



■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KARJATALOUSRAKENNUKSEN NYKYTILAN SELVITYS JA UUDISTUKSEN LAADINTA

TEKIJÄ: Arttu Honkanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Arttu Honkanen			
Työn nimi KARJATALOUSRAKENNUKSEN NYKYTILAN SELVITYS JA UUDISTUKSEN LAADINTA			
Päiväys	28.5.2015	Sivumäärä/Liitteet	37/3
Ohjaaja(t) Lehtori Heikki Laininen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Maatila Ikola			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää karjatalouteen liittyviä erityistilan vaatimuksia. Käydä yleisimpiä asioita läpi kohteeseen liittyen. Näiden avulla tullaan sitten määrittelemään kyseisen kohteen tilaa nykypäivän asetuksiin. Tavoitteena oli helpottaa ja selkeyttää asennusten määritelmiä ja lisätä uusilla laitteilla sähköturvallisuutta.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla karjatalousrakennuksen perusvaatimuksiin. Sen jälkeen kartoitettiin kohteen nykyhetken kuntoa ja asennusten vastaamista nykypäivän asetuksiin. Tilojen vaatimia sähkö kalusteita ja niiden asennus paikkoja. Työn kohteen laitteistot ja niiden kunto määriteltiin ja lisäksi seurattiin jännitteen laatua mittaamalla. Työstä suunniteltiin alustava tarvikeluettelo vanhimpien asennusten korvaamiseksi. Tähän liittyi myös uusiin asennuksiin liittyvien tarkastusten määrittäminen. Näistä tehtiin arviolaskelmat ja kohteen tiloista piirrettiin taso ja keskusaaviot selkeyttämään laitteistoa.</p> <p>Työn tulokseksi saatiin kattava perehtyminen yleisiin asennuksiin liittyen erityistiloihin. Tämän perusteella tullaan tekemään saneeraus kohteeseen, jossa poistetaan vanhat asennukset ja asennetaan uudet ja tehdään tarvittavat tarkastusmittaukset. Uusien laitteistojen suojaus takaa paremman sähköturvallisuuden tiloissa ja helpottaa tiloissa työskentelyä. Vanhojen asennusten laiminlyönnit korjataan nykypäivän tasolle ja asennuksista tulee selkeämmät ja helpommin hoidettavat.</p>			
Avainsanat saneeraus, erityistilat, varavoima, laatumittaus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Arttu Honkanen			
Title of Thesis Analysis of the Current State of a Livestock Building and Preparation for Renovation			
Date	28 May 2015	Pages/Appendices	37/3
Supervisor(s) Mr. Heikki Laininen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Maatila Ikola			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to clarify special space requirements related to stockbreeding buildings as well as to go through the most common things related to the target. With the help of this information the purpose was to define the state of the target compared to today's ordinances. The aim was to facilitate and clarify installations and increase electrical safety with new equipment.</p> <p>The thesis was started by exploring the basic requirements of a livestock building. After that the current condition of the target and how installations met modern-day ordinances were clarified as well as the required electrical fittings and their installation places. The equipment and their condition was defined and in addition voltage quality was monitored by measurements. A preliminary material list was prepared to replace older installations. This also included the definition of new installations. Cost estimates were calculated and object spaces drawn level –and center charts were made to clarify installations.</p> <p>As a result of this thesis a comprehensive familiarization with general installations related to special spaces was gained. Based on this thesis, the target will be renovated by removing the old installations and by installing new ones and finally necessary inspection measurements will done. The protection by new equipment will guarantee better electrical safety in the premises and make working in the premises easier. Faults in the old installations will be corrected to meet modern-day standards and the installations will be clearer and more easily handled.</p>			
Keywords renovation, special facilities, emergency power supply, the quality measurement			

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	6
2	MAATALOUDEN SÄHKÖASENNUKSET .....	8
2.1	Sähkön laatuvaatimuksia .....	8
2.2	Johtojärjestelmät .....	8
2.2.1	TN-S-järjestelmä .....	9
2.2.2	TN-C-järjestelmä .....	9
2.2.3	TN-C-S-järjestelmä .....	10
2.3	Valaistus .....	10
2.4	Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen .....	11
2.5	Ulkoisten tekijöiden vaikutus.....	11
3	SUOJAUKSET JA MAADOITUKSET .....	12
3.1	Suojaus sähköiskulta .....	12
3.2	Syötön automaattinen poiskytkentä .....	12
3.3	Maadoitus - ja suojajohtimet .....	13
3.4	Suojaus lämmön vaikutuksilta .....	13
3.5	Potentiaalitasaus eläintiloissa .....	14
3.5.1	Yleistä järjestelmästä .....	14
3.5.2	Potentiaalitasausjärjestelmä.....	15
4	SIIRRETTÄVÄN, PIENJÄNNITTEISEN GENERAATTORIN LIITTÄMINEN SÄHKÖLAITTEISTOON	16
4.1	Aggregaattien yleiset ominaisuudet .....	16
4.1.1	Generaattorin suojausmenetelmänä suojaerotus .....	17
4.1.2	Isommat moottorikäyttöiset aggregaatti .....	17
4.1.3	Traktorikäyttöiset aggregaatit .....	17
4.2	Aggregaatin liittäminen sähkölaitteistoon .....	18
5	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET.....	19
5.1	Testaukset.....	19
5.2	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus .....	20
5.3	Eristysvastusmittaus.....	20
5.4	Syötön automaattinen poiskytkennän toiminta .....	21
5.5	Napaisuus .....	21
5.6	Kiertosuunnan tarkastus.....	21

6	KARJATALOUSRAKENNUKSEN NYKYTILAN MÄÄRITTÄMINEN .....	23
6.1	Sähkön laatu .....	23
6.2	Johtojärjestelmät .....	24
6.3	Ryhmien määrittäminen .....	25
6.4	Ryhmäkeskukset.....	25
6.5	Asennukset.....	27
6.6	Valaistus .....	28
7	KARJATALOUSRAKENNUKSEN SÄHKÖKUVIEN PIIRTÄMINEN .....	29
7.1	Tasokuva.....	29
7.2	Keskuskaaviot.....	29
8	KARJATALOUSRAKENNUKSEN SÄHKÖNLAATUMITTAUS .....	30
8.1	Mittauskalusto .....	30
8.2	Mittau tulosten analysointi .....	30
8.3	Muutostyön vaikutus sähkönlaatuun.....	31
9	ASENNUSTEN UUSINTA .....	33
9.1	Uudistuksen tarve .....	33
9.2	Mahdolliset tarvikkeet .....	33
10	YHTEENVETO JA LOPPUTULOKSET .....	34
	LÄHTEET .....	35
	LIITTEET .....	36
	LIITE 1: TASOKUVA.....	36
	LIITE 2: RYHMÄKESKUSKAAVIOT.....	36

## ESIPUHE

Opinnäytetyön tekeminen oli minulle mielenkiintoinen ja opettavainen kokemus. Opiskelussa ei ole perehdytty kovin syvällisesti karjalousrakennusten sähköasennuksiin. Opinnäytetyöni teoriaosassa koen perehtyneeni maatalousrakennusten sähkötekniisiin ratkaisuihin monipuolisesti ja syvällisesti. Vaikka käytännön osuus jäikin kohtuullisen niukaksi, oli sen antama oppi hyvä. Opinnäytetyö haastoi perehtymään syvällisemmin maatalouden rakennusten sähkötekniisiin ratkaisuihin. Käytännössä toteutetut karjalousrakennuksen tarkastukset ja mittaukset oli kokemuksena mukava ja opettava.

Kiitos ohjaavalle opettajalleni yliopettaja Heikki Laininen opinnäytetyön ohjauksesta.

## 1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on käydä läpi karjatalousrakennuksen sähköasennus vaatimuksia lehmillä. Työssä esitetään sähköasennusten perusteita ja navettoihin liittyviä poikkeusasennusmääräyksiä. Eläintiloissa olevien sähkökalusteiden kalusteiden eri laisia vaatimuksia ulkoisiin tekijöihin liittyen.

Työssä perehdytään alustavasti perusvaatimukseen sähköasennuksissa ja sen jälkeen vaadittaviin dokumentointiasiakirjoihin. Tarkoituksena on nykyisen tilanteen määrittäminen, koska näitä ei kohteeseen ole aikaisemmin dokumentoitu.

Lisäksi tavoitteena on määrittää uusien asennusten tarpeellisuus ja niiden laajuus. Tarpeena tulee olemaan etenkin vanhimpien asennusten uusiminen. Uudet tarvikkeet tulee valita nykypäivien määrittysten mukaisesti.

Työn tilaajana on Maatila Ikola, joka on yksityisyritys ja toimii Suomen maidon tuottajana. Työssä on kohteeseen liittyviä dokumentteja ja määritellään nykyistä tilaa ja sen kuntoon liittyviä asioita.

## 2 MAATALOUDEN SÄHKÖASENNUKSET

### 2.1 Sähkön laatuvaatimuksia

Jännitteen suuruus luetellaan pienjänniteverkkoon, jossa pääjännite on 400 V kahden vaihejohtimen väliltä mitattuna. Maajohtimen ja vaihejohtimen väliltä mitattuna kyseinen arvo on 230 V. Pienjännitteellä tarkoitetaan alle 1 500 V:n tasajännitejännitejärjestelmää tai alle 1 000 V:n vaihtojännitejärjestelmää. (IEC 60449.)

SFS-EN 50160 -standardin mukaan laatuksiteerit tulee täytyä kuluttajan liittymiskohdassa normaaleissa käyttöolosuhteissa. Kuitenkin standardissa mainitaan, että rajat tai arvot jotka on määritelty, oletetaan täyttyvän liittymispisteessä kuluttajalla. Jännitteeseen vaikuttavat tekijöitä on syttävän verkon rakenne sekä verkot rakennusten sisällä ja laitteet, jotka ovat niihin kytkettyjä. (SFS-EN 50160.)

SFS-EN 50160 -standardi määrittää sen, että jännitteen on pysyttävä (TAULUKON 1 mukaisesti) 95-prosenttisesti 207 ja 253 V:n välillä viikon ajan 10min keskiarvoista mitattuna, joka on standardin asettamat jännitevaatimukset täyttyvät. Tähän ei lueta mukaan keskeytyksiä, koska niitä käsitellään jakeluverkkoyhtiöiden varkkopalveluehdoissa.

TAULUKKO 1. Jännitteen laatuksiteerit standardin SFS-EN 50160 mukaan (SFS-EN 50160.)

Standardilaatu	95 % välillä $\pm U_n$ 10 %
Mittaus	10 min jaksoina viikon ajan
Hyvä laatu	$U_n \pm 4$ % ja keskiarvo $U_n \pm 2,5$ %
Normaalilaatu	$U_n \pm 10$ %

### 2.2 Johtojärjestelmät

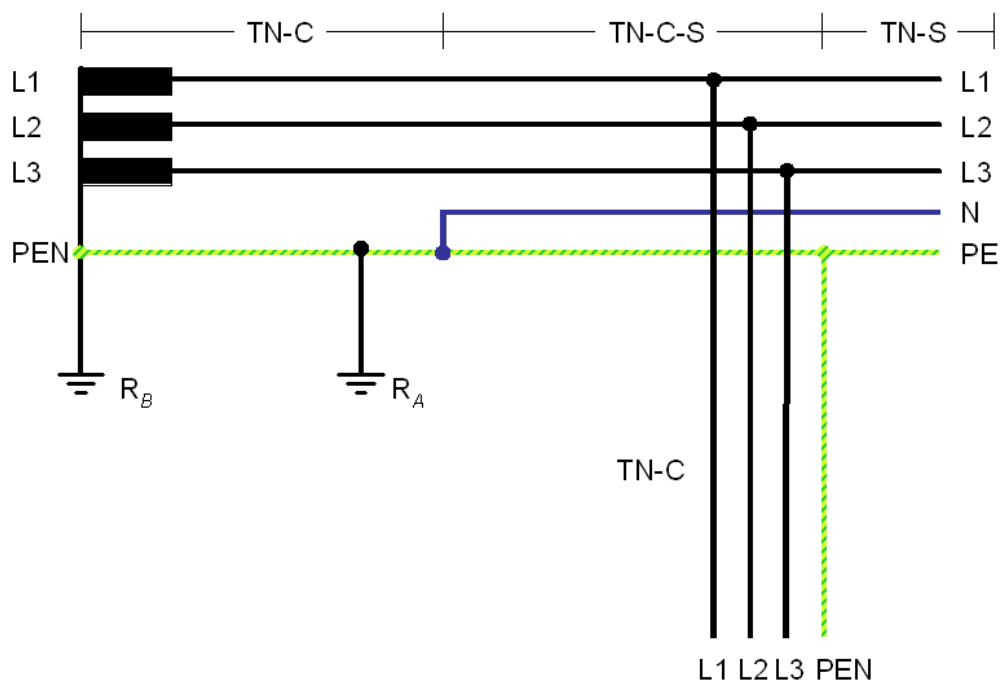
Yleisimmät käytetyt järjestelmät ovat TN-järjestelmät, jotka koostuvat niin, että yksi piste on suoraan maadoitettu ja sähkölaitteistojen ja -laitteiden jännitteelle alttiit osat yhdistyvät tähän pisteeseen suojajohtimen välityksellä. Maadoitettu piste on tavallisesti kolmivaihejärjestelmän tähtipiste. TN- järjestelmiin kuuluvat TN-C- ja TN-S-järjestelmät sekä näiden yhdistelmä, joka on TN-C-S-järjestelmä. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 61.)



## 2.2.1 TN-S-järjestelmä

TN-S-järjestelmässä on käytössä erillinen nollajohdin ja suojajohdin koko järjestelmässä. TN-S järjestelmän nollajohdinta käytetään yleisesti rakennusten sähköasennuksissa, mutta esimerkiksi moottorikäyttöisessä teollisuudessa ja muissa symmetrisissä ja yliaallottomissa kuormissa, joissa nollajohdin on usein tarpeeton, sitä ei käytetä. Kuvassa 1 on esitetty nollajohtimen kanssa oleva TN-S-järjestelmä. (D1-2012 Käsikirja Rakennusten Sähköasennuksista. 2012, 61)

Tavallisesti kolmivaihejärjestelmässä on neljä (3L+PE) tai viisi (3L+N+PE) johdinta. Yksivaihejärjestelmä sisältää tavallisesti kolme (L+N+PE) johdinta. Luokan 0- ja II laitteissa ei suojajohdinta kuitenkaan ole laitteiden liitännäjohtimissa eikä sitä syöttävissä ryhmäjohtimissa, mikäli voidaan varmistua, ettei I suojausluokan laitetta asenneta myöhemmin virtapiiriin. Yleensä II suojausluokan laitteita syöttävässä virtapiirissä kuitenkin täytyy olla suojajohdin, joka mahdollistaa IIluokan suojalaitteen vaihtamisen I luokan suojalaitteeseen. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 61.)



KUVA 1. TN-järjestelmän kytkennät (Mikrocontroller)

## 2.2.2 TN-C-järjestelmä

TN-C-järjestelmässä suoja- ja nollajohtimena toimii sama johdin (PEN) koko järjestelmässä. TN-C-järjestelmää ei kuitenkaan voida käyttää vain, kun käytössä on vähintään poikkipinaltaan 16 mm<sup>2</sup> alumiini tai 10 mm<sup>2</sup> johtimia (ks. Standardisarjan SFS 6000 luku 543). Uudiskohteissa ei voida käyttää PEN-johdinta liittymiskohdan jälkeen. (SFS-KÄSIKIRJA 600-1 SÄHKÖASENNUKSET. OSA 1: SFS 6000 PIENJÄNNITEASENNUKSET 2012, luku 444.)

TN-C-järjestelmä kolmivaihejärjestelmässä käytettynä, jolloin se sisältää neljä (3L+PEN) johdinta. Yksivaiheinen järjestelmä poikkeaa lähinnä poikkipintavaatimuksien vuoksi.

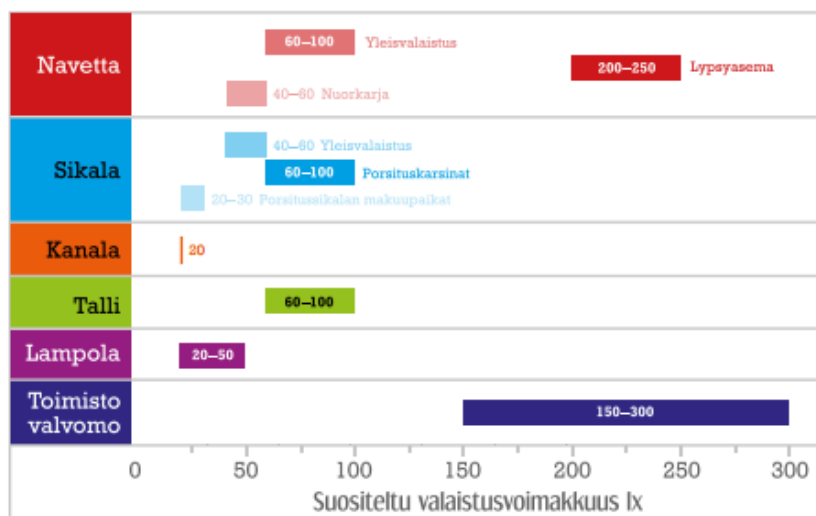
Vanhoissa taloissa ja järjestelmissä on ennen käytetty yleisesti nolajohtinta ryhmäjohtojen kanssa ilman poikkipinta-alavaatimuksia. Järjestelmän kannalta on huomattava, että nämä asennukset ovat maadoituksen TN-C-järjestelmän mukaisia (tai TN-C-S-järjestelmän). Aiemmin nolajohtimeksi on nimitetty PEN-johdin ja sitä ei ole erotettu nolajohtimesta merkinnöin. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 62.)

### 2.2.3 TN-C-S-järjestelmä

TN-C-S-järjestelmä sisältää sekä TN-S- että TN-C-järjestelmän. Sekaisin kytketyssä järjestelmässä TN-C-järjestelmä on aina lähempänä syöttävää verkkoa ja tämän jälkeen TN-S-järjestelmä, koska erotettua nolla- ja suojajohtinta ei saa kytkeä enää uudelleen PEN-johtimeksi niiden erotuksen jälkeen (kuva 1). (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 62.)

## 2.3 Valaistus

Vähimmäistarpeen vaatimukset karjasuojissa tulisi olla, että päivisin pystytään toimimaan luonnonvalolla ja turvallisuussyistäkin, koska hoitajien on pystyttävä toimimaan pelkän luonnonvalon varassa, vaikka tulisi sähkökatkoksia. Maa- ja metsätalousministeriön suosituksia navetan valaistukseen on kuvassa 2 esitetty.



KUVA 2. Maa- ja metsätalousministeriön valaistusvoimakkuus suositukset

Voimakkuudet (kuva 2) ovat suositeltuja vähimmäismääriä, joten valaistusta tulee olla tarpeen mukaan riittävästi. Valaistuksissa kuluu kuitenkin vuodessa paljon energiaa, minkä takia luonnon valon hyödyntäminen on hyvin oleellinen asia, maa- ja metsätalousministeriö onkin antanut suosituksia eri ilmansuuntiin kohdistuvista ikkunoista ja niihin omat valon määrän kertoimet suunnan suhteen, etelä: 1,5, itä ja länsi: 1 ja pohjoinen: 0,4. (Maatalousrakennusten valaistus, Energia Akatemia. 2011.)

## 2.4 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen

Yleisesti Standardin SFS 6000 kohdan 705.512 mukaan sähkölaitteiden tulee täyttää vähintään IP44-kotelointiluokan vaatimukset. Myös IP-34 luokan roiskeveden pitäviä läpällisiä pistorasioita ja pisara kolmiolla merkittyjä voidaan käyttää, koska käytännössä tällaiset pistorasiat täyttävät myös IP44-vaatimukset, niin voidaan niitä käyttää 705 mukaisissa asennuksissa.

Mikäli maataloudenrakennuksissa on paloriski ja palavaa materiaalia voi kertyä riskiksi, tulisi käyttää valaisimia, joiden pintalämpötiloilta on rajoitettu. Vaadittu kotelointiluokka tulisi olla vähintään IP-54. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 411)

## 2.5 Ulkoisten tekijöiden vaikutus

Suurempaa kotelointiluokkaa voidaan tarvita myös ulkoisten vaikutusten puolesta, joita voi olla esim. mahdollisten painepesurien käyttö. Painevesisuihkuja varten IP44 ei ole riittävä suojaus paine-vesisuihkulle.

Vesisuojauksen lisäksi sähköasennusten ja sähkölaitteiden tulee olla riittävän kestäviä korroosiota vastaan. Eläinsuojissa on erityisesti varauduttava laitteiden altistuminen ammoniakkihöyryjen mahdolliselle vaikutukselle. Tämän takia laitteiden ja tarvikkeiden tulisi olla eristysainekuorisia, joka on suositumpaa kuin metallikuoristen käyttö, mutta on samalla lujuudeltaan mekaanisesti kestävä rasitusta ankarien olosuhteiden lisäksi. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 411)

### 3 SUOJAUKSET JA MAADOITUKSET

#### 3.1 Suojaus sähköiskulta

Suojausmenetelmän pitää koostua yhdistelmästä, joka on perussuojaus ja erillinen vikavirtasuojaus tai järjestelmä, jonka johdosta saadaan aikaan sekä perussuojaus että vikavirtasuojaus. SFS-EN 61140 kohta 5.3 määrittelee suojausmenetelmän 2. Perussuojaus voidaan toteuttaa koteloinnin avulla, jolloin jännitteelliseen osaan koskettaminen estetään. Lisäksi jännitteelliset osat voidaan eristää koteloinnin lisäksi, jolla saadaan aikaan muodostettua täydellisin suojaus. Suuremmissa tiloissa suojauksena voidaan käyttää myös erinlaisia esteitä, jotta jännitteellisten osien lähelle ei pääse.

Maatalouden sähköasennuksissa tulee kuitenkin ottaa huomioon eri määräyksiä:

- SFS 6000-4-41 liitteessä 41B määriteltyjen suojausmenetelmien (perussuojaus käyttämällä esteitä tai sijoittamalla kosketusetäisyyden ulkopuolelle) käyttö ei ole sallittu. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 109)
- SFS 6000-4-41 liitteessä 41C määriteltyjen suojausmenetelmien (eristävä ympäristö, maadoittamaton paikallinen potentiaalitasaus ja sähköinen erotus syöttämään useampaa kuin yhtä kuluuslaitetta) käyttö ei ole sallittua. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 108)

#### 3.2 Syötön automaattinen poiskytkentä

Automaattinen syötön poiskytkentä suojausmenetelmänä on:

- Perussuojaus on toteutettu jännitteisten osien suojuksilla tai koteloinnilla tai peruseristyksellä liitteen 41A mukaan, jossa määritetään jännitteellisten osien peruseristys, suojaukset ja koteloinnit perusvaatimusten mukaan.
- Vikavirtasuojas on toteutettu jännitteisten osien syötön automaattisella poiskytkennällä ja potentiaalitasauksella kohtien 411.3...411.6 mukaisesti. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 91.)

Lisäkohtana perusvaatimukseen poiskytkentälaitteena piireissä maadoitustavasta riippumatta tulee käyttää

- korkeintaan 30 mA mitoitusvirraltaan olevaa vikavirtasuojaa, korkeintaan 32A pistorasiaa syöttävälle ryhmäjohdolle
- korkeintaan 100 mA vikavirtasuojaa yli 32 A pistorasiaa syöttävälle ryhmäjohdolle
- muilla korkeintaan 300 mA vikavirtasuojaus ryhmäjohtoilla

Kun syöttävänä järjestelmänä toimii TN-järjestelmä, on asennuksissa käytettävä erillistä suoja- ja nollajohdinta liittymispisteestä lähtien. Tämä vaatimus koskee myös muita tiloja ja asuntoja, jotka kuuluvat tiloihin maa -tai puutarhataloudessa 705.3.2 kohdan mukaisesti. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 409)

### 3.3 Maadoitus - ja suojajohtimet

Maadoitus ja potentiaalitasaukset ovat tärkeässä osassa sähkölaitteistoa. Sähköturvallisuuden kannalta ensisijaisena tarkoituksena maadoituksella on rajoittaa kosketusjännitteitä ja askeljännitteitä viansattuessa. Maadoituksiin liittyy rakennuksissa maadoituselektronin lisäksi potentiaalitasaus järjestelmä.

Maadoituksen tarkoituksena on myös sähköturvallisuuden kannalta:

- estää vaarallisen jännitteen siirtyminen järjestelmästä toiseen
- estää vaarallisten kipinöiden, valokaarien ja vuotovirtojen syntyminen

(D1-2012 KÄSIKIRJA RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSISTA. 2012, 270)

Maadoitusjohdin on liitetty määrättyssä pisteessä rakennusta sijoitettuun maadoituskiskoon tai liittimeen ja tällä yhdistetään maadoituselektrodi tai maadoituselektrodiverkkoon. Maadoitus johtimessa vikatilanteessa kulkee yleensä hyvin pieni virta riippuen maadoitusresistanssin koosta riippuen. Suojajohdin taas on maadoitus kiskolta rakennuksen suuntaa ja se toimii vikatilanteen sattuessa johtoen vikavirran maihin. Jokaisessa asennus johtimessa on niin sanottu suojajohdin PEN, joka on keltavihreä ja sitä ei saa missään tapauksessa käyttää muuta kuin suojajohtimena. (D1-2012 KÄSIKIRJA RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSISTA. 2012, 272)

Maataloudessa lisäpotentiaalisojajohtimet on suojattava korroosiolta ja mekaaniselta vahingoittumiselta, ja valinta on tehtävä niin, että vältettäisiin elektrolyyttisiä ilmiöitä.

Seuraavia materiaaleja voidaan käyttää esimerkiksi:

- poikkipinnaltaan vähintään 4mm<sup>2</sup> kuparijohdinta
- kuumasinkitty puoreä teräs, jonka halkaisia on vähintään 8mm
- kuumasinkitty teräsnauha, jonka mitat ovat vähintään 30mm x 3mm

Lisäksi muitakin sopivia materiaaleja voidaan käyttää. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 413)

### 3.4 Suojaus lämmön vaikutuksilta

Yleisvaatimuksena kotieläimet, ihmiset ja omaisuus on suojattava sähkölaitteiden lämpösäteilyltä tai lämpenemisen aiheuttamalta vaurioisimelta ja vahingoilta ottaen huomioon laitevalmistajan ohjeet ja standardin vaatimukset. Sähkölaite ei saa aiheuttaa lämmöllään vahinkoa tai vaaraa läheisessä ympäristössä oleville materiaaleille tai kiinteille materiaaleille, jotka voivat olla lähellä lämmintä sähkölaitetta. Sähkölaitteet eivät saa aiheuttaa läheisille materiaaleille tulipalon vaaraa.

Standardin SFS 6000-4-42 määritellään yleiset suojaus keinot ja lisäksi karjankasvatuksessa käytettävien lämmityslaitteiden on täytettävä standardin EN 60335-2-71 vaatimukset ja asennettava ne kiinteästi sopivaan paikkaan, jossa vältetään:

- palovammojen riskin aiheutuminen karjalle ja
- tulipalonvaara palavien aineiden syttymisestä johtuen

Säteilylämmittimet tulee asentaa vähintään 0,5 m etäisyyteen eläinten ulottuma-alueesta ja palavista materiaaleista, ellei lämmittimen valmistajan käyttöohjeissa ole määriteltyä etäisyyttä vieläkin suuremmaksi.

Palosuojauksessa on käytettävä vikavirtasuojaa, jonka toimintavirta on mitoitettu enintään 300 mA. Vikavirtasuojaan on kytkettävä kaikki jännitteiset johtimet. Mikäli tarvitaan parannettua käytön jatkuvuutta, muiden kuin pistorasioita suojaavien vikavirtasuojien tulee olla aikahidastettuja tai S-tyyppiä.

Palovaarallisissa tiloissa pienoisjännite syötetyt piirit on suojattava suojuksella peruseristyksen aikaansaavalla kotelolla tai suojaluokan IP4X mukaisen suojauksen aikaansaavalla koteloinnilla tai eristemateriaalin lisäksi. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 410)

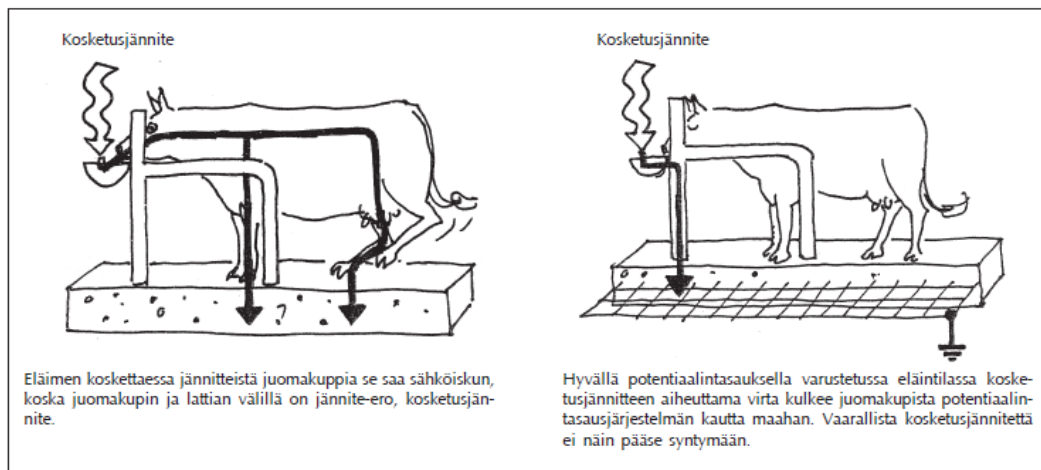
### 3.5 Potentiaalitasaus eläintiloissa

#### 3.5.1 Yleistä järjestelmästä

Potentiaalitasauksen tarkoituksena on pienentää jännitettä, joka vaikuttaa eläimen kohoon sen koskettaessa samanaikaisesti kahta eri jännitteellistä osaa samanaikaisesti. Kuvassa 3 nähdään kuinka kosketusjännite vaikuttaa kosketettaessa lehmän turvan ja jalkojen välillä. Jännite-erot voivat joutua viallistenlaitteiden aiheuttamasta vuotovirtasta tai normaaleista sähkölaitteiden vuotovirroista. Lisäksi jännite-eroja voi syntyä syöttävän sähköverkon vioista, sekä ukkosen aiheuttamista ylijännitteistä.

Eläintiloissa ei yleensä voida estää eläimiä koskemasta rakenneosia, jotka voivat olla johtavassa yhteydessä sähkölaitteisiin. Rakenneosia joihin eläimet voivat koskea avatmm. metalliset rakennusmateriaalin, lannanpoisto-, juotto-, ja lypsyjärjestelmät sekä parret.

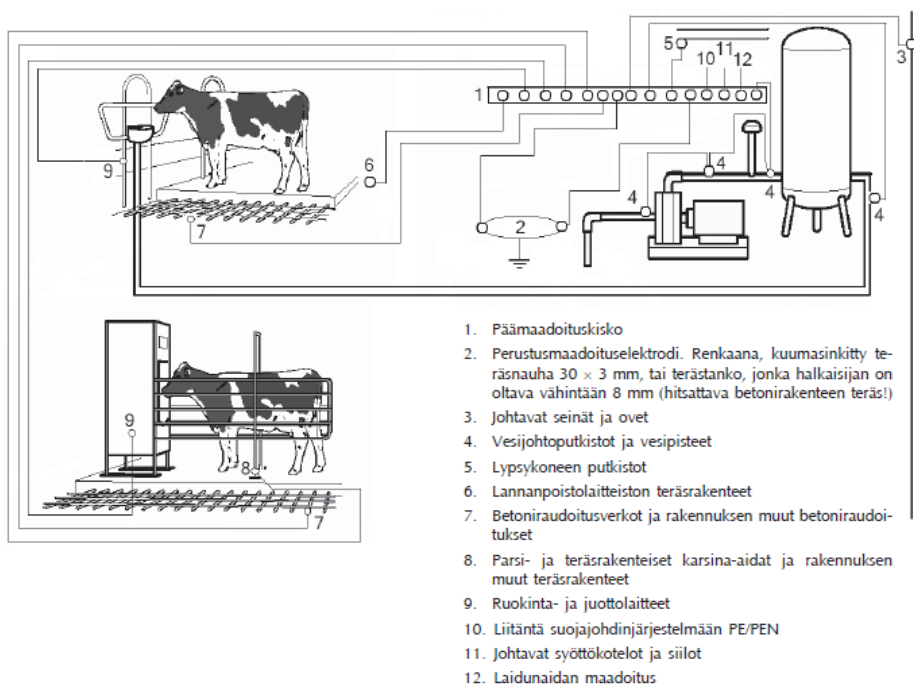
Tämän takia nämä rakenneosat on suojattu sellaisella menetelmällä, joka estää kosketustilanteessa eläimelle aiheutuvan vaarallisen jännitteen syntymisen. Sallittuna kosketusjännitteen ylärajana pidetään 25 voltia pitkäaikaisessa tilanteessa. Eläimet ovat herkempiä kosketusjännitteisiin kuin ihmiset. Kosketusjännitteet pieninäkin voivat vaikuttaa eläimen mm. tuottavuuteen. Jännite eron ei tarvitse olla kuin 0,5 V juomakupin ja lattian välillä, jolloin eläin reagoi juomalla haluttomasti. Jos jännite ero on 3 V lehmän tuotos vähenee 20-30 % ja kosketusjännitteen ollessa vain 8 V se vaikuttaa niin, että lehmä ei juo eikä lypsä. (ST 51.77. 2015. Potentiaalitasaus Eläintiloissa. Espoo: Sähköinfo Oy.)



KUVA 3. Eläimeen vaikuttava kosketusjännite. (ST 51.77. 2015. Potentiaalitasaus Eläintiloissa. Espoo: Sähköinfo Oy.)

### 3.5.2 Potentiaalitasausjärjestelmä

Potentiaalijärjestelmän tarkoitus on yhdistää kaikki elainten kosketeltavissa olevat sähköä johtavat osat luotettavasti toisiinsa. Näitä osia ovat parsi- karsina- ja lattia rakenteet, myös lypsykoneiden johtavat putkistot, lehmien juomakupit putkineen ja lannanpoistojärjestelmät jne. Tämä galvaanisesti yhtenäinen järjestelmä tulee yhdistämään eläinsujan potentiaalitasaukiskostoon maadoitusjohtimilla joka yhdistyy siitä edeten ryhmäkeskukseen asti. Tämän tarkoitus on estää vikatapausten ja vuotovirtojen aiheuttamien jännite-erojen nouseminen eläimille vaarallisiin, yli 25 V:n arvoihin eikä haitallisia kosketusjännitteitä voi esiintyä myös pienempinäkin tuotannolle haitallisina arvoina. (ST 51.77. 2015. Potentiaalitasaus Eläintiloissa. Espoo: Sähköinfo Oy.)



KUVA 4. Eläinsuojan potentiaalitasauksen periaate (ST 51.77. 2015. Potentiaalitasaus Eläintiloissa. Espoo: Sähköinfo Oy.)

## 4 SIIRRETTÄVÄN, PIENJÄNNITTEISEN GENERAATTORIN LIITTÄMINEN SÄHKÖLAITTEISTOON

Tässä kohtaan keskitytään maataloudessa sähkökatkojen aikaan käytettävien generaattorien yleisiin ominaisuuksiin. Generaattoria karjatalouksissa voi saada käyttövoimansa traktorin voimauulosotosta.

### 4.1 Aggregaattien yleiset ominaisuudet

Aggregaattien käyttötarkoituksena on toimia:

- yleisen jakeluverkon ulkopuolella oleville tilapäis, siirrettäville tai kiinteille asennuksille tejonlähteenä
- yleiseen jakeluverkkoon liitetyille laitteille tai sähköasennuksille varavoimana sähkökatkon aikana, joka käynnistetään käsin ja ei käy rinnan jakeluverkon kanssa.

Moottorigeneraattorien rakenteita on käsitelty standardissa SFS-EN 60034 -22. Nämä perustuvat standardisarjoihin IEC 60034 ja ISO8528. Ne sisältävät perusvaatimukset, testausohjeita ja raja-arvoja sekä generaattorille että voimakoneelle. ( ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaiteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.)

Aggregaatit on mahdollista jakaa ominaisuuksien perusteella erilaisiin luokkiin:

- traktori- tai moottorikäyttöiset
- käytössä olevien vaihdelu, 3- tai 1-vaiheiset
- ulko- tai sisäkäyttöön tarkoitettu
- diesel- tai bensiinimoottorikäyttöiset
- käytössä olevat järjestelmät ja suojalaitteet
- asynkroniset (epätahtil) ja synkroniset (tahti)generaattorit

Nykyiset säädökset koskien koneturvallisuutta eivät anna aggregaatin valmistajille lupaa käyttää niitä erilaisten laitteiden syöttöön. Esimerkiksi television käyttäminen aggregaatin syöttöomassa verkossa on sallittua vain jos television valmistajan käyttöohjeissa on näin mainittu. Syötettäessä kiinteätä sähkölaiteistoa siihen joudutaan lähes aina tekemään muutoksia. Muutostentarkoitus on:

- varmistaa kiinteän asennuksen ja aggregaatin yhteensopivuus
- varmistaa suojalaitteiden toiminta aggregaatissa
- estää verkon ja aggregaatin rinnankäyttö
- varmistaa luotettava erotus jakeluverkkoon päin ja tehtävien töiden teko jakeluverkossa on turvallista.

Generaattorien rakennestandardissa on määritelty pääjännitteelle riittävän pieni rärökerroin. Vaihejännitteiden osalta ei ole esitetty vaatimuksia, joten särökerroin voi olla hyvin suurikin. Jännitteen laatu voi siis vaihdella sen johdosta lähes pienisärisestä siniaallostaa kanttiaaltoon. Uusimmissa laitteissa on kuitenkin saatu säröjä piennennettyä mm. invertteriratkaisulla. Generaattoreissa on usein lisäksi volttimittari ja jännitteen hienosäätön käytettävä säätänuppi. ( ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaiteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.)



#### 4.1.1 Generaattorin suojausmenetelmänä suojaerotus

Pienissä siirrettävissä aggregaatissa on tavallisena suojausmenetelmänä sähköinen erotus. Pieninä aggregaateina tarkoitetaan alle 5 kVA:n tehokraan olevia yksivaiheisia, diesel- tai baensamoottorilla varustettuja aggregaatteja. ( ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.)

Näissä aggregaateissa pistorasian suojakosketin on yhdistettynä vain generaattorin runkoon ja muihin jännitteelle alttiillisiin osiin. Generaattorissa on eristetty käämitys ja se on yhdistettynä vain pistorasian äärijohtimiin. Sen takia kyseisen aggregaatin runkoa ei saa kytkeä maapotentiaalin tarkoituksellisesti. Laitteessa on yleensä ulkoinen liitäntäpiste maadoitukselle johon kytketään erillinen maadoituselektrodi. Niitä käytetään silloin kun syötetään IT- tai TN-järjestelmää. ( ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.)

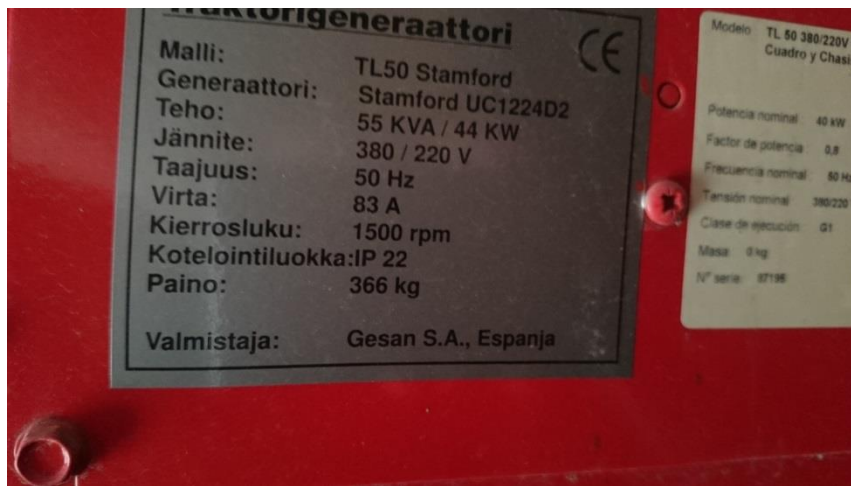
#### 4.1.2 Isommat moottorikäyttöiset aggregaatti

Suuremmat aggregaatit ovat rekenteeltaan rakennettu kontteihin, putkikehikkoihin tai perävaunuihin. Niiden teholuokat voivat ylettyä jopa 2000kVA:iin asti. Nämä erottuvat pienistä yleensä, koska ne ovat kolmivaiheisia ja niihin voidaan kytkeä kuormaa pistokekytkimellä tai puolikiinteästi.

Voihälähteenä käytetään yleisesti yli 5kVA tapauksissa bensiinimoottoria ja ruurempia käytetään dieselmoottoreilla. Jos laiteon mitoitettu oikein ei käytön kannalta ole mitään väliä kumman tyyppisestä voimalaitteesta on kysymys. ( ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.)

#### 4.1.3 Traktorikäyttöiset aggregaatit

Traktorikäyttöiset aggregaatit ovat oma erikoiden ryhmänsä. Niiden käyttövoima saadaan traktorin voimauulosotosta. Näissä tapauksissa generaattorin ja moottorin yhteen sopivuuden valinta jää ostajan eikä valmistajan vastuulle. Peukalosääntönä mitaittamiseen käytetään yleensä, että traktorin akseliteho olisi 1,3 - 1,5 kertainen generaattorin nimellistehoon nähden. Silloin traktorin tavanomainen 50 kW:n moottorijaksaa pyörittää 30 kVA:n generaattoria sen määrittämällä nimellis teholla. ( ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.)



KUVA 5. Selvityskohteessa käytössä oleva aggregatti.

#### 4.2 Aggregaatin liittäminen sähkölaitteistoon

Aggregaatti voidaan liittää sähkölaitteistoon kiinteästi, puolikiinteästi tai pistokytkimellä. Kyseisessä kohteessa tämä liitäntä on tehty pistokytkimellä. Liitettäessä generaattori pistokytkimellä tulee sen täyttää SFS 6000 vaatimukset (813). Liitäntäjohdossa on silloin käytettävä nollajohtomessa erillistä suojajohtinta. Näissä tapauksissa aggregaatin ja yleisen jakeluverkon virtapiirit pitää olla näissä tapauksissa estetty. Tämä voidaan toteuttaa kolmiasentoisella nelinapaisella vaihtokytkimellä, joka katkaisee jännitteen ennen toisen syötön kytkeytymistä. ( ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.)

Tätä varten on suunniteltu kiinteästi liitettävillä laitteilla normaaliverkon ja aggregaatin vaihtokytkenä. Kytkentöjentarkoituksena on estää aggregaatin ja normaaliverkon rinnankäyttö ja mahdollistaa aggregaatin ja verkon suojausten toiminnan. Generaattorin- ja verkonsyötön eriytetyn nollapiirin tulee kulkea vaihtokytken kautta. Ilman vaivotkytkintä voidaan syöttää vain järjestelmää, joka ei ole lainkaan liitettyä jakeluverkkoon. Kun generaattori liitetään kojepistokytkimellä verkkoon, suositellaan silloin kiinteän asennuksen generaattorisytön pääkytkimen koskettimien avausväliksi vähintään 8 mm:ä. ( ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.)

## 5 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

Sähköasennukset on testattava ja tarkastettava aina ennen niiden käyttöön ottoa ja mahdollisten muutostöiden jälkeen, että ne voidaan todeta oikein standardin mukaan tehdyiksi.

Tarkastukset on tehtävä noudattaen kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä, sähkölaitteistojen käyttöönnotosta ja käytöstä (517/1996).

*3 § Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastusm jossa on riittävässä laajuudessa selvitetään, ettei sähkölaitteistossa aiheudu sähköturvallisuuslain (410/96) 5 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä.*

*4 § käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jollei 2 momentissa muuta määrätä. tarkastuspöytäkirjassa tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, yleskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testauksen tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja.*

- 1) sellaisista sähköalan töistä, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä,*
- 2) nimellijännitteeltään enintään 50 voltin vaihtojännitteisten tai 120 voltin tasajännitteisten sähkölaitteistojen asennuksista,*
- 3) yksittäisten komponenttien vaihdosta tai lisäyksistä taikka näihin verrattavista toimenpiteistä,*
- 4) yksittäisten kojeiden syöttöön liittyvistä muutostöistä enintään 1 000 voltin nimellijännitteellä,*
- 5) nimellijännitteeltään enintään 1 000 voltin kytkinlaitoksiin kohdistuvista muutostöistä, joissa kytkinlaitoksen nimellisarvoja ei muuteta, eikä*
- 6) sellaisen tilapäislaitteiston asennuksesta, joka on koottu standardien mukaisista työmaakeskuksesta.*

*Edellä 2 momentissa mainitusta tapauksista on sähkölaitteiston testausten tulokset kuitenkin tarvittaessa annettava laitteiston haltijalle. (SFS-Käsikirja 600-2 Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit 2012, 35.)*

### 5.1 Testaukset

Käyttöönottotarkastukseen liittyy aistinvaraisten tarkastusten lisäksi paljon erinlaisia toiminnan testejä ja mittauksia. Mittauksista osa voidaan korvata osoitetuilla laskennallisilla arvoilla. Niissäkin tapauksissa on järkevää tehdä pistokoeluontaisia mittauksia varmistamaan, että lähtöarvot ja muut vastaavat laskennallisesti esitettyjä. Mittaamalla voidaan todeta oikosulkuvirta, suojajohtimen jatkuvuus, kiertosuunta, silmukkaimpedanssi ja eristysvastusresistanssi. Myös vikavirtasuojien testaamiseen toiminnallisuuden lisäksi suoritetaan aina mittauksia.

Standardin tarkastukset edellyttävät myös, että käytettävät tarkastus- ja mittalaitteet ja menetelmät ovat EN-61557-standardisarjan mukaisia. Käytettäessä muita mittalaitteita, niiden turvallisuus-

taso ja ominaisuudet eivät saa olla määriteltyjä huonompia. ( ST 33 2012. Rakennusten Sähköasennusten Tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.)

## 5.2 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimiksi luokitellaan suojamaadoitusjohtimet, maadoitusjohtimet, potentiaalisuojajohtimet ja PEN-johtimet. Suojajohtimien jatkuvuus on varmistettava laitekohtaisesti, jolloin esim. pistorasiaryhmän jokaisen pistorasian suojajohtimen jatkuvuus on varmistettava.

Jatkuvuusmittauksien takia kytkennässä olevia suojajohtimia ei tarvitse irrottaa, kun taas TN-S-järjestelmässä suojamaadoitus- ja nollajohdin tulee irrottaa jatkuvuusmittausten ajaksi ja eristysresistanssi mittausten ajaksi. Mittauksia tehdessä ryhmäjohtotasolla riittää keskusta syöttävä nousujohton nollajohtimen irti kytkeminen. Jos näin ei tehdä, suojamaadoitus- ja nollajohtimen vaihtumista keskenään ei voida mittauksissa havaita.

Jatkuvuusmittauksissa yleisesti mitataan kuparijohtimia, jolloin mittausta arvot ovat yleensä pieniä. Yleensä mittausta arvot vaihtelevat 0 ja  $2 \Omega$ :n välillä. Poikkeuksellisen pitkillä johtopituuksilla voidaan ylittää  $2 \Omega$ :n arvo. ( ST 33 2012. Rakennusten Sähköasennusten Tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.)

## 5.3 Eristysvastusmittaus

Eristysvastusmittauksella varmistetaan, että jännitteelliset osat on eristetty maasta riittävästi. Mittaus tehdään ennen laitteiston käyttöönottoa jännitteettömänä eristysvastusmittarilla. Mittaus voidaan suorittaa sellaisesta kohdasta, jossa se kattaa koko asennuskokonaisuuden. Yleisesti mittaus on tällöin tehty pääkeskuksesta. Normaalisti tietyt kokonaisuudet mitataan eristysvastusmittarilla erikseen, esimerkiksi keskuskohtaisesti. Kerran mitattua keskusta ei tarvitse mitata uudelleen mikäli siihen ei liitetä uusia johtoja mittauksen jälkeen.

Jotta saadaan mittaus kattamaan koko laitteisto, tulee mekaanisten kytkimien olla I asennossa mittauksen aikana ja sulakkeiden oltava paikoillaan. Jos virtapiiri sisältää kontaktoreita tai vastaavia laitteita, jotka erottavat kaikki navat virtapiiristä, tulee tämän jälkeinen virtapiiri mitata erikseen.

Pienissä sähköasennuskohteissa yleensä riittää yksi mittaus kattamaan koko laitteiston. Mikäli mitattu arvo ei ole sallittua arvoa pienempi, mittauksia ei tarvitse tehdä pienemmissä kokonaisuuksissa. Tarvittaessa jokainen ryhmä tulee mitata erikseen. Mittaaminen pienissä osissa voi tulla tarpeeseen myös silloin, kun eri osat asennuksista valmistuvat ja otetaan eri aikoihin käyttöön. Tällöin mitattuihin osiin ei saa tehdä lisäyksiä tai se edellyttää mittausten suorittamista uudelleen.

Jos mitattu arvo on sallittua pienempi, virtapiiri jaetaan pienempiin ryhmiin, jotka mitataan yksittäin erikseen. Jos arvo ei vielä ole tarpeeksi suuri, tulee jokainen lähtevä johto keskuksessa mitata erikseen ja etsiä mahdollinen vika, josta liian pieni arvo johtuu ja korjata se. Kun vika on saatu kor-

jattua tai mahdollinen sähkölaite irroitettu verkosta, mitataan eristysvastus uudelleen. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 327.)

Eristysvastusmittauksen suoritusvaiheet:

1. Laitteiston tekeminen jännitteettömäksi
2. Varmista, ettei jännitteisiä laitteistoja ole kytketty nollapiiriin.
3. Jännitteettömyyden varmistaminen
4. Varmistetaan, että alueella olevat varokkeet ovat paikoillaan ja nousujen kytkimet ovat kiinni.
5. Tarvittaessa irrottaa nollajohto tai N.PE-yhdistys.
6. Mittauskytkentöjen teko
7. Mittauksen suorittaminen. Mikäli mittaus tulos ei ole hyväksyttävä, tulee selvittää vian aiheuttamisy.
8. Palautetaan laitteisto päinvastaisessa järjestyksessä takaisin toimintakuntoon.

(D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 328.)

#### 5.4 Syötön automaattinen poiskytkennän toiminta

Yleisimpänä tapana varmistaa syötön automaattinen poiskytkentö on suorittaa impedanssin mittaus vikavirtapiiriin, määrittellen sen perusteella mahdollisessa vikatapauksessa syntyvä oikosulkuvirta ja merrataan kyseisiä arvoja taulukkoarvoihin, joita on annettu suojalaitteille. Toiminta testataan myös vikavirtasuojakytkimestä.

Impedanssimittauksia ei kuitenkaan aina ole tarpeen tehdä standardin mukaan. Näin silloin, jos mittaamalla on tarkastetut suojajohtimien jatkuvuudet ja vikapiirien impedansseista on käytössä laskelmat tai suojajohtimien resistanssista ja toteutetut asennukset on siten, että johtimien poikkipinta ja niiden pituus voidaan tarkastaa. Hyvään asennustapaan kuuluu, että pääkeskukselta mittaamalla voidaan varmistaa käytössä olevien laskennallisten lähtötietojen paikkansapitävyys. ( ST 33 2012. Rakennusten Sähköasennusten Tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.)

#### 5.5 Napaisuus

Yksinapaisen kytkinlaitteen asentaminen nollajohtimeen on kielletty. Standardissa on määritelty käyttöönottotarkastukseen tämän asian varmistaminen toimenpiteellä. Käytännössä jo kytkinlaitetta asennettaessa on varmistettava tämä asia. Näin ollen tarkastuksen suoritus jää häntä valvovan henkilön tai itse kytkinlaitteen asentavan henkilön tehtäväksi. Valvova henkilö vastaa asennuksesta, kun työn suorittajana on muu kuin sähköalan ammattilainen, esim työharjoittelija tai työssäoppija. ( ST 33 2012. Rakennusten Sähköasennusten Tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.)

#### 5.6 Kiertosuunnan tarkastus

Kiertosuunnat on tarkistettava monivaiheisissa piireissa, että kiertosuunta säilyy samana. Vaikka keskuksista ei lähtisi yhtään monivaiheista ryhmäjohtoa, on kiertosuunta tästä huolimatta tarkastettava. Kolmi-vaiheisten pistorasioiden testaamiseen suositellaan valmiita pistotulppamallisia testilait-

teita, jotka sisältävät tarvittavan kokonaisuuden. Näin tehdään siitäkin syystä, että usein kyseiset pistorasiat on suojattu vikavirtakytkimillä. Mittausyilanteessa voidaan vahingossa mittajohdin yhdistää suojajohtimeen niin, että vikavirtasuojaja laukeaa ja se on käytävä virittämässä uudelleen. Keskuksista ja muista vastaavista paikoista kiertosuunnan oikeellisuus voidaan todeta usein helpoiten jännitteenkoettimella, joilla kyseinen mittaus tehdään kahta mittapäätä käyttäen. ( ST 33 2012. Rakennusten Sähköasennusten Tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.)

## 6 KARJATALOUSRAKENNUKSEN NYKYTILAN MÄÄRITTÄMINEN

### 6.1 Sähkönlaatu

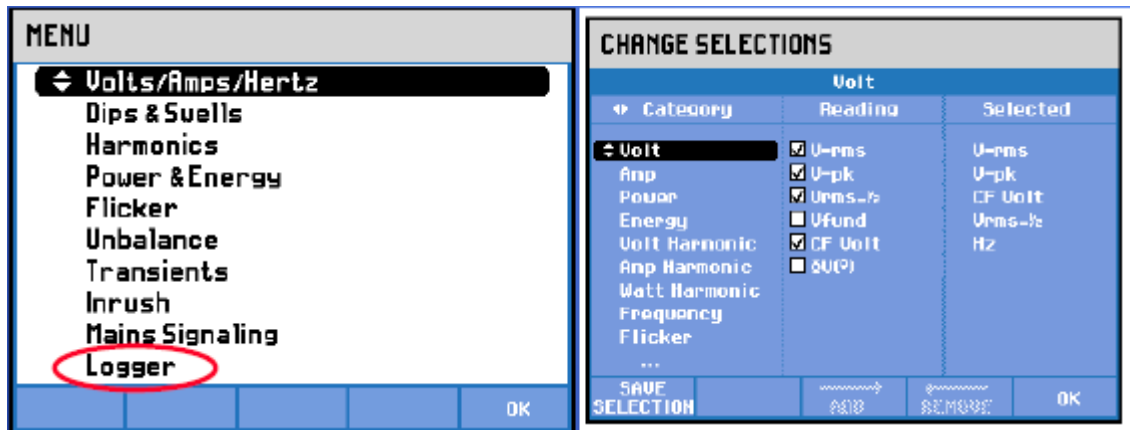
Kohteeseen tehtiin sähkönlaatumittaus koululta saadulla Fluken 434 -jännitelaatuanalysointimittarilla, johon oli asennettu uudemman 435 -mittarin ohjelmisto. Tarkempi mittaustulosten analysointi on luvussa 7.2 Mittaustulosten analysointi.

Sähkönlaatumittari kytkettiin mahdollisimman lähelle pääkeskusta, jotta saadaan mahdollisimman todenmukainen tulos. Mittari kytkettiin koululta saatuun kytkentäalustaan, joka oli kytketty lähimpään 16 A pistorasiaan. Mittari näkyy kuvassa 3, jossa se oli koko mittauksen ajan ja suojattiin mittauksen ajaksi.



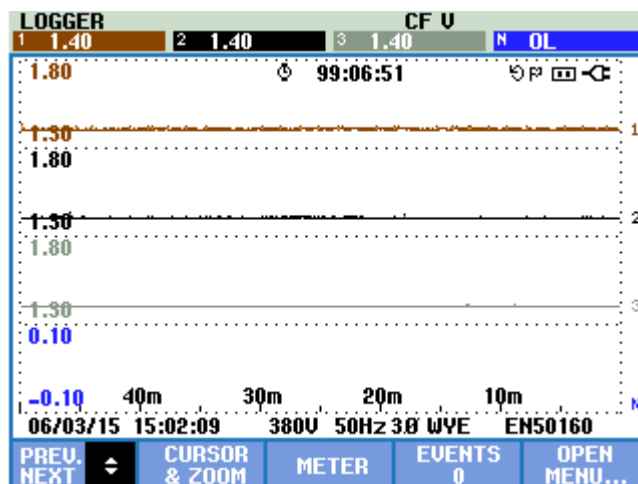
KUVA 6. Fluke 434 -mittari kytkettynä kohteessa (Arttu Honkanen 2015-15-2.)

Mittari asetettiin mittaamaan haluttuja arvoja Logger-toiminnon avulla, johon määriteltiin halutut mittaus arvot ja mittausten aikaväli. Kyseisessä kohteessa tehtiin jännitteen, jännitteen huippu -ja minimiarvojen ja taajuudenmittaus. Kuvassa 4 näkyy jännitteeseen liittyviä mittausarvojen valintoja.



KUVA 7. Mittarin valikko ja mittausarvojen valinta (Arttu Honkanen 2015-15-2.)

Kytken jälkeen mittaus suoritettiin. Viikolla 10 tehty mittaus kesti n. 99 tuntia, minkä jälkeen tiedot siirrettiin tietokoneelle USB-kaapelin ja Power log -ohjelmiston avulla. Kuvassa 5 näkyy jännitteen mittauksesta tarkemmin Power log-ohjelmalla ja nähdään jokainen 10 s välein mitattu arvo. Tarkempi analyysitullaan tekemään aikeisemmin mainitussa kohdassa 7.2 Mittaustulosten analysointi, jossa tarkasteltarkastelee tuloksia ja verrataan niitä muutosten jälkeisiin mittaustuloksiin.

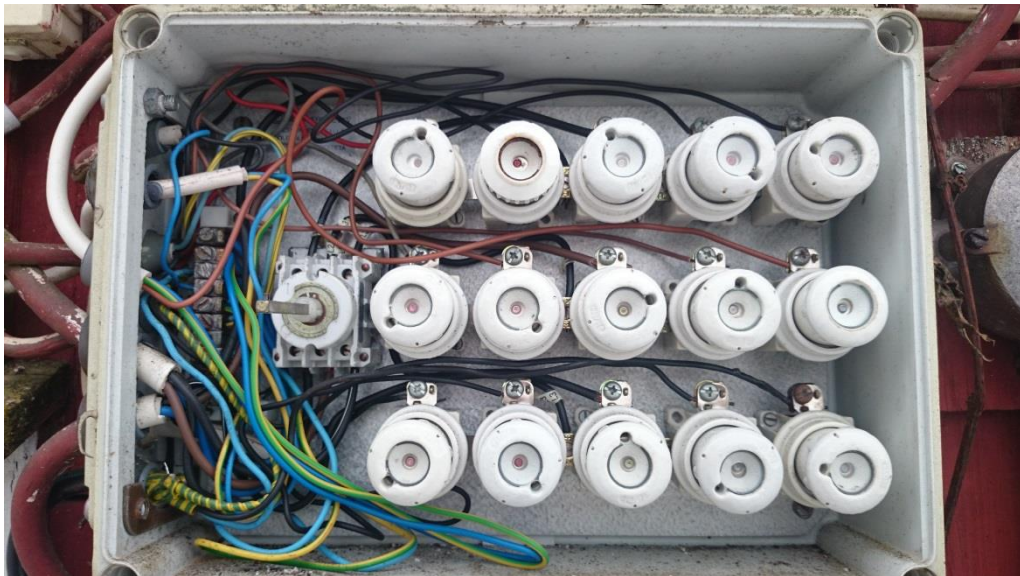


KUVA 8. Mittaustulokset mittarin näytöllä. (Arttu Honkanen 2015-15-2.)

## 6.2 Johtojärjestelmät

Kohde oli osittain hyvin vanha ja tämän takia kaikki johtojärjestelmät piti katsoa tarkasti, koska sieltä löytyi myös vanhoja värejä kytkentä johdoista. Lisäksi kohde sisältää TN-C- ja TN-S-järjestelmiä. Kuten kohdassa 2.2 käytiin läpi johtojärjestelmien käyttöä, niin nykyisin kaikki järjestelmät tulisi olla TN-S järjestelmiä, koska TN-C-järjestelmä edellytti vähintään 16mm<sup>2</sup> alumiini tai 10mm<sup>2</sup> poikkipintaisia johtimia. Myös kuvan 6 keskus on hyvin vanha ja tulppasulakkeellinen. Tämän takia tulisi päivittää uuteen keskukseen, joka sisältäisi automaattisulakkeet ja vikavirtasuojan, jolloin sähköturvallisuus olisi parempi ja nykypäivän vaatimusten mukainen.





KUVA 9. RK2 Jossä näkyy uusia ja vanhoja värejä (Arttu Honkanen 2015-20-2).

### 6.3 Ryhmien määrittäminen

Ryhmien määrittäminen tehtiin silmämääräisesti seuraamalla johtoja ja apuna käytettiin myös Fluke'n T90 jännite- ja jatkuvuustesteriä, jos ei ollut mahdollista tietää lopullista pistettä. Testerillä mitattiin, jotain kohdetta ja irroitettiin sulakkeita sen mukaan kun mittarin merkki ääni ilmoitti sen jännitteettömäksi. Tällöin voitiin merkitä kyseinen ryhmä tietyn sulakkeen mukaan ja näistä kasattiin sähkökuviin kalusteet ja ryhmät, jotka löytyy kohdasta 6 Maatalouden sähkökuvien piirtäminen. Kalusteet ja muut piirrettiin aluksi tulostettuihin pohjiin, joista on helppo piirtää ne CADS ohjelmaikäyttäen tasokuvaan ja samalla tehdä ryhmäluettelot.



KUVA 10. Fluke jännite- ja jatkuvuustesteri.(Fluke T90 Jännite- ja jatkuvuustesteri)

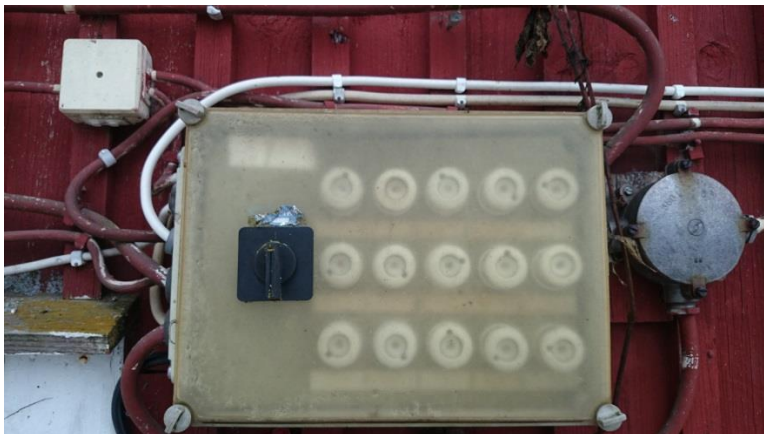
### 6.4 Ryhmäkeskukset

Kohteessa on kolme ryhmäkeskusta, joille kaikille syöttö tulee sähköpääkeskukselta. Ryhmäkeskuksesta kuvassa 8 oleva keskus on ollut entinen pääkeskus, mutta kohteen laajentuessa se on jäänyt vain ryhmäkeskus käyttöön. Tämän johdosta keskus vie paljon tilaa ja on hyvin vähän sulake paikkoja ja käyttö vähäistä. Käytössä on vain yhden ryhmä sulakkeet joiden perässä on yksi sähkömoottori.



KUVA 11. Ryhmäkeskus 1 toiminut aikoinaan pääkeskuksena.

Ryhmäkeskus 2 kuvassa 9 on alkuperäinen keskus niin sanotusti vanhan rakennuksen osassa. Kotelo on muovinen ja iän myötä se on kovettunut ja vanhimmat kaapelit alkavat myös olemaan kovettuneita, jolloin ne eivät kestä fyysistä rasitusta enää niin hyvin ja voivat mutentuessaan aiheittaa hengenvaaran. Ryhmäkeskuksessa on myös vanhoja johdin värejä, jotka on mitattava tarkasti että ei satu mitään vakavampaa. Myös johtojärjestelmät tässä keskuksessa ovat vanhojen mallien mukaan tehty TN-C, joita nykyisin saa käyttää vain 16mm<sup>2</sup> alumiini tai 10mm<sup>2</sup> poikkipintaisia johtimia.



KUVA 12. Ryhmäkeskus 2 vanha osa navettaa.

Uusimmankin osan keskus (kuva 10) on vielä ollut sitä aikaan kun sulakkeet ovat keraamisia, mutta johtojärjestelmänä toimii uuden säännösten mukainen TN-S-järjestelmä. Järjestelmä on kuitenkin hyvässä kunnossa eikä sitä ole tarvetta uudistaa kun kalusteet ja muut puitteet ovat vielä hyvässä kunnossa. Tämän osan asennuksen ovat myös tehty uppoasennuksina joten ne ovat hyvin suojassa ulkoisilta tekijöiltä.



KUVA 13. Ryhmäkeskus 3 uusinnavetta.

## 6.5 Asennukset

Kohteen vanhan osan kalusteiden kunto alkaa olla huono, koska iän myötä muoviset osat kovettuvat ja murenevat tämän johdosta herkästi. Lisäksi nykyisin kumikaapeleita ei saisi käyttää asennus kaapeleina, kuten kuvassa 7 voidaan nähdä. Lisäksi nykyisin asennuksissa tulisi käyttää TN-S-järjestelmää, jossa on erillinen nolla ja maadoitusjohto. Suurin osa vanhoista asennuksista on vain kahdella johtimella (Vaihe- ja nollajohdin) minkä johdosta niissä ei saisi käyttää nykyisiä sähkö laitteita, koska ne ovat maadoitettuja ja maadoittamattomaan pistorasiaan laitettaessa ne voivat aiheuttaa vikatilanteessa estämättömän vahingon.



KUVA 14. Kytkentöjä tehty kumikaapelilla (Arttu Honkanen 2015-20-2).

## 6.6 Valaistus

Valaistuksen määrittämiseen tehtiin valaistusvoima mittauksia. Valaistuksen tarve on tilan käyttötarkoitusten mukaisesti joissakin tiloissa hyvin alhainen. Suurimmissa tiloissa valaistus on hoidettu luonnon valolla kuin asetetut suosituksetkin ovat. Mittausten aikaan ulkona oli pilvistä ja ulkoilman lux oli n.1200 - 1500 lux. Valaistus mittaukset suoritettiin 75 cm korkeudelta.

TAULUKKO 2. Valaistusmittaus tuloksia

Tila	Min.Arvo(lux)	Max.Arvo(lux)	Keskiarvo(lux)	Luonnon valon vaikutus
Vanha Karja keittiö	22	124	74	Kyllä, Vähäinen
Vasikka tila	17	194	80	Kyllä, Vähäinen
Varasto 1	32	150	74	Kyllä, Vähäinen
Vanha Sauna	15	180	64	Kyllä, Kohtalainen
Kuivikkeet	8	30	14	Ei
Varasto 2	7	120	56	Kyllä, Vähäinen
Vanha Autovaja	20	46	91	Ei
Puuvarasto 1	14	104	24	Ei
Aitta 1	15	32	25	Ei
Aitta 2	15	30	20	Ei
Vanha Eläinhalli	112	1207	713	Kyllä, Suuri
Toimisto	63	145	100	Kyllä, Vähäinen
Maituhuone	154	1214	467	Kyllä, Suuri
Vanha välivarasto	83	1176	354	Kyllä, Kohtalainen
Uusi Eläinhalli	60	1385	585	Kyllä, Suuri
Uusi Välivarasto	5	103	39	Ei

Suuret arvot joissakin tiloissa johtuvat mitatessa ikkunan läheisyydessä johon luonnon valovaikuttaa hyvin runsaasti. Joissakin tiloissa valo on vain kulkemista avustavaa jolloin se ei ole kovin suuri.

## 7 KARJATALOUSRAKENNUKSEN SÄHKÖKUVIEN PIIRTÄMINEN

Nykyisin jokaisesta kohteesta on laadittava sähköiset piirustukset, jotka luovutetaan kohteen haltialle töiden ja tarkastusten jälkeen. Yleisesti luovutettavat kuvat ovat asemapiirros, tasokuvat, keskuskaaviot ja keskuksen layout.

### 7.1 Tasokuva

Kohteessa ei ollut aikaisempaa tasokuvaa, josta näkee kyseisen kohteen sähköasennusten pisteet ja ryhmätiedot. Lähtö kohtaisesti selvitys työn yhteydessä tehtyjen määritysten mukaan CADs:ä apuna käyttäen piirrettiin kyseiset kuvat nyky tilanteesta. Kyseinen kuva on lisätty liitteenä, mutta tarkkuus on pienenä paperina huono. Oikeassa koossa kyseinen kuva on A2 kokoa, jolloin se on selkeämmin luettavissa.

### 7.2 Keskuskaaviot

Keskuskaaviossa on tarkoitus nähdä ryhmä tasolla olevien laitteiden syöttöjohdot ja niitä suojaavat suojatäitteet. Jokaisesta keskukselta tasokuvaa apuna käyttäen saatiin helposti kasaan keskuskaaviot, koska CADs-ohjelma mahdollistaa tietojen tuomisen suoraan tasokuvista keskuskaavioon jos ne on määritelty oikein. Tässä tapauksessa keskuskaaviot saatiin hyvin tehtyä ja ne tarvitsi vain tarkistaa, että kaikki tiedot pitävät paikkansa.

## 8 KARJATALOUSRAKENNUKSEN SÄHKÖNLAATUMITTAUS

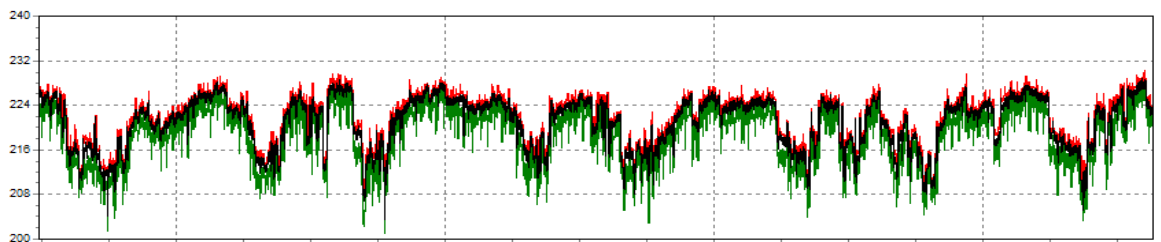
Sähkönlaadun mittauksen tarkoitus oli selvittää nykyinen sähkönlaatu ja sen muutokset kuormituksen vaihdellessa. Sähkönlaadun tulee olla tiettyjen standardin määritysten mukaisia, eikä sähkölaitteet tämän johdosta toimihuonosti tai hajoa. Tämä mittaus suoritettiin kohteeseen, koska siellä on ollut häiriöitä sähkömoottorien käynnistymisen kanssa.

### 8.1 Mittauskalusto

Mittaus kalustona käytettiin koululta saatua Fluke 434 –jännitelaatuanalysointimittaria. Mittarissa on uusi 435 ohjelmistoja hyvin paljon erilaisia mittaus ominaisuuksia, mutta tässä mittauksessa keskityttiin vain jännitteen seuraamiseen. Kyseinen mittari on IEC 61000-4-30: standardin määritelmiä vastaava sähkönlaadun mittaustekniikka sisältävä mittari. Mittarin ominaisuuksia on muunmuassa mitata taajuutta, syöttöjännitteen vaihtelua, nopeita jännitteenmuutoksia, ylijännitteitä, virtaa, tehonkulutusta ja paljon muuta. Fluken 435 mittarin tarkkuustulot ovat A-luokkaa ja tarkkuus on silloin 0,1 %.

### 8.2 Mittaustulosten analysointi

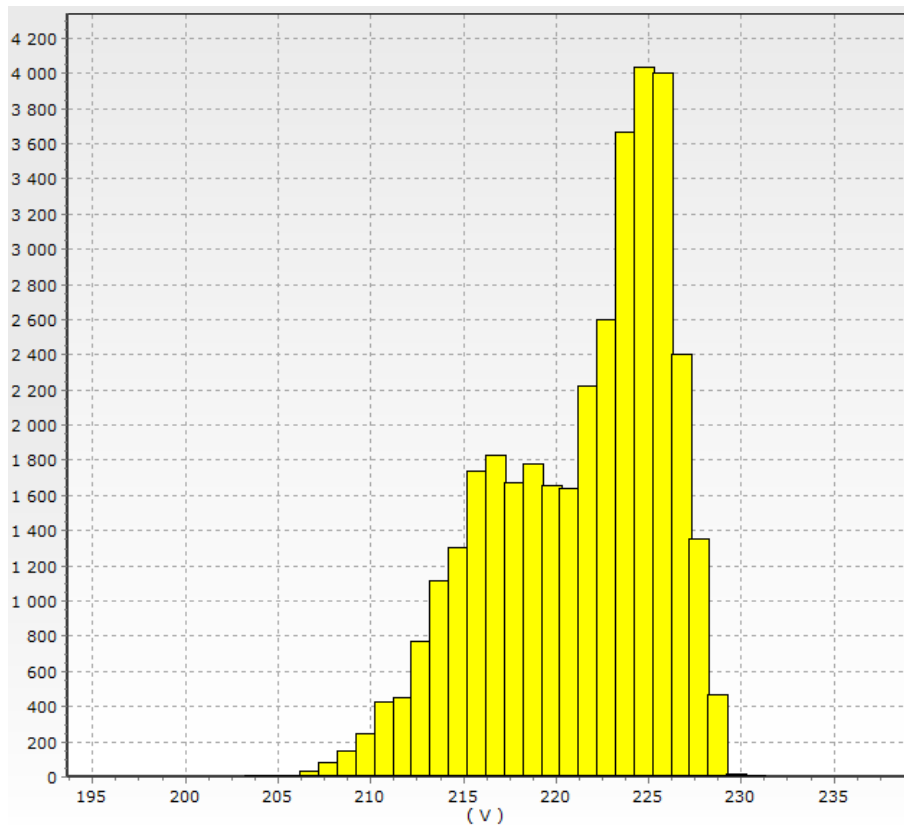
Ensimmäinen mittaus suoritettiin viikolla 10 ja n.99 tuntia. Mittaustulokset saatiin siirrettyä kaapelin avulla tietokoneeseen Power Log – ohjelmaan ja se antaa suoraan taulukoita erilaisista mittaus tuloksista. Kuten taulukosta 3 voidaan huomata jännitteen mittaus tulosten määrät ja niiden vaihtelu huonooppina aikoina jännite on käynyt alle 202 V. Mutta suurimpina kuormitusten aikana, kuten kuvassa 12 nähdään pudotukset tapahtuvat päivittäin aamull klo 5.00 – 8.00 ja illalla klo 15.00 – 18.00 välillä. Tämä johtuu siitä, koska niihin aikoihin käydään lehmät lypsämässä ja suurin osa laitteistosta on silloin käytössä. Suurimpina kuormina toimii silloin tyhjiöpumppu, lannanpoisto, ruokinta järjestelmä ja muita laitteita mitä tarvitaan.



KUVA 15. Jännitteen vaihtelu mittauksen aikana viikolla 10.

Taulukossa 3 näkyy 35682 mittaus arvoa jotka mittari on laskenut 10 s välin määritellyllä asetuksella. Tässä nähdään kuinka arvot ovat jakaantuneet tasoisesti. Näistä huomataan, että arvot sattuvat normaaleihin jakeluasetuksiin, mutta työn aikana jännite on hyvin huonoa jolloin sen pitäisi pysyä myös hyvänä. Tämän takia sähkönlaatu osittain on hyvää mutta kuormitustilanteessa se ei kestä.

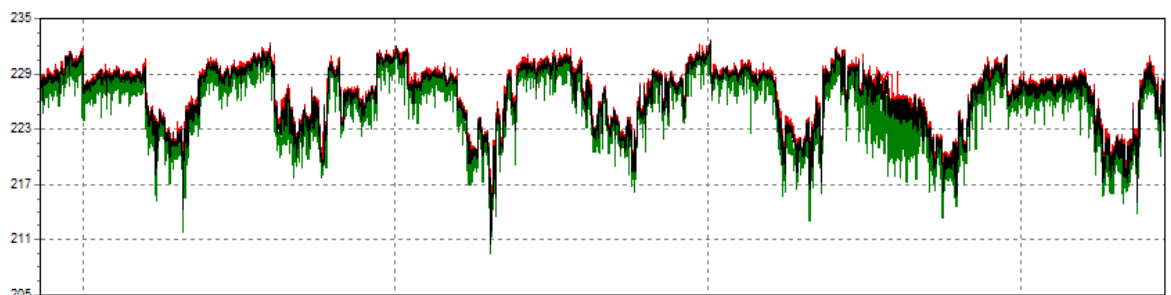
TAULUKKO 3. Jännitteen laatumittaus viikko 10 mittaus arvojen mukaan.



### 8.3 Muutostyön vaikutus sähkönlaatuun

Sähkönlaadusta tehtiin ilmoitus paikalliselle verkko yhtiölle ja he katsoivat tilanteeksi vahvistaa syöttävää kaapelia. Verkkoyhtiö suoritti muutostyön 7-8.4.2015 vanhan linjan AMKA 25 riippukaapelin uuteen AMKA 70. Muutetun linjan pituus oli 320m ja syöttävä pylvasmuuntaja pysyi entisenä, jonka teho on 50 KVA. Muutostyön jälkeen kohteeseen tehtiin uusi sähkönlaatumittaus viikolla 18 ja katsottiin kuinka muutos työ vaikutti linjan vahvuuteen.

Verrattaessa kuvan 12 jännitteen laatua entiseen kaapeliin voidaan huomata samanlaista pudotusta suurien kuormien aikaan, mutta ne eivät ole niin suuria ja jännitteen laatu pysyy paljon tasaisempaan. Taulukon 4 mukaan voidaan huomata myös kuinka jännite taulukon arvot ovat vakaampia eikä suurempia alle 220 V jännitteen alenemia tapahtu.

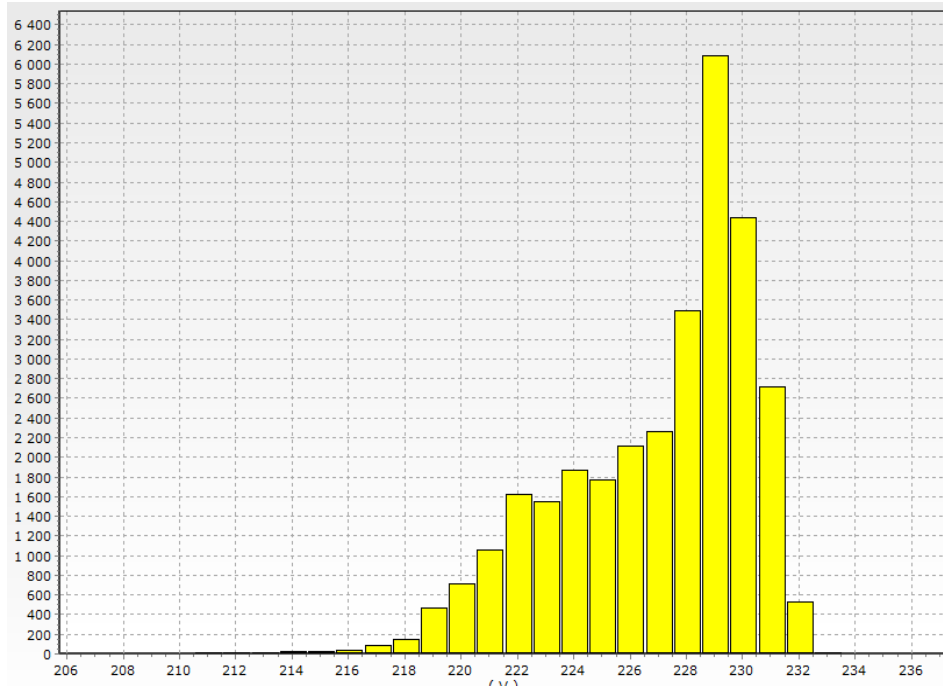


KUVA 16. Jännitteen vaihtelu mittauksen aikana viikolla 18.



Vaikka pieniä pudotuksia, joissakin kohti tapahtuu, se johtuu sähkömoottorien käynnistys tilanteessa vievän hetkellisesti suuremman virran johdosta. Näiden tulosten perusteella laatu on siis huomattavasti parempaa.

TAULUKKO 4. Jännitteen laatumittaus viikko 18 mittaus arvojen mukaan.





## 9 ASENNUSTEN UUSINTA

### 9.1 Uudistuksen tarve

Tämän kohteen tapauksessa katsottiin tarpeelliseksi uusia vanhimman osan sähkökalusteet ja kaapelit. Tarkoituksena olisi poistaa kaksi vanhaa ryhmäkeskusta ja vaihtaa ne yhteen uuteen keskukseseen. Joissakin tiloissa on uusia kalusteita, joten niitä ei tarvitse uusia, vain syöttöä muutettaisiin. Kuvissa 8 ja 9 olevat keskuksat ja niiden ryhmät purettaisiin ja vaihdettaisiin vastaamaan nykypäivän tarpeita. Joidenkin tilojen käyttötarkoituksin on muuttunut, joten niihin pitää määrittää tarpeellisten tai tarpeettomien osien lisääminen.

### 9.2 Mahdolliset tarvikkeet

Tarvikelistassa tulee huomioida tilojen suojausvaatimukset ja asennuspaikat. Asennustarvikkeiden määrä on joustava, kun tarkkaa käyttötarvetta ei tiedetä, mutta yleiset tarpeet täytetään. Taulukossa 5 on lähtökohtaisesti laskettu alustavat tarpeet, mutta ne voivat muuttua tilanteen mukaan.

TAULUKKO 5. Tarvikeluettelo tarvittavista asennuskalusteista

	Malli	kpl	hinta
Uusiryhmäkeskus	EHSV145.12PS 24A	1	279 €
Asennuskaapeli	MMJ 3x1,5S (kela100M)	1	86 €
Asennuskaapeli	MMJ 3x1,5N (kela 100M)	1	105 €
Asennuskaapeli	MMJ 3x2,5S (kela 100M)	1	137 €
Asennuskaapeli	MMJ 5x1,5S (kela 100M)	1	149 €
Pistorariat	IP55	5	75 €
Kytkin-6	IP44	3	33 €
Kytkin-5	IP44	2	26 €
Naulakiinnike	TC 8-12 (100kpl)	7	70 €
Naulakiinnike	TC 10-14 (100kpl)	1	10 €
Valaisin	Loisteputki IP65 36W	3	150 €
Valaisin	E27 IP44	3	42 €
Jakorasia	AP 9 IP55(10kpl)	1	23 €
Hinta yht.			1185€

Taulukossa 5 on alustavien tarvikkeiden hintoja ja määriä, mutta ne voivat muuttua vielä työn aikana. Uusittavissa tiloissa ei suurempia tarpeita ole. Yksi tila on vasikoiden käytössä vain välillä ja toinen tila on kanalakäytössä. Näiden tilojen valaistus tulee huomioida asetusten mukaan.

## 10 YHTEENVETO JA LOPPUTULOKSET

Alustavat tiedot yleisistä asioista tulevat kohteeseen liittyen käytyä alussa ja sen pohjalta voidaan perehtyä kohteen asennuksiin ja niiden uusimistarpeeseen. Työssä saatiin hyvä käsitys tarvittavista yleisistä asioista, joita jatkossa uusissa kohteissa tullaan tarvitsemaan.

Selvitysten perusteella päädyttiin uudistamaan vanhimman osan kalusto sen kunnan takia. Tarvikkeista laadittiin tarvike luettelo ja asennukset tullaan tekemään entisten tilalle lukuun ottamatta ryhmäkeskuksia. Ryhmä keskuksista kaksi sulautetaan yhteen, koska kun ne ovat lähekkäin ja korvataan yhdellä, joka sisältää tarvittavat laitteet.

Tulokseksi saatiin kattava selvitys rakennuksen sähköasennusten kunnosta. Uudistukset tullaan tekemään joko kasällä 2015 tai uuden rakennuksen aikaan 2016.

## LÄHTEET

- D1-2012 KÄSIKIRJA RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSISTA. 2012. Espoo: Sähköinfo Oy.
- FLUKE T90 Jännite- ja jatkuvuustesteri [verkkoaineisto][viitattu 2015-24-3] Saatavissa: <http://www.fluke.com/fluke/fifi/testerit/testerit/t90-t110-t130-t150-voltage-and-continuity-testers.htm?pid=73757>
- IEC 60449.Voltage bands for electrical installations of buildings. Sähköalan kansainvälinen standarsoimisjärjestö.
- MIKRICONTROLLERTN-järjestelmät <http://www.mikrocontroller.net/topic/209633>
- MAATALOUSRAKENNUSTEN VALAISTUS, Energia Akatemia. 2011. [http://www.energia-akatemia.fi/attachments/article/74/Maatalousrakennusten\\_valaistus\\_netti.pdf](http://www.energia-akatemia.fi/attachments/article/74/Maatalousrakennusten_valaistus_netti.pdf)
- SFS-EN 50160. Yleisen jakeluverkon jakelujännitteen ominaisuudet. Suomen standarsoimisliitto SFS
- SFS-KÄSIKIRJA 600-1 SÄHKÖASENNUKSET. OSA 1: SFS 6000 PIENJÄNNITEASENNUKSET 2012. 2012. 1. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS-KÄSIKIRJA 600-2 Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit 2012
- ST 33 2012. Rakennusten Sähköasennusten Tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.
- ST 51.77. 2015. Potentialitasaus Eläintiloissa. Espoo: Sähköinfo Oy.
- ST 52.40 2012. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. Espoo: Sähköinfo Oy.

## LIITTEET

LIITE 1: TASOKUVA

LIITE 2: RYHMÄKESKUSKAAVIOT







			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
			KESKUS										RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDOTUS					
												Syöttö		40A/4DA	4xB + B						
												1	Linnanpöytä		16A	5x1,5S					
												2.1	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x1.5 S					
												2.3	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												3.1	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x1.5 S					
												3.2	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												3.2	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												3.2	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												3.2	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												3.2	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												3.3	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												4.1	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												4.2	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												4.3	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x1.5 S					
												4.3	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												4.3	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												4.3	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 3x2.5 S					
												5	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 5x1.5 S					
												6	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 5x1.5 S					
												7	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 5x1.5 S					
												8	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 5x1.5 S					
												9	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 5x1.5 S					
												9	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 5x1.5 S					
												10	Vanha Etäinhalli		16/16	MMJ 5x2.5 S					

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

Siirt.	Kokonaisuus	Sähköpöytä	Yönumero
AH / 25.5.2015		RCS	
Piir.	Lehti	Piirustusnumero	
AH	1/1		
Tark.		SÄH	