskeskukselle. Syöttökaapelointi on asennettu syöttävään keskukseseen M028+100F.



Kuva 7. Uusittu syöttökaapelointi ja sulakevahti M028+108F.A.

Keskusten purkamisen jälkeen voidaan tarkastaa uuden keskuksen alusrakenteet ja reiät kohdilleen, jos näitä ei ole etukäteen pystytty tekemään. Näiden toimenpiteiden jälkeen voidaan uusi keskus haalata paikallensa. Näin päästään aloittamaan uuden keskuksen asennukset sisäisistä kaapeloinneista.

Sisäisten kaapelointien asennusten jälkeen voidaan siirtyä asentamaan ulkoisia syöttökaapeleita, jotka on merkattu takaisin kytkettäväksi. Näissä kaapeleissa on hyvä huomioida niiden pituuden vaihtuminen, kun kaapeleita siirretään kenosta toiseen ja kytkentäpisteet ovat eri kohdissa kuin vanhoissa keskuksissa. Kaikkien kaapeleiden asennusten jälkeen keskus voidaan ottaa jännitteiseksi kunnossapidon toimesta, jotta ulkoisia syöttökaapeleita päästään käyttöönottaamaan. Kuvassa 8 on uusittu sähkölämmityskeskus 5300F paikallaan ja käyttöön otettuna.



Kuva 8. Uusi sähkölämmityskeskus M028+5300F.

Sähkökeskusten vaihdon yhteydessä tehtävät käyttöönottomittaukset kenttärasioilla ja vikavirtakeskuksilla paljastivat alla listattuja korjaustoimenpiteitä. Näistä korjausta vaativista kohdista osa pystyttiin toteuttamaan työn aikana:

- kytkentärasioissa huonokuntoisia liittimiä
- vettä kytkentärasioissa
- vääriä kylttejä
- puuttuvia sulkutulppia
- huonokuntoisia holkkitiivisteitä
- riittämätön oikosulkuvirta
- jännitteenalenema alle sallitun arvon
- eristysvastus alle 1Mohm
- PEN-kaapelointeja.

Nesteen spesifikaation N-108 [6] mukaan suurin sallittu jännitteenalenema syöttökaapelin ja syöttävän kojeiston tai keskuksen välillä on 5 %. Tämä tarkoittaa, että jos syöttävän keskuksen päästä mitataan 230 V:n jännite, saa jännite laskea syöttöpisterasialle 11 V. Isoin jännitteenalenema, joka mitattiin työn aikana, oli noin 23 %. Tämä tarkoittaa vain 177 V:n jännitettä syöttörasialla. Näin isolla jännitteenalenemalla käyttöönottomittaukset eivät onnistu mittausteknisistä syistä. Alenema johtuu vanhoista syöttökaapeleista ja niiden pienistä poikkipinta-aloista suhteessa vetopituuteen. [6.]

Toinen esille noussut huomioitava asia oli vikavirtakeskusten syöttökaapeloinnit, joista osa oli kaapeloitu TN-C-järjestelmän mukaisesti aikaisemmin. Näistä ei projektin alussa ollut tietoa. Kuitenkin standardissa SFS-EN 60079-14 [5] to-

detaan kohdassa 6.3.2, että räjähdysvaarallisessa tilassa ei sallita PEN-kaapelointeja. Jos halutaan käyttää TN-järjestelmää räjähdysvaarallisessa tilassa, sen on oltava tyypiltään TN-S, joka tarkoittaa, että nolla- ja suojajohdinta ei saa kytkeä yhteen eikä käyttää yhteistä johdinta. [5, s. 47.]

Ennestään oli tiedossa, että haasteita tulee olemaan vanhoissa ulkoisissa syöttökaapeleissa. Haasteita oli myös löytää kaikkia vanhoja syöttöpisterasioita, joista myös osa jäi työn aikana löytämättä. Näitä saattolämmityspiirejä ei luonnollisesti pystytty käyttöönottomittaamaan. Kyseiset lämmitykset jätettiin kytkettyinä ja lukittuina kunnossapidolle. Keskusten uusintojen aikana löydettiin myös muutamia syöttökaapelointeja, joiden käyttöönottomittaukset eivät täyttäneet enää nykypäivän standardeja ja vaatimuksia. Näitä jouduttiin tarkastelemaan tapauskohtaisesti. Tämä tarkoitti yleensä johdonsuojien vaihtamista pienempiin tai sulakekäyrän muuttamista. Myös työn aikana todettiin muutaman uuden vi-kavirtasuojan olevan viallinen jo uutena.

5 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus

5.1 Käyttöönottotarkastus

Jokaiselle sähköasennukselle on tehtävä tarkastus asennuksen aikana tai sen valmistuttua, ennen kuin asennus otetaan käyttöön. Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) asettaa tarkemmat vaatimukset sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta. Sähkölaitteistolla tarkoitetaan laajempaa kokonaisuutta, jolla yhteensopivia sähkölaitteita on liitetty toisiinsa haluttua käyttötarkoitusta varten [12, s. 6.; 13].

Sähköturvallisuuslain 43 §:n [13] mukaan sähkölaitteiston käyttöönoton edellytyksenä on, että käyttöönottotarkastuksessa on riittävän laajasti selvitetty, ettei asennuksista muun muassa aiheudu vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. Kyseisen lainkohdan mukaan velvollisuus suorittaa käyttöönottotarkastus koskee myös sähkölaitteiston muutos- ja laajennustöitä. Käyttöönottotarkastuksen tarkoituksena on todeta, että korjaus, muutos tai laajennus on vaatimusten mukainen, ja se ei heikennä olemassa olevien asennusten sähköturvallisuutta. [12, s. 7; 13.] Sähköturvallisuuslain [13] mukaan ensisijainen vastuu käyttöönottotarkastuksesta on rakentajalla, mutta mikäli rakentaja laiminlyö velvollisuutensa siirtyä vastuu sähkölaitteiston haltijalle.

Aistinvarainen tarkastus

Sähköasennusten aistinvarainen tarkastaminen tehdään ennen testauksia laitteiston ollessa jännitteettömänä ja asennusten valmiina sähkölaitteistossa. Aistinvaraisessa tarkastuksessa katsotaan kiinteiden sähköasennusten osana olevien sähkölaitteiden olevan turvallisuusvaatimusten mukaisia. [12, s 7.] SFS-6000 standardissa asetetaan vähimmäisvaatimuksia aistinvaraisen tarkastuksen sisällöstä. Standardin [12, s 8.] mukaan tarkastukseen kuuluu muun muassa:

- sähköiskulta suojauksen toteutetut menetelmät
- palosuojauksien toteutus
- johtimien poikki-pinta-alan tarkastus kuormitettavuuden puolesta
- kojeiden tunnusten, varoituskilpien tai piirustusten olemassaolo
- maadoitusten merkinnät ja kytkennät
- kaapeleiden kytkentöjen tarkistus.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Käyttöönottotarkastuksesta on laadittava käyttöönottotarkastuspöytäkirja sähkölaitteiston haltijalle, eli Nesteelle. Valtioneuvoston sähkölaitteistosta annetussa asetuksessa (1434/2016) määrätään käyttöönottotarkastuspöytäkirjan tarkemmista sisältövaatimuksista. Kyseisen asetuksen 4 §:n [14] mukaan tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitietojen ja urakoitsijan, eli sähkölaitteiston rakentajan, yhteystietojen lisäksi muun muassa selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, sovelletut standardit sekä tarkastusten ja testausten tulokset.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei kuitenkaan tarvitse tehdä esimerkiksi vähäiseksi katsottavista töistä, kuten korjauksista tai yksittäisten komponenttien muutostöistä [12, s. 14; 14]. Tämä täsmennyskohta ei kuitenkaan sovellu näin laajamittaiseen saneeraustyöhön, joten tarkastuspöytäkirja on laadittava käyttöönottotarkastuksen lisäksi.

5.2 Varmennustarkastus

Sähkölaitteistoille on tehtävä myös varmennustarkastus käyttöönottotarkastuksen lisäksi, jos kyseessä on luokan 1, 2, tai 3 sähkölaitteisto. Tarkastus on tehtävä myös sähkölaitteiston huomattavalle muutos- ja laajennustyölle. Sähkölaitteiston rakentajan tulisi huolehtia sähkölaitteiston varmennustarkastuksesta sähköturvallisuuslain mukaisesti. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai ei pysty huolehtimaan tarkastuksen järjestämisestä, siirtyy vastuu sähkölaitteiston haltijalle. [13.]

Varmennustarkastus on niin sanottu kolmannen osapuolen tarkastus. Tarkastuksen saa suorittaa vain valtuutettu laitos tai tarkastaja. Pääsäännön mukaan varmennustarkastus on tehtävä kolmen kuukauden kuluessa siitä, kun sähkölaitteisto on otettu käyttöön. Jos kuitenkin sähkölaitteisto sijaitsee tilaluokkien 0 tai 1 räjähdysvaarallisissa tiloissa, varmennustarkastus on tehtävä pääsäännöstä poiketen jo ennen kuin sähkölaitteisto otetaan varsinaiseen käyttöön. Mikäli sähkölaitteiston rakentajalle kuuluvaa käyttöönottotarkastusta ei ole tehty tai se on tehty muuten puutteellisesti, ei varmennustarkastusta voida suorittaa. [14; 15.]

5.3 Käyttöönottomittaukset

Kaikille uusille asennuksille ja vanhoille syöttökaapeleille tulee tehdä riittävät käyttöönottomittaukset standardin SFS 6000-6 vaatimusten mukaisesti. Käyttöönottomittaukset tulee suorittaa ennen toimintatestejä, jotta asennusten turvallisuus voidaan vahvistaa. Asennuksille tehdään vähintään seuraavat käyttöönottomittaukset ennen asennusten käyttöönottoa:

- suojajohtimen jatkuvuus
- eristysresistanssin mittaus
- oikosulkuvirran mittaus
- syötön automaattisen poiskytkennän toiminta
- maadoitusten mittaus. [12, s. 8–13.]

5.4 Toiminnallinen testaus

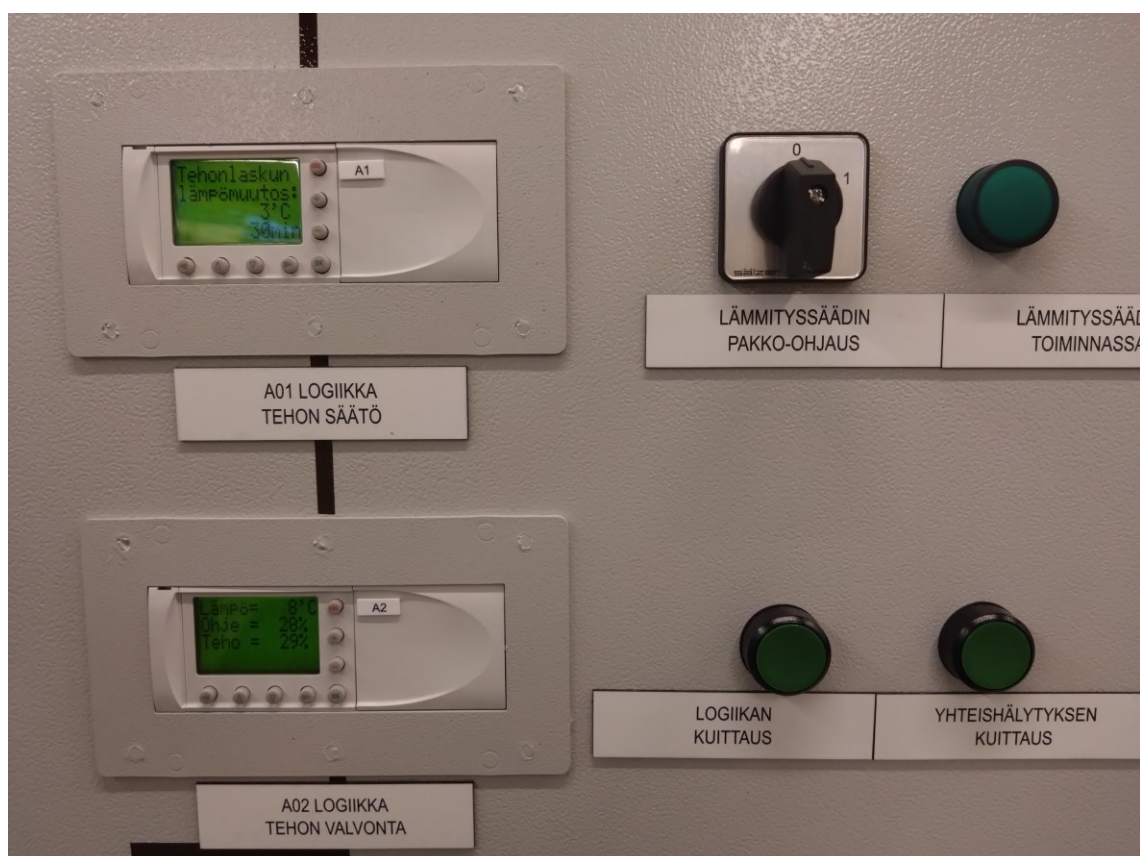
Ennen sähkökeskuksen luovutusta sähkökunnossapidolle täytyy asennukset testata riittävän laajalla tarkkuudella. Testausten perusteella saadaan varmistus, että kyseiset asennukset toimivat halutulla tavalla. Toiminnallisella testauksella ei voida pois sulkea käyttöönottomittausten tekemistä [12, s. 13–14].

Uuden sähkökeskuksen asennuksen jälkeen, kun on asennettu kaikki ohjaus- ja syöttökaapeloinnit, muuntamurakoitsijan koestaja testaa hälytyskaapeloinnit ja muut ohjauskaapeloinnit kytkentöjen varmistamiseksi. Jokainen etukojeen ja yhdistelmäautomaatin hälytyskärki täytyy testata luotettavasti Elset- järjestelmään hälytysten varmistamiseksi. Muuntamurakoitsijan koestaja testaa myös sulakevahtien toiminnan syöttävästä kojeistosta, jännitemittarit sähkökeskuksesta, PT100-anturin toiminnan ja tarkastaa asettelut tyristorisäätimestä.

Toiminnallisen testauksen aikana huomattiin puutteita, joita tulisi parantaa seuraavia keskushankintoja varten. Jos säädin laitetaan käsikäytölle 100 %:n teholla logiikka voi ohittaa käsikäytön, mikäli säätöanturin lämpötila nousee pikaisesti 3 astetta logiikkaan asetettuun hidastustoimintoon olevan ajan puitteissa. Tällöin logiikka ajaa tehot alaspäin valvonta-anturin ohjearvoon. Tämän tapahtuessa säätimen logiikka lakkaa tilapäisesti toimimasta, jolloin logiikka täytyy kuitata kuitauspainikkeella, jos tehojen haluaa pysyvän käsikäytöllä valitussa prosentiarvossa.

Tästä voi seurata talviaikaan jäätymisongelmia, kun halutaan ajaa säädintä pakkasjakson aikana manuaalisesti. Tilanteesta tekee vielä ongelmallisemman se, että tämän tapahtuessa ei valvontatietoa lähde. Kuitenkin säädin nostaa tehot automaattisesti hidastusajan jälkeiseen säätimen ohjearvoon asetetun ajan jälkeen, joka on tässä tapauksessa 30 minuuttia.

Lisäksi keskuksissa havaittiin puutteellinen kilpimerkintä, jossa lukee säätimen pakko-ohjaus nokkakytkimen kohdalla. Kyseisellä kytkimellä ei voida pakko-ohjata säädintä vaan PT100-säätöanturin vian sattuessa kytkennällä voidaan ohittaa säätöanturi. Myös säätimen toiminnan merkkivalo ”lämmityssäädin toiminnassa” palaa ilman, että säädin on asetettu toimintatilaan. Tämän todettiin johtuvan siitä, että tyristori päästää läpi jännitettä. Säätimen merkkivaloa kuorma ei riitä sammuttamaan. Tästä ei kuitenkaan ole haittaa, sillä säädin on normaali-käytössä aina käytössä ja lämmityksissä on aina vähän kuormaa. Kuvassa 9 nähdään sähkölämmityskeskuksen syöttökentän ohjauspainikkeita.



Kuva 9. Logiikan säätö- ja valvontaohjainlaite.

6 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli parantaa käynninaikaisten sähkölämmityskeskusten uusintojen toteutettavuutta. Työssä löydettiin hyvin parannettavia ja huomioitavia asioita ikääntyneiden keskusten uusintojen käytäntöihin liittyen sekä itse säätimen haluttuun toimintatapaan. Esimerkiksi keskusten vaihtojen yhteydessä huomattiin muutamia pieniä päivityksiä koskien tyristorisäädinten haluttua toiminta-aluetta sekä käsikäytön ohitusta lämpötilanmuutoksen vuoksi. Lisäksi työn aikana todettiin kilpimuutostarpeita koskien lämmityssäätimen pakko-ohjauskytkintä.

Vanhat kojeisto- ja muuntamorakennukset ovat jokainen omia tapauksiaan, joissa on omia haasteita ja puutteita eri vuosikymmenten toteutusten takia. Uusituilla sähkölämmityskeskuksilla pystytään parantamaan paloturvallisuutta sekä laitteiden ja komponenttien luotettavuutta huomattavasti. Sähkölämmityskeskusten vaihdot myös paransivat sähköturvallisuutta käyttöhenkilökunnalle nykyaikaisten määräysten mukaisten asennusten myötä.

Suomen nopeasti muuttuva ilmasto voi syyskaudella muuttua paljonkin lyhyessä ajassa, joten jatkossa vastaavanlaiset projektit tulisi aikatauluttaa alkamaan jo aikaisemmin keväällä. Projektin sisäisten haasteiden takia aloitus kuitenkin tässä tapauksessa venyi. Nyt projektissa tuli lopussa hieman kiire ehtiä vaihtamaan viimeisetkin keskuksset ennen yöpakkasia. Tästä aiheutui tuotannolle hieman haittoja, kun kaikkia kriittisiä lämmityksiä ei ollut etukäteen tunnistettu.

Projektin suurimmat haasteet löytyivät prosessipäästä, mikä olikin etukäteen jo tiedossa. Vanhoissa kenttäkoteloidissa oli jonkun verran hapettumia ja vaurioituneita liittimiä. Myös sähkösaattojen huomattava määrä ja niiden koestaminen käyttökuntoon tuotannolle tulee huomioida keskusten vaihdon aikataulutukseen paremmin. Vanhojen asennusten selvittäminen vie huomattavasti aikaa, joten näihin on syytä varautua jo projektin suunnitteluvaiheessa paremmin.

Lähteet

- 1 Kilpilahti. Verkkoaineisto. Kilpilahti. <<https://www.kilpilahti.fi/kilpilahti/>>. Luettu 1.7.2023.
- 2 Tietoa Nesteestä. Verkkoaineisto. Neste. <<https://www.neste.fi/konserni/tietoa-meista>>. Luettu 1.7.2023.
- 3 Porvoo. Verkkoaineisto. Neste. <<https://www.neste.fi/konserni/tietoa-meista/tuotanto/porvoo>>. Luettu 1.7.2023.
- 4 Teollisuuden lämmitysjärjestelmät. Verkkoaineisto. Pistesarjat. <<https://pistesarjat.fi/fi/tuotteet/teollisuuden-lammitysjarjestelmat>>. Luettu 5.7.2023.
- 5 SFS-EN 60079-14. 2016. Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 14. Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen. Suomen Standardisoimisliitto.
- 6 N-108 rev. 10. 2022. Sähköistyksen yleisspesifikaatio sähkölämmitykset. Yrityksen sisäinen aineisto. Neste Engineering Solutions Oy.
- 7 N-105 rev. 10. 2022. Sähköistyksen yleisspesifikaatio muuntamoasennukset. Yrityksen sisäinen aineisto. Neste Engineering Solutions Oy.
- 8 SFS-EN 50160:2022. Yleisestä jakeluverkosta syötetyn sähkön jänniteominaisuudet. Suomen Standardisoimisliitto.
- 9 Korpinen, Leena; Mikkola, Marko; Keikko, Tommi & Falck, Emil. Yliaalto-opus. Verkkoaineisto. Leena Korpinen. <<http://leenakorpinen.com/archive/opukset/yliaalto-opus.pdf>>. Luettu 15.7.2023.
- 10 Solcon Industries Ltd. Instruction Manual for Thyristor Power System. Verkkoaineisto. Solcon. <<https://www.klee.dk/en/products/controls-and-electronic/solcon-tps>>. Luettu 6.7.2023.

- 11 N-107 rev. 6. 2014. Sähköistyksen yleisspesifikaatio tunnusjärjestelmä. Yrityksen sisäinen aineisto. Neste Engineering Solutions Oy.
- 12 SFS 6000-6:2022. Pienjänniteasennukset. Osa 6. Tarkastukset. Suomen Standardisoimisliitto.
- 13 Sähköturvallisuuslaki. 2016. 1135/16.12.2016.
- 14 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. 2016. 1434/21.12.2016.
- 15 SFS 5825:2019. Sähkölaitteiston varmennustarkastus. Suomen Standardisoimisliitto.