



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

PAULI JUSSILA

Liikennevaloristeyksen kunnossa- pitomittaukset

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
KOULUTUSOHJELMA

2020

Tekijä(t) Jussila Pauli	Julkaisun laji AMK Opinnäytetyö	Päivämäärä Toukokuu 2020
	Sivumäärä 35	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Liikennevaloristeyksen kunnossapitomittaukset		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<p>Opinnäytetyössä perehdyttiin ensiksi liikennevalo-ohjatun risteyksen komponentteihin ja toimintaan sekä toiminnan suunnittelun perusteisiin. Tarvittavan laajan toimintaku- vauksen jälkeen keskityttiin kunnossapitomittausten teoreettiseen taustaan standardien sekä asennuskäsikirjan avulla.</p> <p>Tavoitteena oli luoda ohje liikennevalo-ohjatun risteyksen kunnossapitotarkastuksille käytännössä käyttäen avuksi aiemmin esitettyä teoreettista osuutta sekä asennustöissä saatua kokemusta.</p> <p>Opinnäytetyössä ilmoitettuja ohjeita ja määräyksiä pystytään käyttämään jatkossa asen- tajien toimesta kunnossapitomittauksia tehdessä.</p> <p>.</p>		
Liikennevalot, kunnossapito, standardit, mittaukset, työohjeet		

Author(s) Jussila Pauli	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2020
	Number of pages 35	Language of publication: Finnish
Title of publication Traffic light-controlled intersection maintenance measurements		
Degree programme Degree Programme in Electrical and automation engineering		
<p>In the thesis, the components and operations of a traffic light-controlled intersection and the basics of operational planning were first introduced. After the required description, the theoretical background for maintenance measurements was known on using standards and the installation manual.</p> <p>The aim was to create a guide for maintenance inspection of traffic light-controlled intersection, using the theoretical part previously shown and the experience gained in the installation work.</p> <p>The instructions and regulations stated in the thesis can be used in the future by installers when making maintenance measurements on intersections.</p>		
Traffic lights, maintenance, standards, measurements, instructions		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA	5
3 LIIKENNEVALO-OHJATUN RISTEYKSEN KOMPONENTIT JA TOIMINNAN SUUNNITTELUN PERUSTEET	6
3.1 Komponentit ja niiden sijoitus	7
3.1.1 Opastinkuvat	7
3.1.2 Ajoneuvo-opastimet.....	8
3.1.3 Jalankulkijaopastimet.....	9
3.1.4 Ilmaisimet	10
3.1.5 Ohjauskoje	12
3.2 Toiminnan suunnittelun perusteet	13
3.2.1 Ohjaustavat ja ohjelmanvalinta.....	14
3.2.2 Toimintaan, pois toiminnasta ja keltavilkulle kytkeytyminen.....	16
4 KUNNOSSAPITOTARKASTUKSET	17
4.1 Suojajohtimen jatkuvuus	19
4.2 Eristysresistanssimittaus.....	20
4.3 Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan testaus	22
4.4 Vikavirtasuojan toiminta	23
5 KUNNOSSAPITOTARKASTUKSIEN SUORITTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ	24
5.1 Ennen mittauksia huomioitavat asiat.....	24
5.2 Aistinvaraiset tarkastukset.....	25
5.3 Suojajohtimen jatkuvuus	26
5.4 Eristysresistanssimittaus.....	28
5.4.1 Ilmaisinkaapeleiden mittaaminen	30
5.5 Oikosulkuvirran mittaaminen.....	31
5.6 Vikavirtasuojien toiminnan testaus	32
5.7 Vaihejännitteen mittaaminen.....	33
5.8 Mittaustulosten ja havaintojen raportointi.....	34
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	35

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda ohje liikennevaloristeyksen kunnossapitomittauksien suorittamiseen sekä kertoa suoritettavien mittauksien teoreettinen tausta, niin kuin se on standardeissa ilmoitettu.

Liikennevaloristeyksien kunnossapitotarkastuksille Tampereella on sovittu tietty aikaraja, jonka sisällä tarvittavat mittaukset sekä tarkastukset on suoritettava. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että risteyksen kaapeloinnit, komponentit sekä kytkennät tarkastetaan aistinvaraisesti, kuin myös suorittamalla tarvittavat sähkötekniset mittaukset viiden vuoden välein.

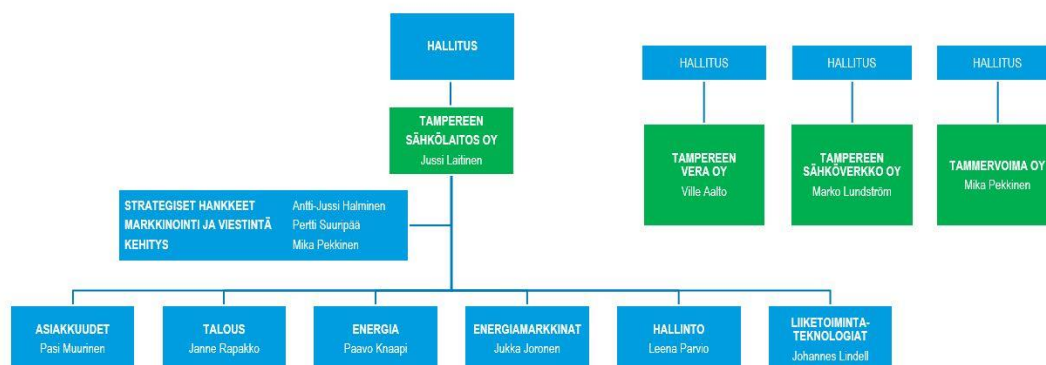
Liikenteen sujuvuuden, laitteiston toiminnan sekä sähköturvallisuuden kannalta on olennaista suorittaa mittaukset ja tarkastukset, vaikka ongelmia liikennevalojen toiminnassa normaalitilanteissa ei olisi.

Työ koostuu kuudesta luvusta joista toisessa kerrotaan tiivistetysti työn toimeksiantajasta. Kolmas luku keskittyy pääsääntöisesti liikennevalo-ohjatussa risteyksessä käytettäviin komponentteihin sekä liikennevalojen toiminnan suunnittelun perusteisiin. Neljännessä luvussa kerrotaan kunnossapitomittausten teoreettinen tausta, niin miten se on standardeissa sekä yleisissä ohjeissa kirjoitettuna. Viides luku sisältää ohjeet kunnossapitomittausten suorittamiseen käytännössä. Viimeisessä luvussa kerrotaan tiivistetysti tämän työn lopputulokset sekä pohdinnat, joita työtä tehdessä nousi esille.

2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Tampereen Vera Oy, joka kuuluu isompaan konserniin, jonka emoyhtiönä toimii Tampereen Sähkölaitos Oy. Tampereen sähkölaitos-konserniin kuuluu myös Tampereen Sähköverkko Oy sekä Tammervoima, jonka toinen omistaja on Pirkanmaan Jätehuolto. Konsernin rakenne on esitetty kuvassa 1.

Tampereen Sähkölaitos -yhtiöt



Kuva 1. Tampereen Sähkölaitos -konserni (Tampereen sähkölaitoksen www-sivut 2020)

Tampereen Vera Oy kehittää, suunnittelee, rakentaa ja ylläpitää julkisen ja yksityisen infran kriittisiä osia. Vera toteuttaa sähköverkot, ulkovalaistukset ja liikennevaloratkaisut sekä tarjoaa asiantuntija- ja lisäpalveluja julkisyhteisöille, energia-, teollisuus- ja rakennusyhtiöille sekä yksityisasiakkaille kaikkialla Suomessa. (Tampereen Veran www-sivut 2020)

Tämä opinnäytetyö tehdään Tampereen Vera Oy:lle osana liikennevaloratkaisuja.

3 LIIKENNEVALO-OHJATUN RISTEYKSEN KOMPONENTIT JA TOIMINNAN SUUNNITTELUN PERUSTEET

Liikennevalo-ohjatuille risteyksille on luotu tarkat ohjeet ja säädökset, joiden mukaan ne on rakennettava ja ohjelmoitava toimimaan. Tässä luvussa kerrotaan tiivistetysti liikennevalo-ohjatussa risteyksessä olevista komponenteista, niiden sijoittelusta sekä suunnittelun ja toiminnan perusteista.

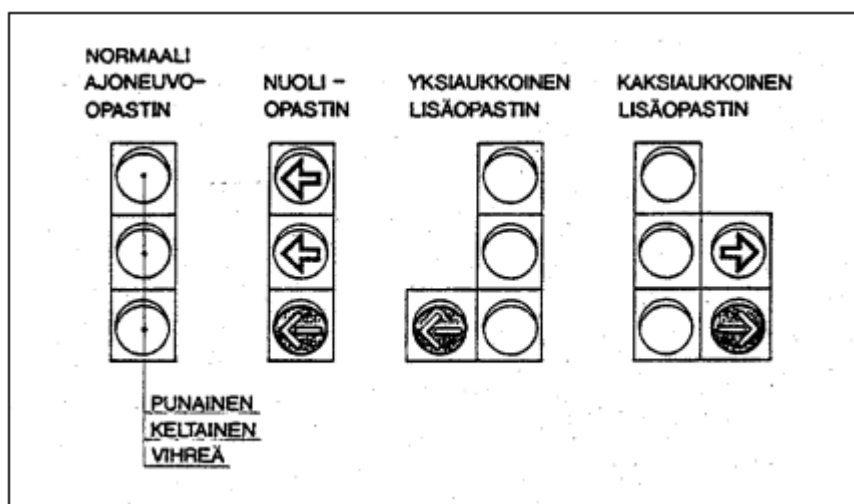
3.1 Komponentit ja niiden sijoitus

Liikennevalo-ohjattuun risteykseen asennettavat komponentit ovat pääsääntöisesti samanlaisia risteyksestä riippumatta, mutta komponenttien määrään vaikuttaa ohjattavan risteyksen koko.

3.1.1 Opastinkuvat

Ajoneuvo-opastimessa on kolme valoaukkoa punainen, keltainen ja vihreä, joista ylimpänä on punaisen valon aukko ja alimpana vihreän valon aukko. Poikkeustapauksissa, jos opastinta ei voida sijoittaa pystyasentoon, niin se sijoitetaan vaakasuuntaan, jolloin punaisen valon aukko on vasemmalla ja vihreän oikealla. Ajoneuvo-opastimien opastinkuvat on esitetty kuvassa 2.

Ajoneuvo-opastimessa opastinkuvat vaihtuvat järjestyksessä punainen, punainen ja keltainen samanaikaisesti, vihreä, keltainen ja punainen. Valoaukon opastinkuva on joko pyöreä tai nuolen muotoinen. Nuolikuviolla varustetussa opastimessa vihreän valon aukko on nuolenmuotoinen mutta punaisen ja keltaisen valon aukkoissa toistetaan vihreän nuolen suuntaan osoittava nuoli mustin ääriiviivoin.



Kuva 2. Ajoneuvo-opastimet (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 58)

Jalankulkijaopastimessa on kaksi valoaukkoa. Ylemmän valoaukon opastinkuva on seisova jalankulkija ja sillä näytetään kiinteää punaista valoa. Alempi valoaukko on kävelevä jalankulkija ja sillä näytetään kiinteää ja vilkkuvaa vihreää valoa. (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 58)

3.1.2 Ajoneuvo-opastimet

Valo-ohjatussa liittymässä kaikki ajoneuvoliikenteen tulosuunnat on varustettava valo-opastimin. Selvästi erotettu oikealle kääntyvä liikennesuunta voidaan toteuttaa ns. vapaana oikeana ja jättää valo-ohjauksen ulkopuolelle tietyillä ehdoilla.

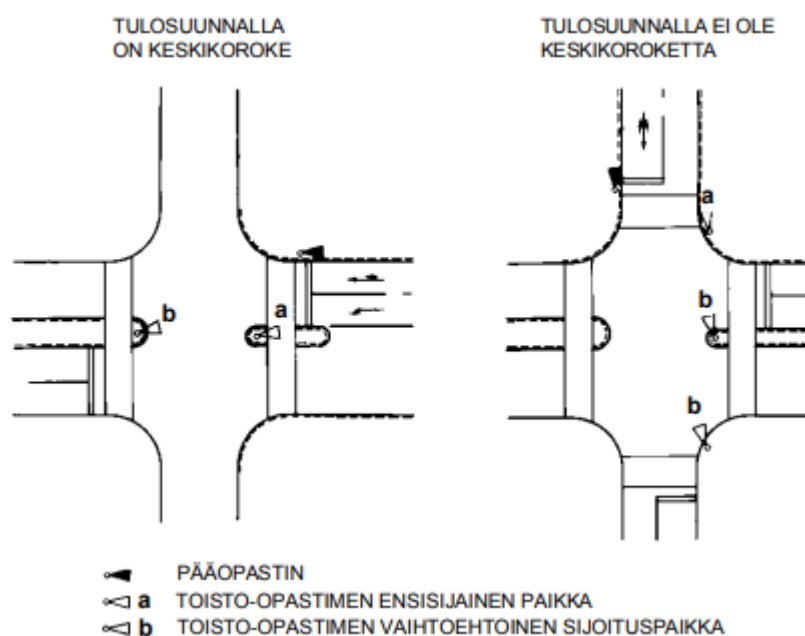
Pihakatu, tonttiliittymä tai muu vähäliikenteinen tulosuunta taikka pyörätie voidaan jättää kokonaan valo-ohjauksen ulkopuolelle, jos se on reunakivellä tai muulla vastavalla tavalla rakenteellisesti ajoradasta erotettu eikä menettelystä aiheudu vaaraa. (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista 1012/2001, 6 §)

Pääopastimen paikka valitaan seuraavasti:

- 1) opastin sijoitetaan ennen liittymää opastimella ohjattavan tulosuunnan tai osatulosuunnan oikealle puolelle tai yläpuolelle; pääopastimen ja ohjattavan tulosuunnan välissä ei saa kuitenkaan olla kaistaa, jota ko. opastimella ei ohjata
- 2) kun tulosuunnan vasemmanpuoleista liikennettä ohjataan erikseen tulosuunnan muusta liikenteestä, opastin sijoitetaan vasemmalle puolelle tai kaksisuuntaisen ajoradan keskikorokkeelle tai ajokaistan yläpuolelle
- 3) opastin sijoitetaan ajoneuvon kulkusuunnassa vähintään yksi ja enintään viisi metriä pysäytysviivan jälkeen kuitenkin ennen suojatietä. (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 58)

Pääopastin sijoitetaan ajoradan yläpuolelle, jos sitä ei voida sijoittaa osatulosuunnan oikealle puolelle tai tulosuunnan vasemmanpuoleisen osatulosuunnan vasemmalle puolelle. Pääopastimen sijoittelua havainnollistava kuva on liitteenä 1, josta kuvan 7F-1.3 kohta E esittää sijoittelua osatulosuunnan oikealle puolelle ja kuvan 7F-1.2 kohta D, vasemmalle puolelle.

Toisto-opastimen ensisijainen tehtävä on näyttää opastimen vaihtuminen vihreäksi pääopastimen tai pysäytysviivan kohdalle pysähtyneen ajoneuvon kuljettajalle. Kun tulo- tai osatulosuunnalla on useita kaistoja, toisto-opastimen tehtävänä on myös varmistaa liikennevalojen havaittavuus. Toisto-opastimen paikka valitaan siten, että liikennevaloja lähestyvän ajoneuvon kuljettaja näkee toisto-opastimen, jos toinen ajoneuvo estää havaitsemasta pääopastinta, toisto-opastimen sijoittelu on esitetty kuvassa 3. Vähintään yksi toisto-opastin sijoitetaan vähintään 2,5 metriä pääopastimen jälkeen paitsi, jos tulosuunnalla tai osatulosuunnalla on pieni toisto-opastin. (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 60)

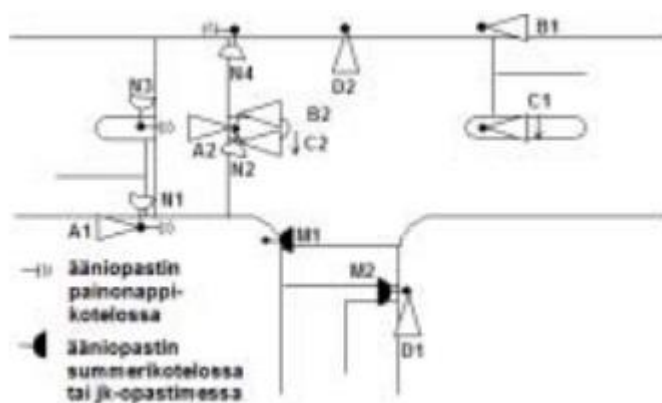


Kuva 3. Toisto-opastimen sijoituspaikat liittymäalueella (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 60)

3.1.3 Jalankulkijaopastimet

Valo-ohjatulla suojatiellä käytetään jalankulkijaopastimia. Suojatiellä tulee olla vähintään yksi jalankulkijaopastin kumpaankin kulkusuuntaan. Opastin sijoitetaan kulkusuunnassa suojatien taakse. Jos suojatie on jaettu korokkeella useampaan osaan, ohjataan jokaista osaa omilla opastimilla. Kaksiosaisilla suojateilla, joissa on erityisen kapea (<1,5m) keskikoroke, voidaan opastimet jättää sijoittamatta keskikorokkeelle. Suojatien eri osia ohjaavat opastimet tulee sijoittaa kulkusuunnassa samalle puolelle suojatietä.

Näkövammaisten ääniopastimet sijoitetaan, elleivät erityiset syyt (esim. pylvään sijoitus tilanahtauden takia) muuta edellytä siten, että suojatietä tai sen osaa ylittämään lähtevä näkövammaisen kuulee ääniopastimen äänen siltä puolelta, mistä ajoneuvot saapuvat suojatielle. Ääniopastimien mahdollisia sijoituskohtia risteyksessä nähdään kuvassa 4. Ääniopastin sijoitetaan painonappikoteloon. Jos suojatiellä ei ole painonappeja, ääniopastimet voidaan sijoittaa erillisiin koteloihin tai jalankulkijaopastimen yhteyteen. (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 61)



Kuva 4. Ääniopastimen sijoitus suojatiellä (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 61)

3.1.4 Ilmaisimet

Liikennevaloissa käytetään ilmaisimia havaitsemaan liikkuvat ja pysähtyneet ajoneuvot tai jalankulkijat. Ilmaisimien avulla tapahtuu opastinryhmien vihreän pyytäminen ja pidentäminen. Ilmaisimien avulla voidaan suorittaa myös nopeuden mittausta ja liikenteen laskentaa.

Yleisimmät ilmaisintyypit ovat:

- silmukkailmaisin
- infrapunailmaisin
- tutkailmaisin
- painonappi

Tässä perehdymme vain silmukkailmaisimen ja painonappien käyttökohteisiin sekä toimintaan, sillä ne ovat kaksi yleisimmin käytettävää ilmaisintyyppiä.

Silmukkailmaisimen muodostaa päällysteeseen asennettu ilmaisinsilmukka, silmukan ja kojeen välinen yhdyskaapeli ja vahvistinyksikkö.

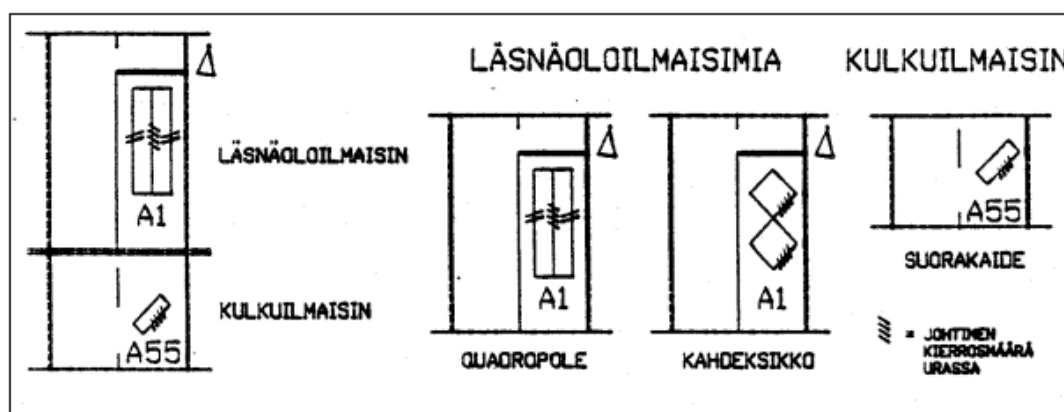
Ilmaisinsilmukat jaetaan kolmeen ryhmään:

- läsnäoloilmaisimet
- kulkuilmaisimet
- muut ilmaisimet

Läsnäoloilmaisimen tehtävänä on havaita pysäytysviivan eteen pysähtynyt ajoneuvo sekä ilmaisimen ylittävä ajoneuvo. Läsnäoloilmaisimien on välttämätön niissä liittymissä, joissa on kokopunainen lepotila. Läsnäoloilmaisimina käytetään quadropole- tai kahdeksikkoilmaisimia. Jos tulosuunnalla ei ole kulkuilmaisinta, on kahdeksikko parempi läsnäoloilmaisimien, sillä se havaitsee mopot ja moottoripyörät quadropoleilmaisinta luotettavammin. Kulkuilmaisimen tehtävänä on havaita sen ylittävä ajoneuvo. Erilaisten ilmaisimien muoto ja sijoittelu on nähtävissä kuvassa 5.

Muut ilmaisimet ovat perusilmaisinten yhdistelmiä. Muita ilmaisimia ovat:

- ruuhkailmaisimien
- polkupyöräilmaisimien
- pitkien ajoneuvojen ilmaisimien
- nopeudenmittausilmaisimien
- bussi-ilmaisimien (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 68)



Kuva 5. Silmukkailmaisimet (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 68)

Eri ilmaisintyypeissä käytettävät johtimen kierrosmäärät ovat ilmoitettuna taulukossa 1.

Tyyppi	Kierrosmäärä
Quadropole	2
Kahdeksikko	
Leveys alle 2m	4
Leveys yli 2m	3
Suorakaideilmaisim	
Lyhyt	4
Yli 5m pitkä	3

Taulukko 1. Ilmaisimien kierrosmäärä (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 70)

Kevytiliikenteen ilmaisimissa tavanomaisin ilmaisim on pylvääseen sijoitettu painonappi. Painonappi sijoitetaan myös suojatien keskikorokkeelle. Peräkkäiset painonapit sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan kulkusuuntaan nähden samalle puolelle. Kapealle (<3m) keskikorokkeelle sijoitetaan yksi painonappi. Toisessa kulkusuunnassa suojatien reunalla oleva painonappi jää kulkusuuntaan vasemmalle puolelle. Kun kyseessä on vilkas pyörätie, voidaan harkinnan mukaan pyöräilijöitä varten sijoittaa matala pylväs ja siihen painonappi kulkusuuntaan oikealle puolelle noin 1,5...3 metrin etäisyydelle risteävän ajoradan reunasta. Tällöin nappia painamaan pyrkivän pyöräilijän ei tarvitse vaihtaa puolta voidakseen pyytää suojatielle vihreää. (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 188)

3.1.5 Ohjauskoje

Liikennevalojen ohjaus tapahtuu liittymässä olevalla ohjauskojeella, joka koostuu kokekaapista ja ohjauskojeistosta. Kaikki liittymän ohjaukseen tarvittava ohjelmointi on ohjauskojeessa. Kojeelta vaadittavat tekniset ja toiminnalliset ominaisuudet on esitetty asiakirjassa Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset – Liikennevalot (TIEH 2200025-04).

Pääsääntöisesti yhdellä ohjauskojeella ohjataan yhden liittymän liikennevaloja. Ohjauskojeella voidaan ohjata useamman liittymän liikennevaloja, jos ilmaisimen yhdyskaapelin pituus on alle 300m ja etäisyys liikennevalopylväälle ohjauskaapelin reittiä pitkin on enintään noin 300m. (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 82)

3.2 Toiminnan suunnittelun perusteet

Liikennevalojen toiminnan suunnittelun lähtökohtana ovat tavoitteet siitä, miten valo-ohjauksen tulee toimia. Mitkä suunnat tai liikennemuodot ovat tärkeitä, mihin erityisongelmiin on kiinnitettävä huomiota ja erityisesti mitkä ovat liikenneturvallisuuteen ja liikenteen sujuvuuteen liittyvät tavoitteet. (Sane 1986)

Liikennevalot pidetään pääsääntöisesti aina toiminnassa, mikä edellyttää valojen liikenneohjattua toimintaa. Ylimääräinen ajanhukka koetaan vähäisen liikenteen aikana monin kerroin suurempana häirtana kuin vilkkaan liikenteen aikana.

Valo-ohjatussa liittymässä liikenteen sujuvuus määräytyy viivytysten, pysähtyvien osuuden ja viivytyksettä liittymän läpäisevän liikenteen osuuden perusteella. Näillä tekijöillä on eri painoarvot eri ympäristöissä. Korkealuokkaisen pääväylän liittymässä on pysähtymään joutuvien ja viivytyksettä liittymän läpäisevien osuudella suurempi paino kuin keskimääräisellä viivytyksellä. Keskustan katuverkon liittymässä keskimääräisen viivytyksen ja erityisesti jalankulkijoiden viivytysten minimointi on paikallaan. Liikennevalot parantavat liittymän turvallisuutta, kun valo-ohjauksen toiminta suunnitellaan vähintään minimitoimintoja käyttämällä.

Liikennevalot heikentävät pääsuunnan liikenteen sujuvuutta. Pääsuunnan liikenteen hyvä sujuvuus varmistetaan sujuvuustoiminnolla ja yhteen kytketyissä valoissa vihreällä aallolla.

Valo-ohjauksen toiminnan suunnittelu on sopivien ohjaustoimintojen ja ilmaisinjärjestelyiden valitsemista siten, että asetetut liikenteen turvallisuus- ja sujuvuustavoitteet saavutetaan.

Valo-ohjauksen toiminnan suunnittelu käsittää seuraavat vaiheet:

- liittymää mitoitettaessa liikennevirrat jaetaan opastinryhmiin
- opastinryhmät ajoitetaan vaiheisiin
- peräkkäiset vaiheet muodostavat kierron
- opastinryhmän vihreän pituus määritetään toimivuuslaskelmien avulla
- opastinryhmä on vihreänä opastinryhmä- ja ohjaustoimintojen määräämällä tavalla
- opastinryhmä- ja ohjaustoiminnot käyttävät reaaliaikaista tietoa liittymän liikenteestä
- ajoneuvojen ja jalankulkijoiden määrä ja paikka havaitaan reaaliajassa ilmaisimien avulla
- ilmaisimet ohjaavat opastinryhmiä suunniteltujen ilmaisintoimintojen mukaisesti
- eri liikennetilanteita varten suunnitellaan tarvittaessa eri ohjelmat
- eri ohjelmissa opastinryhmät voidaan suunnitella toimimaan eri tavalla
- ilmaisimilla kerättävän reaaliaikaisen liikennemäärätiedon avulla voidaan valita sopivin ohjelma kulloiseenkin liikennetilanteeseen (liikenneohjattu ohjelmanvalinta) (Liikennevalojen suunnittelu 2005, 84)

Liitteessä 2 on havainnollistettu samat suunnittelun sisältämät vaiheet, mutta niistä on luotu kaavio. Kyseisestä kaaviosta näkee myös yleisesti käytössä olevan järjestyksen suunnittelussa.

3.2.1 Ohjaustavat ja ohjelmanvalinta

Ohjauskojeessa edellytetään olevan käytettävissä seuraavat ohjaustavat:

- Käsiohjaus, jossa valo-ohjaus on voitava aikaansaada käsikäyttökytkimien avulla suunnitelmassa määritetyssä vaihejärjestyksessä vaihe kerrallaan. Käsiohjaus on sallittua vain ohjauskojeella olevilla käyttöpainikkeilla.
- Pakko-ohjaus erikoistilanteita kuten esimerkiksi hälytysajoneuvoja ja kunnosapitoa varten. Pakko-ohjaustavat ovat keltavilkku ja tiettyjen ryhmien ohjaaminen vihreäksi. Keltavilkkuohjaukseen siirrytään hallitusti kappaleen 3.2.2 mukaisesti. Pakko-ohjaukseen on voitava siirtyä kauko-ohjauksella. Takaisin

normaalitoimintaan on voitava siirtyä myös aikaohjauksella. Pakko-ohjausten toimintatapa määritetään suunnitelmassa.

- Koekäyttö, jossa koje ja merkkivalot toimivat normaalisti mutta opastimet ovat keltavilkulla tai pimeinä. Normaalitoiminnasta koekäyttötilaan siirrytään hallitusti kappaleen 3.2.2 mukaisesti.
- Liikenneohjaus ajoneuvoilmaisimien ja painonappien tai alueellisen ohjauksen tai lähellä sijaitsevien liittymien lähettämien tietojen tai komentojen avulla ilman kiinteää kiertoaikaa. Ohjaus- ja ilmaisintoiminnot määritetään suunnitelmassa.
- Kiinteän kiertoajan ohjaus, jossa opastinryhmien toimintaa säädellään kiertotaikaan sidottujen ohjaukskäskyjen avulla. Lisäksi opastinryhmien toimintaan on voitava vaikuttaa ilmaisimien ja painonappien avulla. Ohjauksen toiminta määritetään suunnitelmassa.
- Aikaohjaus, jossa kaikilla opastinryhmillä on jatkuva vihreän pyyntö ja pidentys. (Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset – Liikennevalot 2004, 22)

Ohjauskojeessa edellytetään olevan käytettävissä seuraavat ohjausperiaatteet:

- Erillisohjaus, jossa koje toimii liikenneohjauksella omien ilmaisimien ohjaamana.
- Linkitys, jossa koje toimii liikenneohjauksella mutta toimintaan vaikuttaa myös lähellä olevien liikennevalojen toiminta. Linkityshedot määritellään suunnitelmassa.
- Alueellinen ohjaus, jossa koje toimii liikenneohjauksella tai kiinteän kiertoajan ohjauksella, mutta kojeen ja ohjelmien toimintaa säädetään myös alueellisen ohjausjärjestelmän antamalla komennolla. Ohjausjärjestelmän on oltava vakaa siten, että jonkin sen osan vikaantuessa muu osa järjestelmää jatkaa ohjausta normaalisti. Alueelliseen ohjausjärjestelmään liitetyn ohjauskojeen on pystyttävä toimimaan itsenäisesti ohjausjärjestelmän vikatapauksissa. Käynnistyvän ohjauskojeen on automaattisesti tahdistettava itsensä. Pakko-ohjaukskäskyt on voitava jakaa alueittain. Alueellisen ohjauksen toimintaperiaatteet määritetään suunnitelmassa. (Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset – Liikennevalot 2004, 22-23)

3.2.2 Toimintaan, pois toiminnasta ja keltavilkulle kytkeytyminen

Liikennevalojen ollessa pois toiminnasta opastimet ovat sammutettuina. Keltavilkku saa käyttää vikatilanteessa ja erityistilanteissa kuten esimerkiksi hälytysajoneuvojen ja kunnossapidon pakko-ohjauksissa sekä huoltotöiden yhteydessä.

Keltavilkun taajuus on $1\text{Hz} \pm 10\%$. Valon ja pimeän jakson aikasuhte on 1:1. Vilkku alkaa pimeällä jaksolla.

Koje kytkeytyy toimintaan ja pois toiminnasta kello-ohjauksisesti, ellei suunnitelmassa toisin määritetä.

Toimintaan siirrytään 10 sekuntia kestävän keltavilkun, 5 sekuntia kestävän ajoneuvoille näytettävän kiinteän keltaisen ja jalankulkijoille näytettävän kiinteän punaisen opastinkuvan sekä vähintään pisimmän suoja-ajan mittaisen kokopunaisen tilan jälkeen. Kokopunaisen tilan, jossa kaikki opastimet ovat punaisena, kesto määritetään suunnitelmassa. Kokopunaisen tilan jälkeen toteutuu yksi täydellinen kierto, jossa kaikkien opastinryhmien vihreät opastimet esiintyvät vähintään minimipituusina. Kierto aloitetaan vaiheesta 1 tai kiinteän kiertoajan ohjauksessa kierron nollakohdasta, ellei suunnitelmassa toisin määritetä.

Ohjaus siirtyy välittömästi keltavilkulle liikenneturvallisuuden kannalta vakavissa vikatapauksissa, jotka on määritelty liitteessä 3. Muissa tilanteissa mukaan lukien kojeella olevien käyttöpainikkeiden avulla tehtävä keltavilkulle tai pimeäksi ohjaaminen tapahtuu hallitusti seuraavalla tavalla:

- Jos ainoastaan pääsuunnalla on vihreä opastinkuva tai kaikki opastimet ovat punaisena, siirtyy ohjaus välittömästi vähintään 10 sekuntia kestäväälle keltavilkulle (jalankulkijaopastimet pimeänä) ja sen jälkeen opastimet sammutetaan.
- Jos muita kuin pääsuunnan opastinryhmiä on vihreänä, ohjataan nämä ryhmät välittömästi punaiseksi tai aikaisintaan 5 sekuntia tämän jälkeen ohjataan kaikki ajoneuvo-opastimet vähintään 10 sekuntia kestäväälle keltavilkulle (jalankulkijaopastimet pimeänä). Keltavilkun jälkeen opastimet voidaan sammuttaa. Pääsuunta ja punaisen tilan kesto määritetään suunnitelmassa.

Pääsuunta määritetään suunnitelmassa huomioon ottaen väistämismääräykset. Ohjauskojeen edellytetään käynnistyvän sähkökatkoksen jälkeen automaattisesti ilman erillistä kuittausta.

Tässä esitetyistä vaatimuksista voidaan perustelluista syistä poiketa liikennevaloissa, jotka on tarkoitettu liikenteen ohjaamiseen tunnelin suuaukoilla, rajanylityspaikalla, pysäköintilaitoksessa tai vastaavassa, jossa liikenteen nopeus on alhainen ja jossa ei ole risteävää liikennettä. (Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset – Liikennevalot 2004, 24-25)

4 KUNNOSSAPITOTARKASTUKSET

Kunnossapitotarkastus on osa sähkölaitteiston huoltoa ja kunnossapitoa ja tämän tarkastuksen avulla laitteiston haltija voi havaita turvallisuutta heikentävät puutteet käytössä olevassa sähkölaitteistossa. Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston turvallisuudesta, sen ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää tämän lain vaatimukset. Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. (D1-2017 2018, 365)

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

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

Kunnossapitotarkastukselle ei ole lakisääteisiä velvoitteita, eikä tarkastusta tule sekoittaa tietyille sähkölaitteistoille edellytetyihin määräaikaistarkastuksiin. Kunnossapito-

tarkastus on vapaaehtoinen tarkastus, joka voi olla perusteltua muun muassa, jos sähkölaitteiston kunto arveluttaa esimerkiksi asennuksen iän tai sähkölaitteistoissa havaitun ongelman takia. Kunnossapitotarkastuksia voidaan tehdä kaiken tyyppisille sähkölaitteistoille. Kunnossapitotarkastuksen tekijän tulee olla sähköalan ammattihenkilö ja hänen täytyy pystyä arvioimaan sähköturvallisuuden vaikuttavia puutteita eri ikäisissä sähkölaitteistoissa.

Kunnossapitotarkastuksella varmistetaan, ettei sähkölaitteisto aiheuta sähköiskun tai palon vaaraa ja että sähköasennuksen käyttö on turvallista. (D1-2017 2018, 365)

Kunnossapitotarkastus tehdään purkamatta asennusta tai purkamalla vaadittaessa asennusta osittain. Tarkastusta täydennetään standardin SFS 6000-6 luvun 6.4 asianomaisilla testeillä, joilla osoitetaan, että seuraavat asiat toteutuvat:

- a) ihmisten ja kotieläinten suojaus sähköiskulta ja palovammalta
- b) suojaus asennuksen vikojen aiheuttamalta omaisuuden palo ja lämpövaaralta
- c) suojalaitteiden oikea mitoitus ja asettelu SFS 6000-4-41 mukaisesti
- d) valvontalaitteiden oikean mitoituksen ja asettelun varmistamisen
- e) varmistuminen siitä, ettei asennus ole vioittunut tai kulunut tai liitos löystynyt niin, että se pienentää turvallisuutta
- f) asennuksen sellaisten vikojen ja tästä standardista poikkeamien tunnistaminen, jotka voivat lisätä vaaraa
- g) suojalaitteiden oikean mitoituksen ja asettelun varmistaminen. (SFS-käsikirja 600-1-1 2017, 449)

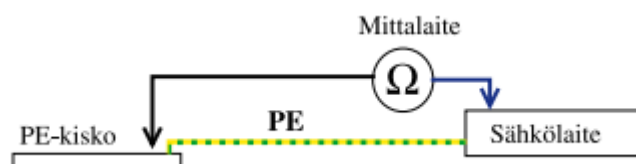
Liikennevaloristeyksen kunnossapitotarkastuksessa suoritettavia mittauksia ovat suojaajohtimien jatkuvuuden mittaus, eristysresistanssin mittaus, oikosulkuvirran mittaus sekä vikavirtasuojien toiminnan testaus.

4.1 Suojajohtimen jatkuvuus

Johtimen ja liitosten johtaviin osiin jatkuvuus on testattava mittaamalla seuraavat resistanssit:

- suojajohtimet mukaan luettuna suojaavat potentiaalitasausjohtimet
- jännitteelle alttiit osat. (SFS-käsikirja 600-1-1 2017, 443)

Tämän testauksen tarkoituksena on selvittää, että vikasuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit ovat koko matkaltaan jatkuvia eli niiden liitokset on tehty kunnolla. Testaus tehdään jännitteettömässä laitteistossa mittaamalla jännitteelle alttiin osan sekä näitä lähinnä olevan pääpotentiaalintasaukseen liitetyn pisteen välinen suojajohtimen resistanssi. Kuvassa 6 on havainnollistettu esimerkki suojajohtimen jatkuvuuden mittaamisesta tarvittavasta kytkennästä. Olennaista on, että jokainen suojajohdinyhteys mitataan ja että mittaus tehdään laitekohtaisesti.



Kuva 6. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus (D1-2017 2018, 351)

Hyväksyttävälle mittaustulokselle ei ole mitään tarkkaa raja-arvoa. Saatua arvoa tulee verrata mitattavan johtimen poikkipinnan ja piteuden perusteella arvioitavissa olevaan arvoon. Jos nämä arvot poikkeavat toisistaan oleellisesti, on selvitettävä poikkeaman syy. Resistanssiarvo saa yleensä olla enintään noin 1ohm. Mikäli suojajohtimet ovat pitkiä, voi arvo olla suurempikin. Vastaavasti hyvin lyhyillä johdinpituuksilla 1ohm arvo on liian suuri.

Standardin SFS 6000 osan 6 liitteessä 6A on esitetty kuparijohtimen tyypillinen resistanssi pituusyksikköä kohti (taulukko 2). Vertailua ei tehdä suoraan taulukon resistanssiarvojen ja johdinpiteuden tuloon, mutta taulukko kertoo suuruusluokan, missä suuruusluokassa arvon tulisi olla. Jos myöhemmin eristysvastusmittauksessa todetaan esimerkiksi, että N- ja PE- piirit ovat yhteydessä, on vian korjaamisen jälkeen jatkuvuus testattava uudelleen tarvittavassa laajuudessa.

Nimellinen poikkipinta-ala S mm ²	Tyypillinen resistanssi R lämpötilassa 30 °C mΩ/m
1,5	12,5755
2,5	7,5661
4	4,7392
6	3,1491
10	1,8811
16	1,1858
25	0,7525
35	0,5467
50	0,4043
70	0,2817
95	0,2047
120	0,1632
150	0,1341
185	0,1091

Taulukko 2. Kuparijohtinten tyypillinen resistanssi R nimellisen poikkipinta-alan S mukaan 30°C lämpötilassa johdinresistanssin karkeaa arviointia varten (SFS-käsikirja 600-1-1 2017, 452)

Jatkuvuusmittauksien takia ei suojajohtimia tarvitse yleensä irrottaa kytkennästä. (D1-2017 2018, 350-351)

4.2 Eristysresistanssimittaus

Sähköasennuksen eristysresistanssimittauksella varmistetaan, että jännitteiset osat ovat riittävästi eristettyjä maasta. Mittaus tehdään eristysresistanssimittarilla jännitteetömmässä asennuksessa. (D1-2017 2018, 352)

Eristysresistanssi on mitattava:

- a) jännitteisten johtimien väliltä
- b) jännitteisten johtimien ja maadoitusjärjestelmään liitettyjen suojajohtimien väliltä.

Tämän mittauksen yhteydessä voidaan tarvittaessa jännitteiset johtimet kytkeä yhteen. Käytännössä voi olla tarpeen suorittaa jännitteisten johtimien välinen mittaus asennuksen aikana ennen laitteiden kytkemistä.

Eristysresistanssi mitataan jännitteisten johtimien välillä vain silloin, kun se erikseen sovitaan.

Jos piiri sisältää laitteita, jotka todennäköisesti vaikuttavat tuloksiin tai vahingoittuvat, tulokset vaikuttavat, jotka voivat vahingoittua, pitää suorittaa mittaus vain yhteen kytkettyjen jännitteisten johtimien (äärijohtimet ja nollajohdin tai keskipistejohdin) ja maan välillä. (SFS-600-1-1 2017, 443)

Mittausta suoritettaessa on varottava vaurioittamasta mitattavissa piireissä olevia elektronisia laitteita kuten esimerkiksi elektronisia termostaatteja. Tarvittaessa voi nämä laitteet irrottaa mittauksen ajaksi. Vaihtoehtona on myös 250V mittausjännitteen käyttäminen yleisesti vaaditun 500V sijaan.

Jos ylijännitesuojat voivat vaikuttaa tulokseen tai suojat voivat vaurioitua mittauksen aikana, laitteet on irrotettava ennen mittausta.

Eristysresistanssin mittaus:

1. Tee laitteisto jännitteettömäksi.
2. Varmista, ettei nollapiiriin ole kytketty jännitteisiä laitteistoja.
3. Varmista jännitteettömyys.
4. Varmista, että mitattavalla alueella olevat nousujen kytkimet ovat kiinni ja varrokkeet paikallaan.
5. Irrota tarvittaessa N-PE-yhdistys tai nollajohto.
6. Tee mittauskytkennät.
7. Suorita mittaus. Mikäli mittaustulos ei ole hyväksyttävä, selvitä mistä tämä johtuu.
8. Palauta laitteisto toimintakuntoon päinvastaisessa järjestyksessä. (D1-2017 2018, 353)

Eristysresistanssi on riittävän hyvä, jos eristysresistanssin arvo mitattuna taulukon 3 mukaisilla koejännitteillä on vähintään yhtä suuri kuin taulukossa 3 esitetyt arvot. Eristysresistanssi voidaan mitata pääkeskuksesta ja jokaisesta pääjohdosta erikseen kaikkien ryhmäjohtojen ollessa liitettynä, mutta sähkölaitteet erotettuina.

Virtapiirin jännitejärjestelmä tai nimellijännite	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssin minimiarvo M Ω
SELV ja PELV	250	0,5
Enintään 500 V FELV mukaan luettuna	500	1,0
Yli 500 V	1 000	1,0

Taulukko 3. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot (SFS-käsikirja 600-1-1 2017, 443)

Taulukkoa 3 sovelletaan myös maadoittamattomien suojajohtimien ja maan välisen eristysresistanssin tarkastukseen. (SFS-käsikirja 600-1-1 2017, 443)

4.3 Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan testaus

Vikasuojaukseen koskevat vaatimukset täyttyvät, kun:

- a) vian aiheuttama vaarallinen kosketusjännite kytkeytyy automaattisesti pois vaatimusten edellyttämässä ajassa tai
- b) vian aiheuttama kosketusjännite rajoitetaan vaarattomaan arvoon.

Vikasuojauksen toimivuuden varmistaminen edellyttää syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan tarkastamista. Tämä voidaan tehdä mittaamalla pienin oikosulkuvirta vaiheen ja suojajohtimen välisessä viassa. Vaihtoehtoisesti voidaan tarkastaa asia suunnitteludokumentteihin liittyvistä suojauslaskelmista ja todeta asennuksen toteutuksen, suojalaitevalintojen ja johdinpituuksien, vastaavan suunnitelmia. Tässäkin tapauksessa on syytä tehdä vähintään kontrollimittauksia suojauslaskelmien oikeellisuuden tarkastamiseksi.

Mikäli vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla, täytyy vikavirtasuojan toiminta tarkastaa. Tällöin ei vaadita virtapiirin silmukkaimpedanssin tai oikosulkuvirran selvittämistä.

Mikäli laskelmia ei ole käytettävissä esimerkiksi vanhojen asennusten laajennustöiden yhteydessä, on mitattava vikavirtapiirin impedanssi. Mittaus tehdään niin sanotulla silmukkavastusmittarilla. Ryhmäjohdossa mittaus suoritetaan kauimmaisessa kohdassa. Vaihtoehtoisesti voidaan mitata vikavirtapiirin oikosulkuvirta. Mittausten jälkeen on

varmistettava, että oikosulkuvirta riittää laukaisemaan suojalaitteen siltä vaaditussa ajassa.

Mitattujen oikosulkuvirtojen tulee olla 25% suurempia kuin suojalaitteiden toimintarajavirrat. Tämä johtuu siitä, että mittauslämpötila on alhaisempi kuin oikosulun aikainen lämpötila. Näin ollen laskemalla ja mittaamalla saadut arvot ovat vertailukelpoisia. Vaaditut oikosulkuvirrat on esitetty taulukoissa 41.4a, 41.4b ja 41.5. Taulukot löytyvät liitteistä 4-6. (D1-2017 2018, 356-357)

4.4 Vikavirtasuojan toiminta

Vikavirtasuojan toiminta perustuu siihen, että sähkölaitteeseen vaihejohdinta pitkin menevä virta palaa nollajohdinta tai toisia vaihdejohtimia pitkin eli niiden summavirta on normaalissa tilanteessa nolla. Jos virta poikkeaa nolasta, osa virrasta kulkee väärää reittiä ja voi aiheuttaa vaaraa. Vikavirtasuojia katkaisee tällaiset virheellistä tietä kulkevat virrat.

Vikavirtasuojia toimii myös sellaisissa tilanteissa, joissa katkaisija tai sulake ei toimi, esimerkiksi kun sähkölaitte menee fyysisesti rikki ja kosketetaan laitteen sisällä olevia jännitteisiä osia. (Sähköturvallisuuden edistämiskeskuksen [www-sivut](http://www.svt.fi) 2020)

Vikavirtasuojan toiminta voi olla joko verkkojännitteestä riippumatonta tai siitä riippuvaista. Yleensä vikavirtasuojia ei tarvitse apujännitettä toimiakseen, vaan laukaisu tapahtuu jousivoimalla.

Laukaisin muodostuu kestopagneetista, joka on normaalissa tilassa pitoasennossa. Kun summavirtamuuntajan käämiin syntyy vikavirta, magneettivoimalla ei kulje ankkurin kautta ja jousi avaa kytkimen. (D1-2017 2018, 252-253)

Vikavirtasuojan toiminta on varmistettava testaamalla se ensin testipainikkeella. Lisäksi testataan, ettei vikavirtasuojan toimintavirta ylitä laitteen nimellistoimintavirtaa.

Mittaustapoja on useita. Suositeltavin tapa on mitata vikavirtasuojan todellinen toimintavirta nousevalla vikavirralla. Testauksen voi suorittaa myös vikavirtasuojan nimellistoimintavirran suuruisella testivirralla.

Vikavirtasuoja testataan yleensä sinimuotoisella vaihtovirralla. Tällöin vikavirtasuojan toimintavirta ei saa ylittää nimellistä toimintavirtaa. Mikäli testivirtana käytetään pulssimaista tasavirtaa, testauksella saatu toimintavirta voi olla yleensä enintään 1,4-kertainen nimellistoimintavirtaan verrattuna.

Vikavirtasuojan toiminta-aika suositellaan mitattavaksi. Koska joissain tapauksissa tämä on vaatimus, kannattaa toiminta-aika mitata kaikissa tapauksissa. (D1-2017 2018, 357-358)

5 KUNNOSSAPITOTARKASTUKSIEN SUORITTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ

Tässä luvussa kerrotaan, miten liikennevaloristeyksen kunnossapitotarkastukset suoritetaan käytännössä oikeaoppisesti sekä turvallisesti.

Liikennevaloristeyksen kunnossapitotarkastukset pitävät sisällään aistinvaraisia tarkastuksia sekä sähköteknisiä mittauksia, joiden tulokset kirjataan yrityksessä käytössä olevaan kunnossapitotarkastuspöytäkirjaan.

5.1 Ennen mittauksia huomioitavat asiat

Ennen mittausten suorittamista tulee varmistua, että seuraavat asiat ovat kunnossa:

- Jännitteettömäksi tehtävä laitteisto on jännitteetön.
- Jännitteen kytkentä mittauskohteeseen on estetty.
- Mittaukseen käytetään turvallisia mittalaitteita.
- Mitattaessa ei ole vaaraa koskettaa jännitteisiä osia.
- Mittajohtimilla ei aiheuteta oiko- tai maasulkua.

- Mittauksista ei ole vaaraa muille (mittalaitteiden syöttämä jännite mitattavaan piiriin).

Sähkömittauksiin osallistuville on annettava riittävä opastus ja ohjeet mittalaitteiden käytöstä varsinkin jännitteisessä laitteistossa. (D1-2017 2018, 360)

5.2 Aistinvaraiset tarkastukset

Standardista löytyvä määritelmä aistinvaraiselle tarkastukselle:

Sähköasennuksen tutkiminen käyttäen kaikkia aisteja, joiden avulla todetaan asennuksen olevan tehty vaatimusten mukaisesti. (SFS-käsikirja 600-1-1 2017, 440)

Kunnossapitotarkastus pitää sisällään myös aistinvaraisia tarkastuksia niin liikennevalopylväillä kuin myös liikennevalojen ohjauskojeella, vaikka pääsääntöisesti kunnossapitotarkastukset ovatkin sähköteknisiä mittauksia. Aistinvaraisesti on tarkistettava, että kiinteän asennuksen osana olevat sähkölaitteet ovat asianmukaisten laitestandardien turvallisuusvaatimusten mukaisia, sekä että ne ovat standardisarjan SFS 6000 vaatimusten että valmistajan ohjeiden mukaisesti valittuja ja asennettuja. (SFS-käsikirja 600-1-1 2017, 441)

Aistinvaraisesti tarkastettavia kohteita on liikennevalopylväiden betonista valmistetut perustat, joista tarkastetaan, että ne eivät ole halki tai niistä ei ole lohjennut paloja. Myös pylväiden kiinnitys perustaan on tarkistettava. Kiinnityksiä on erilaisia, esimerkiksi betonisen perustan sisään valetut metallikierteet, joissa on sisällä pultit, joilla saadaan pylväs kiristettyä ja säädettyä suoraan, pulttien kireys on siis tarkastettava.

Liikennevalopylväistä tarkastetaan myös kytkentätilojen kannet, itse pylväät ja opastimet. Tarkastettavia asioita pylväistä ja kytkentätilojen kansista on niiden maalauksien ja pintojen kunto, sekä suoruus, että niihin ei ole tullut lommoja eikä ne ole pahasti naarmuuntuneet. Myös kytkentätilojen kansien kiinnitys on erittäin oleellista tarkistaa. Opastimista tarkastetaan niiden kiinnitys pylvääseen, sekä opastimien rungon sekä kiinnitysalkojen kunto kuin myös että opastimet on suunnattu oikein ja niissä on kiinni auringon häikäisyä ja heijastumisia vähentävät lipat.

Liikennevalokojeelta tarkastetaan ulkoisesti jalustan kunto, sen suoruus, kiinnitykset sekä ulkonäkö. Kojeen ovien lukitukset tulee tarkistaa ja tarvittaessa säätää niin että lukitustankojen päät ylettyvät kaapin ylä- sekä alareunaan oven ollessa kiinni. Kojeelta tarkastetaan myös silmämääräisesti kaapelien kytkennät, että ne ovat kunnossa, löytyykö tarvittavat sulakemerkinnät sekä nimikilvet, toteutuuko kosketussuojaus, että irtonaisia johtimia ei ole jätetty sekä onko suojamaadoitus kytketty PE-kiskoon. Myös keskuksen dokumentit täytyy tarkistaa, että ne löytyvät kojeelta ja ovat ajantasaisia. Kyseisiä dokumentteja ovat risteyskuva, mistä käy ilmi pylväiden numeroinnit sekä opastimien ryhmämerkinnät ja sijainnit. Myös opastimien kytkentätaulukko sekä ilmaisiluettelo pitää olla kojeella. Liitteistä 7-9 löytyvät esimerkkikuvat risteyskuvasta, kytkentätaulukosta sekä ilmaisiluettelosta.

5.3 Suojajohtimen jatkuvuus

Jatkuvuusmittauksessa mitataan yleisimmin kuparijohtimen resistanssia, ja tästä syystä mittaustulokset ovat arvoltaan varsin pieniä. Yleisesti mittaustulokset vaihtelevat arvoissa 0-2ohm. Vain poikkeuksellisen pitkillä johdinpituuksilla voi arvo ylittää 2ohmia.

Mittarista riippuen käytettävien mittajohtimien resistanssi voidaan joko kompensoida mittarissa tai se on vähennettävä mittaustuloksesta. Ensimmäinen mittaus suositellaan tehtäväksi aina mittajohtimien päät yhdessä. Tällöin havaitaan, onko kompensointi tehty, tai huomataan, että kyseinen mittausjohtimien resistanssiarvo on muistettava vähentää saadusta mittaustuloksesta. (ST 33 2018, 19-20)

Suojajohtimen jatkuvuusmittaus tulee suorittaa jokaiselta risteyksessä olevalta pylväältä erikseen, myös niin sanotuilta pistopylväiltä, jotka eivät ole suoranaisesti rengaskaapelin välissä.

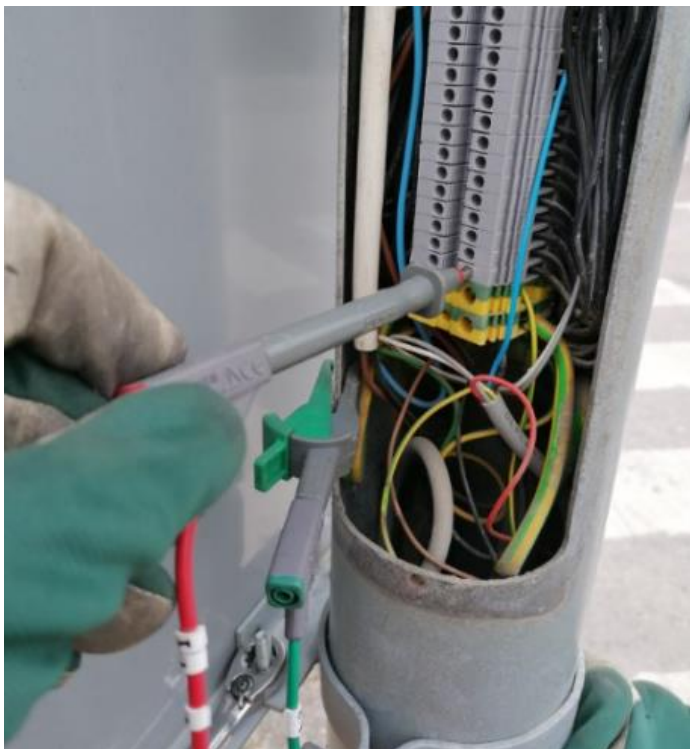
Suojajohtimen jatkuvuusmittaus aloitetaan katsomalla risteyskuvasta pylväiden väli, jossa kaapeli on merkattu olevan kytkemättä, kyseessä on niin sanottu irti-paikka missä

yhdyskaapelista pitäisi olla kytketty riviliittimeen vain suojamaadoitus. Irti paikan toiselta pylväältä täytyy irrottaa suojamaadoitus, jolloin mittausta suorittaessa saamme oikean tuloksen ja voimme todeta, että suojajohdin on yhtenäinen ja ehjä koko kaapelin matkalta.

Mittauksen suorittamiseen tarvitsee käyttää apulankaa, jonka voi ottaa rengaskaapelin käyttämättömistä johtimista. Jos vapaita johtimia ei kojeella ole, tulee silloin käyttää jotain käytössä olevaa johdinta. Apulanka kytketään kojeella sijaitsevaan PE kiskoon. Suojajohtimen jatkuvuutta mitattaessa ja apulankaa kytkiessä on huomioitava, että yksi apulanka ei tule kokonaisuudessaan riittämään, sillä liikennevalopylväille lähtee pääsääntöisesti vähintään kaksi kaapelia, jotka eivät ole kytköksissä toisiinsa.

Tarvittavien apulankojen kytkemisen jälkeen varsinainen mittaus tulee suorittaa jokaiselta liikennevalopylväältä erikseen. Mittaukset suoritetaan kahden apulangan väliltä sekä toisen apulangan ja pylvään rungon väliltä. Toinen mittajohdin on hyvä kiinnittää pylvään runkoon leualla, jolloin varmistetaan tukeva liitos mitattavaan kohteeseen. Kuvassa 7 on esitetty mittauskytkentä pylvään kytkentäluukulta.

Suojajohtimenjatkuvuusmittausta tehdessä on huomioitava myös käytetyn apulangan resistanssi, joka tulee vähentää pylvään rungon ja käytetyn apulangan välisestä mitaustuloksesta. Apulangan resistanssin saa selvitettyä esimerkiksi kytkemällä kojeella kaksi apulankaa PE-kiskoon ja mittaamalla jokaiselta pylväältä niiden välinen resistanssi. Apulangan resistanssia mitattaessa on muistettava jakaa saatu tulos kahdella.



Kuva 7. Mittauskytkentä suojajohtimenjatkuvuusmittauksessa

Mittausta suoritettaessa pylväältä on tarkastettava myös, että riviliittimen ja pylvään rungon väliin on kytketty maadoitusjohdin ja että se on ehjä sekä tukevasti kiinni. Joissain tapauksissa maadoitusjohdinta ei ole, vaan riviliitinkisko on kiinnitetty suoraan pylvään runkoon kiinni.

5.4 Eristysresistanssimittaus

Eristysresistanssimittaus suoritetaan ohjauskojeella sijaitsevilta erotusliittimiltä joihin liikennevalopylväille lähtevät kaapelit ovat kytkettynä. Ennen kuin mittausta voidaan suorittaa, tulee erotusliittimet avata sekä N ja PE yhdistys irrottaa, jotta saadaan todellinen tulos itse kaapeloinnin sekä komponenttien kunnosta. Mittausta tehdessä on huomioitava, että käytettävä koejännite on asetettu 500V.

Eristysresistanssi mitataan suojajohtimen ja kaikkien käytössä olevien johtimien väliltä, jotka ovat kytkettynä ohjauskojeella. Eristysresistanssimittauksista suorittaessa tulee toinen mittajohdin kytkeä joko PE-kiskoon tai suojajohtimeen, tässä on hyvä käyttää myös aiemmin mainittua leukaa, jolloin saadaan tukeva kiinnitys johtimelle. Ku-

vassa 8 on esitetty PE-kisko mihin toisen mittajohtimen esimerkiksi voi kytkeä. Irtonaisista johtimista ei tarvitse mittaustulosta ottaa. Kuvassa 9 on esitetty mistä mitataan johtimien eristysvastus erotusliittimistä.



Kuva 8. Mittauksessa käytettävä PE-kisko.



Kuva 9. Kojeella sijaitsevat erotusliittimet

Eristysresistanssimittauksessa alin hyväksyty mittaustulos on 1Mohm, jos mitatessa ei saada riittävän suurta tulosta, on selvitettävä yksitellen missä johtimessa tai minkä pylvaiden välisessä kaapeloinnissa vika on. Huono eristysresistanssimittaustulos voi myös aiheutua kosteudesta jossakin risteyksessä olevassa komponentissa.

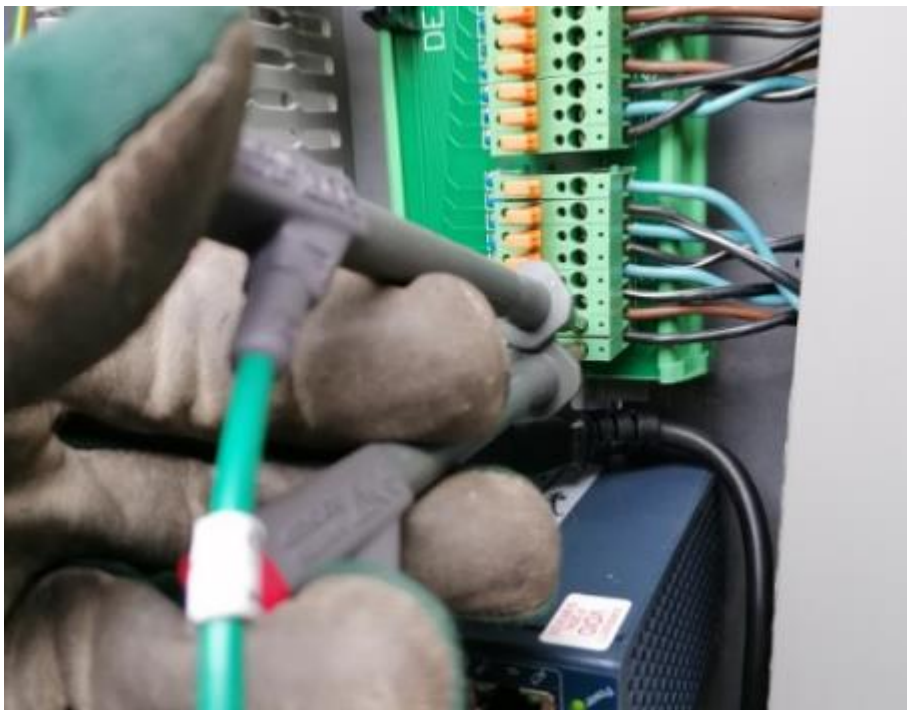
Suoritettua eristysresistanssimittaus on muistettava palauttaa kaikki kytkentöihin mahdollisesti tehdyt muutokset takaisin alkuperäiseen kuntoonsa, poikkeustapauksena jos on havaittu huono eristysvastusmittaustulos yksittäisestä johtimesta, tulee se vaihtaa toiseen johtimeen, jos se vain on mahdollista.

5.4.1 Ilmaisinkaapeleiden mittaaminen

Kunnossapitomittauksia suoritettaessa on myös ilmaisinkaapelit mitattava kojeella sijaitsevilta liittimiltä. Mittauksia suoritettaessa on olennaista avata erotusliittimet mihin ilmaisinkaapelit ovat kytkettyinä, koska muuten mittaustulos ei anna todellista arvoa itse ilmaisimen kunnosta. On muistettava myös, että jokaisessa risteyksessä liittimet eivät ole samanlaisia.

Pääsääntöisesti ilmaisimet kytketään kaapelin sinisen ja mustan johtimen väliin sekä ruskean ja harmaan johtimen väliin, poikkeuksia kytkennöissä saattaa ilmaantua, joten johdinväreihin ei suoranaisesti voi luottaa. Kuitenkin liittimeltä katsottuna yhden ilmaisimen johtimet ovat kytkettyinä vierekkäin.

Suoritettavia mittauksia ilmaisimille ovat ilmaisimen resistanssin mittaaminen sekä eristysresistanssimittaus, ilmaisimilta myös voidaan tarvittaessa mitata induktanssi, mutta se ei ole tarpeellinen mittaus kunnossapitoa ajatellen. Kuvassa 10 on esitetty, miten ilmaisinkaapelin resistanssi tulee mitata. Eristysresistanssimittauksista suoritettaessa tulee toinen mittajohtimista kytkeä suojajohtimeen tai PE-kiskoon kuten aikaisemmin kuvassa 8 on esitetty.



Kuva 10 Ilmaisinkaapeleiden resistanssin mittaaminen

5.5 Oikosulkuvirran mittaaminen

Oikosulkuvirran mittaaminen kannattaa jättää viimeiseksi mittaukseksi kunnossapito-mittauksia tehdessä, sillä se on suoritettava jännitteisenä liikennevaloristeyksen jo o-
lessa toiminnassa.

Oikosulkuvirta tulee mitata kauimmaiselta liikennevalopylväältä ohjauskojeelta kat-
sottuna. Mittaus suoritetaan pylvään sisällä olevalta riviliittimeltä. Ennen mittausta tu-
lee selvittää mitkä johtimet ovat jännitteisiä milläkin ohjelman kohdalla, sillä mittauk-
seen tarvitsee yhden jännitteisen johtimen. Helpoin tapa suorittaa mittaus on valita
pylväällä sijaitsevan opastimen punaisen tai vihreän valon johdin, oikea johdin tulee
tarvittaessa tarkistaa kytkentätaulukosta. Mittauksessa tarvitsee kytkeä myös mittaus-
laitteen PE-mittajohdin pylvään runkoon tai riviliittimeltä lähtevään pylväsmaadoitus-
johtimeen, mittauslaitteen N-mittajohdin riviliittimen N-liittimeen sekä mittauslait-
teen L-mittajohdin jännitteiseen liittimeen, mikä aiemmin on selvitetty. Kuvassa 11 on
esimerkki oikosulkuvirran mittaamisessa käytettävästä kytkennästä.



Kuva 11. Esimerkkikytkentä oikosulkuvirtaa mitatessa.

5.6 Vikavirtasuojien toiminnan testaus

Vikavirtasuojan toiminta on varmistettava testaamalla se ensin testipainikkeella. Vikavirtasuojia on pääsääntöisesti jokaisella ohjauskojeella kaksi kappaletta ja molempien toiminta on testattava testipainikkeella sekä molemmista on mitattava vikavirtasuojan todellinen toimintavirta sekä toiminta-aika. Molemmat mittaukset on suoritettava kahdesti, saaduista mittaustuloksista huonompi eli käytännössä suurempi arvo kirjataan tarkastuspöytäkirjaan.

Vikavirtasuojat sijaitsevat kaapissa liikennevalojen ohjauskojeen kanssa, samassa keskuksessa mihin on sijoitettu johdonsuojakatkaisijat sekä pistorasiat. Mittausta suoritettaessa on irrotettava keskuksen suojakansi, jolloin jännitteiset komponentit paljastuvat. Mittaus suoritetaan kytkemällä mittalaitteen PE-mittajohdin kojeen suojajohti-

meen sekä mittalaitteen N- ja L-mittajohtimet vikavirtasuojakytkimen liittimiin. Kuvas-
sassa 12 on esitetty mittajohtimien kytkentä vikavirtasuojakytkimellä. Mittausta suo-
rittaessa on huomioitava, että vikavirtasuojat ovat mitoitusvirroiltaan eri suuruiset, jo-
ten mittalaitteeseen on asetettava oikea arvo, jotta saadaan mittaus suoritettua onnis-
tuneesti.



Kuva 12. Vikavirtasuojakytkimen toiminnan mittaus.

5.7 Vaihejännitteen mittaaminen

Vaihejännite mitataan samasta keskuksessa kuin mistä vikavirtasuojat löytyvät. Mit-
taus tulee suorittaa liittimistä, joihin syöttökaapeli on kytketty, vaikka mittauksen pys-
tyisi muualta suorittamaankin. Liittimet mistä mittaus tulee suorittaa, on esitetty ku-
vassa 13. Kojeella on käytössä vain yksi vaihe, mutta on suositeltavaa mitata silti jo-
kaisen vaihejohtimen jännite ja kirjata se tarkastuspöytäkirjaan. Mittausta tehdessä on
huomioitava, että läheiset liittimet ja johtimet ovat jännitteisiä.



Kuva 13. Vaihejännitteen mittaaminen.

5.8 Mittaustulosten ja havaintojen raportointi

Pöytäkirjan alussa on kerrottuna perustietoja kuten sähkötöiden johtaja, risteysnumero sekä risteyksen osoite. Seuraava kappale käsittelee rakenteellisia tarkastuksia, joita ovat aistinvaraiset tarkastukset kuten pylväiden ja perustuksien-, opastimien-, kytkentätilojen kansien- sekä maalauksien kunto. Toisessa kappaleessa käsitellään liikennevalokeskuksen kuntoa sekä siellä sijaitsevia kytkentöjä ja merkintöjä, kuten jalustan kunto, lukituksen toiminta, kaapeleiden kytkennän tarkastus aistinvaraisesti, nimikilpien sekä sulakemerkintöjen tarkastus, kosketussuojauksen täyttyminen, suojamaadoituksen kytkentä sekä keskuksen dokumentointi. Pöytäkirjan kolmas kappale käsittelee liikennevalopylväällä olevia kytkentöjä, käyttömaadoituksia sekä suojajohtimen yhdistämistä jakorajalla, eli irti-paikassa. Tämän jälkeen kirjataan mittalaitteen tiedot seuraavaan tekstikenttään. Viimeisenä kappaleena on kunnossapitomittaukset, johon kirjataan vaihejännite, oikosulkuvirta, eristysresistanssi, suojajohtimen jatkuvuus, vikavirtasuojien arvot, ilmaisinsilmukoiden tiedot sekä eristysresistanssit ja resistanssit sekä kyseessä olevan risteyksen opastinryhmien lukumäärä.

Pöytäkirjan kohdissa suurimmassa osassa on pudotusvalikko, josta valitaan joko kohta kunnossa tai korjattavaa. Jos kyseisessä tarkastuskohdassa on korjattavaa, niin on suositeltavaa kirjoittaa huomautus, jossa kerrotaan mistä ja millainen vika on havaittu. Myös havainnollistavan kuvan liittäminen huomautuskenttään on mahdollista. Ilmaisinkaapeleista tulee kirjata ilmaisimen tunnus, kanava johon ilmaisin on kytketty, eristysresistanssi sekä resistanssiarvo. Eristysresistanssiarvon kirjaukseen riittää vain huonoin mittaustulos, jos se ylittää alimman sallitun tuloksen raja-arvon, joka on 1Mohm.

Suoritettua tarvittavat tarkastukset ja mittaukset sekä niiden kirjauksen jälkeen tulee pöytäkirja vielä kuitata valmiiksi, allekirjoittaa ja asettaa tarkastuksen suorituspäivämäärä.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda yksityiskohtainen ohje, miten kunnossapitotarkastukset tulisi suorittaa, sillä aikaisemmin kukaan ei ole vastaavaa tehnyt, josta asentajat voisivat asiaan perehtyä. Opinnäytetyön aiheen valitseminen tuntui luonnolliselta, sillä olen suorittanut töissäni pääsääntöisesti kyseessä olevia kunnossapitotarkastuksia. Tehdessäni tarkastuksia sain luotua tietyn rytmin, miten on järkevintä tarkastukset suorittaa, sekä tukevan pohjan opinnäytetyön sisältöä ajatellen. Opinnäytetyöhön onnistuin kasaamaan kattavat kuvaukset jokaisesta tarvittavasta mittauksesta sekä luomaan monipuolisen ohjeen niiden suorittamiseen.

LÄHTEET

D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2018. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STLU ry. Viitattu 12.2.2020

Liikennevalojen suunnittelu. 2005. Helsinki: Väylävirasto (Tiehallinto). Viitattu 25.3.2020. https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100040-v-05liik_valoj_suunn_liva.pdf

Liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista. 2001. 2001/1012.

Sane, K. 1983. Liikennetieto-ohjattujen liikennevalojen toimintaperiaatteita. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus, tiensuunnittelutoimisto.

SFS-käsikirja 600-1-1. 2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Viitattu 12.2.2020.

ST 33. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 2018. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 14.4.2020. <https://severi.sahkoinfo.fi>


Sähköturvallisuuslaki. 2016. 2016/1135 muutoksineen.

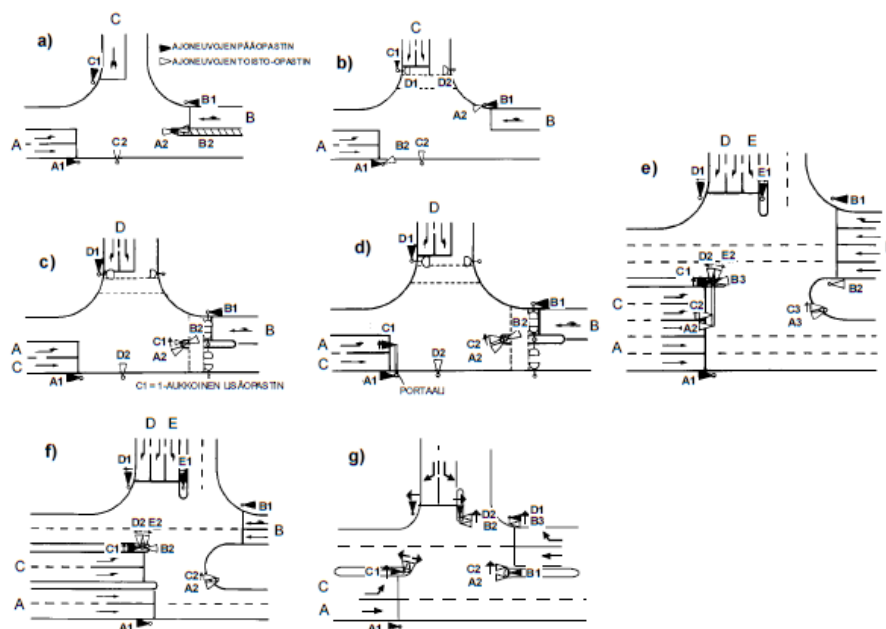
Sähköturvallisuuden edistämiskeskuksen www-sivut. Viitattu 23.4.2020. <https://stek.fi/>

Tampereen Sähkölaitoksen www-sivut. Viitattu 12.3.2020. <https://www.sahkolaitos.fi/>

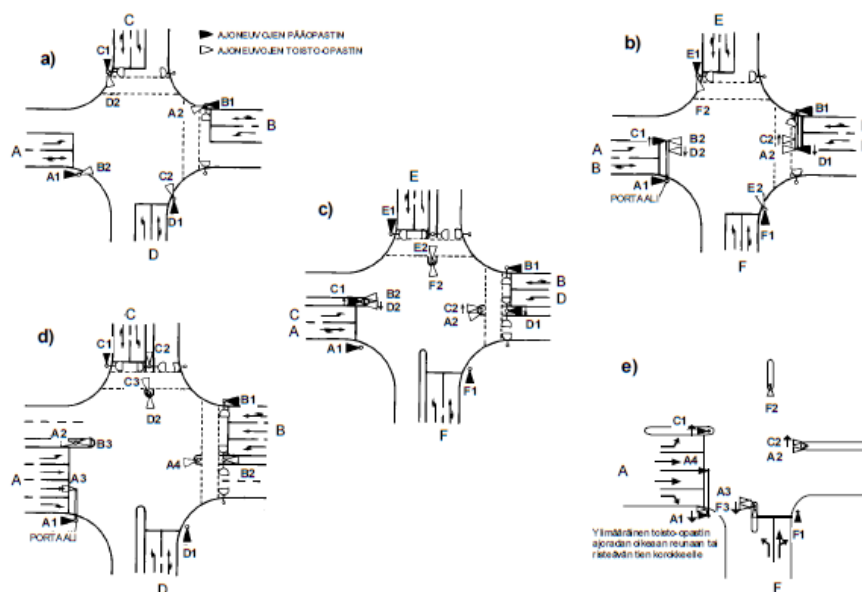
Tampereen Veran www-sivut. Viitattu 12.3.2020. <https://tampereenvera.fi/>

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. 2004. Helsinki: Väylävirasto (Tiehallinto). Viitattu 26.3.2020. https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/tylt7340_koekayttover_070704.pdf

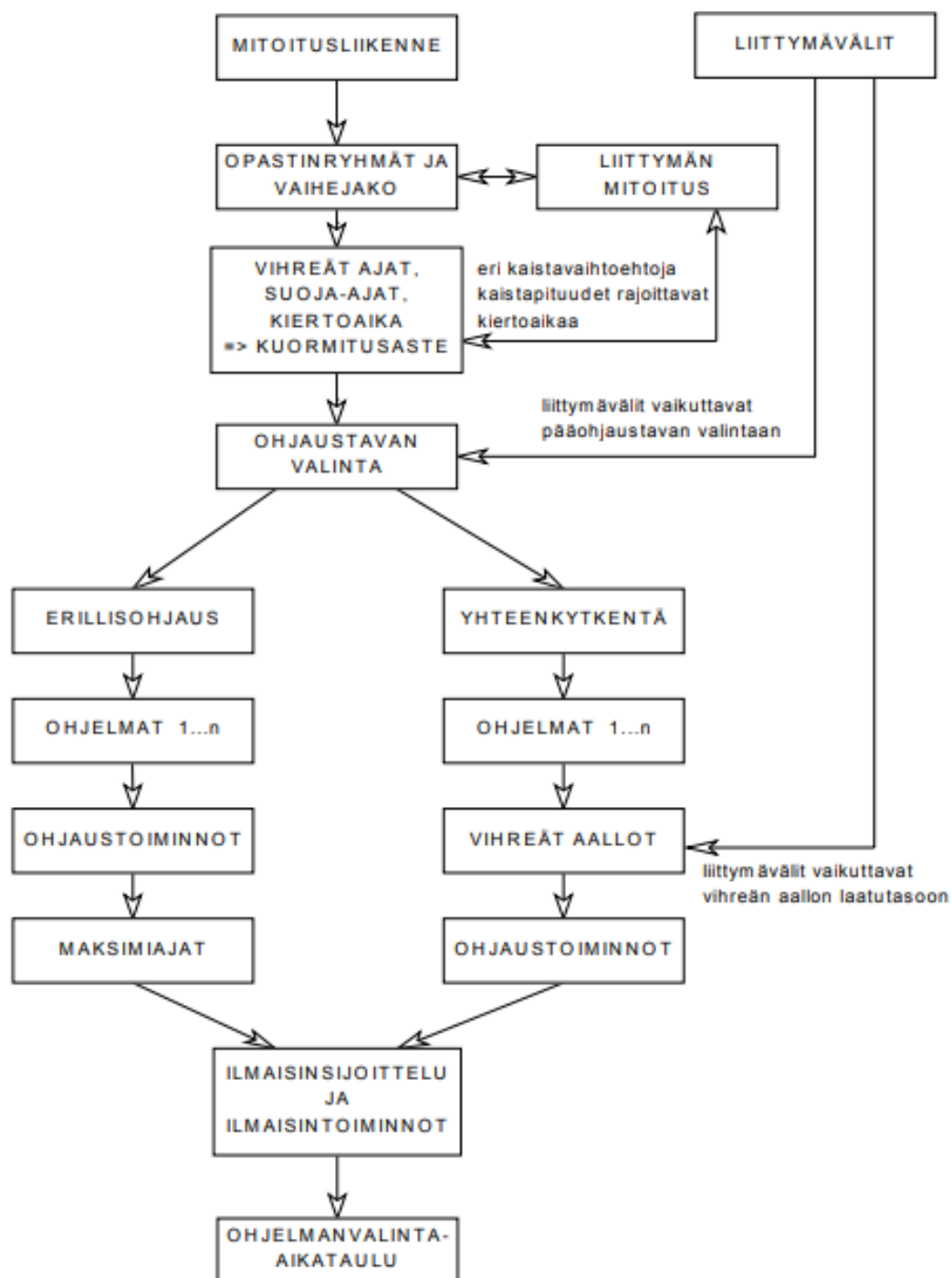
	LIIKENTEEN OHJAUS Liikennevalot	2005
---	--	-------------



Kuva 7F-1.2 Esimerkkejä kolmihaaraliittymän opastinjärjestelyistä.



Kuva 7F-1.3 Esimerkkejä nelihaaraliittymän opastinjärjestelyistä.



STANDARDIN SFS-EN 12675 MUKAISISTA OHJAUSKOJEEN TOIMINNAN TURVALLISUUSVAATIMUKSISTA HYVÄKSYTTÄVÄT LUOKAT

SFS-EN 12675		Tiehallinnon töissä hyväksyttävät luokat		
KOHTA	KÄSITE	KÄSITE	LUOKKA *)	VIKATIILA
4	FUNCTIONAL SAFETY REQUIREMENTS	TOIMINNALLISET TURVALLISUUSVAATI-MUKSET		
4.5	Conflict faults	Törmäysuhkaviat		
4.5.1	Signal group conflicts	Opastinyhmien törmäysuhka		
4.5.1a	Green-green conflict	Vihreiden ryhmien välinen törmäysuhka	AA1	X keltavilkuu (1)
4.5.1b	Green-yellow conflict	Vihreän ja keltaisen ryhmän välinen törmäysuhka	AB1	X keltavilkuu (1)
4.5.1c	Yellow-yellow conflict	Keltaisten ryhmien välinen törmäysuhka	AC0	-
4.5.1d	Green-red/yellow conflict	Vihreän ja punakeltaisen ryhmän välinen törmäysuhka	AD0	-
4.5.1e	Green-green/yellow conflict	Vihreän ja keltavihreän ryhmän välinen törmäysuhka	AE0	-
4.5.2	Signal group green/absent red conflict	Vihreän ja puuttuvan punaisen ryhmän välinen törmäysuhka		
4.5.2a	Absence of any conflicting red signal	Törmäysuhkaisen punaisen opastinkuvan puuttuminen	AF0	-
4.5.2b	Absence of conflicting red on specified signals	Punaisen opastinkuvan puuttuminen määrätystä ryhmästä	AG0	-
4.5.2c	Absence of the last conflicting red signal	Viimeisen törmäysuhkaisen punaisen opastinkuvan puuttuminen	AH0	-
4.5.3	Absent red/absent red conflicts	Puuttuvien punaisten ryhmien välinen törmäysuhka	AJ0	-
4.6	National signal regulations (unwanted signals)	Paikalliset määräykset (virheelliset opastinkuvat)		
4.6a	National signal regulations (infringement)	Paikalliset määräykset (päällekkäiset opastinkuvat)	BA1	X keltavilkuu (1)
4.6b	Standby mode (flashing signals)	Valmiustila (keltavilkuu)	BB0	-
4.6c	Failure mode (flashing signals)	Vikatila (keltavilkuu)	BC0	-
4.6d	Rate and duration of flashing signals during standby mode	Keltavilkun taajuus ja kesto valmiustilassa	BD0	-
4.6.e	Rate and duration of flashing signals during failure mode	Keltavilkun taajuus ja kesto vikatilassa	BE0	-
4.7	Absent signals	Puuttuvat opastinkuvat		
4.7.1	Absent signal group red signals	Punaisen opastinkuvan puuttuminen		
4.7.1a	Absence of a red signal on a specified signal group	Määrätyn opastinyhmän punaisen opastinkuvan puuttuminen	CA0	-
4.7.1b	Absence of the last red signal	Viimeisen punaisen opastinkuvan puuttuminen	CB0	-
4.7.1c	Absence of a number of red signals	Punaisten opastinkuvien puuttuminen	CC1	X keltavilkuu (1)
4.7.1d	Absence of specified red signals	Määrättyjen punaisten opastinkuvien puuttuminen	CD1	X keltavilkuu (1)
4.7.2	Absent signal groups, yellow or green signals	Opastinyhmän vihreän tai keltaisen opastinkuvan puuttuminen	CE1	X normaali
4.8	Compliance checking	Ohjauksen noudattamisen tarkistus	DA1	X keltavilkuu (1)
4.9	Safety timings	Turvallisuusajotukset		
4.9a	Stored values of timings	Tallennetut ajotukset	FA1	keltavilkuu (1)
4.9b	Time base frequency	Kellotaajuus	FB1	keltavilkuu (1)
4.9c	Minimum values of time settings	Ajotusten minimaika	FC1	normaali
4.9d	Maximum values of time settings	Ajotusten maksimaika	FD1	normaali
4.9e	Duration of timings	Ajotusten kesto	FE1	normaali
4.10	National signal sequences	Kansalliset opastinkuvat		
4.10a	National signal sequences (infringement)	Kansalliset opastinkuvat (päällekkäiset opastinkuvat)	GA0	-
4.10b	Specified signal group green to signal group green movements	Opastinkuvan vaihtuminen vihreältä vihreälle	GB0	-
4.10c	Specified signal start up sequence signal group movements	Käynnistysjakson alkaiset opastinkuvat	GC1	X normaali
4.11	Faults of external inputs	Ulkoisten tulolaitteiden vika	HA1	- (2)

*) Vikatila ei ole merkitystä

(1) Ei koske tunnelissa, rajanylityspaikoilla ja pysäköintilaitoksissa käytössä olevia 2-aukkoisia opastimia, joissa ei ole keltaista valoaukkoa.

(2) Ilmaisinvian tapauksessa ohjauksen (normaali)toiminta jatkuu kohdassa 3.6.5 määritellyllä tavalla.

*) X = vaatimus, joka velvoittaa kaikkia tienpitäjiä

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1 000
125	625	781,3	1 250	1 562,5

TAULUKKO 41.4a. Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat eri suojalaitteilla.

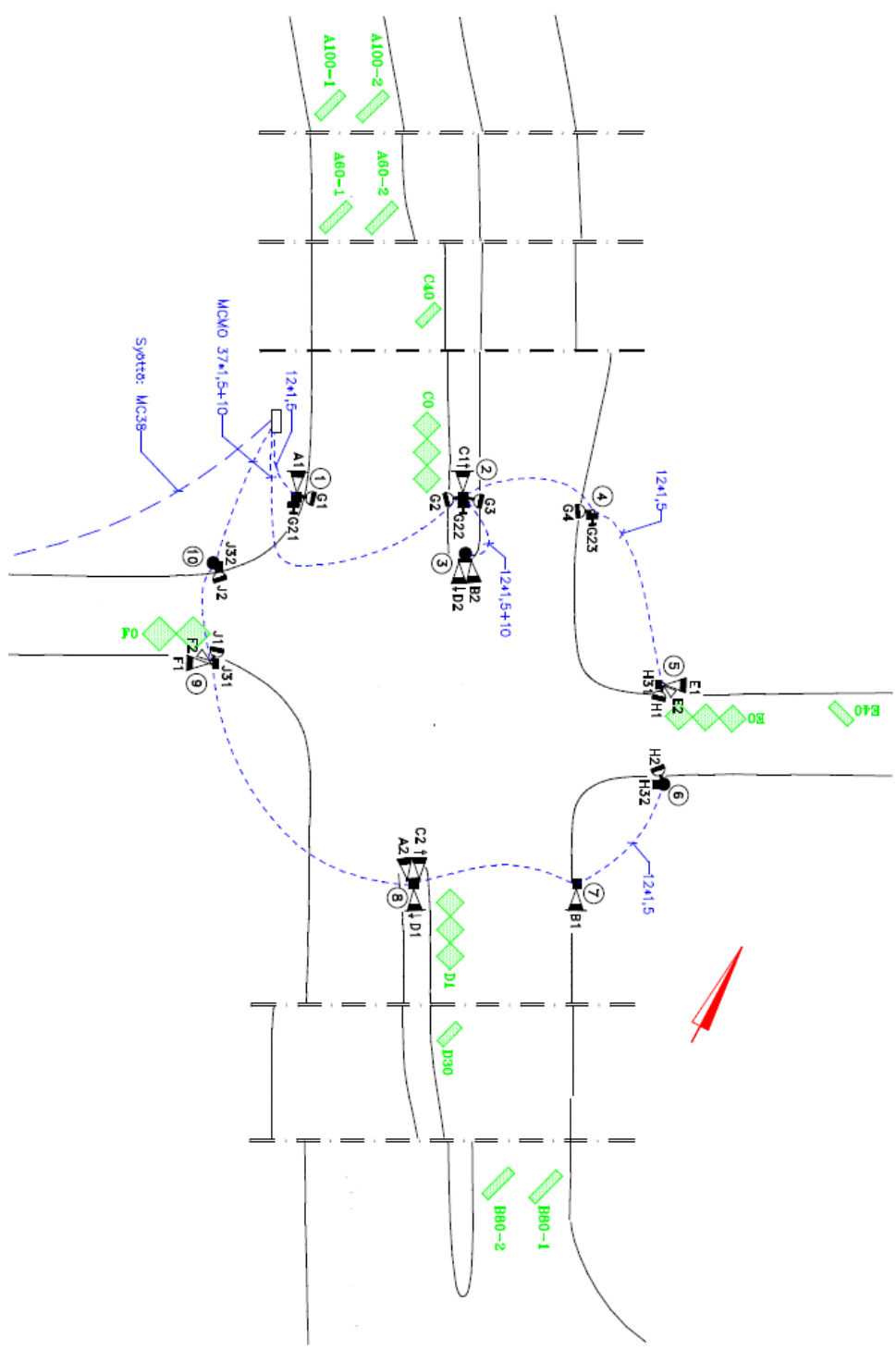
LIITE 5

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	D-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	K-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	120	150	72	90
10	200	250	120	150
13	260	325	156	195
16	320	400	192	240
20	400	500	240	300
25	500	625	300	375
32	640	800	384	480
50	1 000	1 250	600	750
63	1 260	1 575	756	945
80	1 600	2 000	960	1 200
125	2 500	3 125	1 500	1 875

TAULUKKO 41.4b.

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	gG-sulake 0,4	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0	Vaadittu mitattu arvo
A	s	A	s	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	-	-	165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	-	-	425	531,3
100	-	-	580	725
125	-	-	715	893,8
160	-	-	950	1187,5
200	-	-	1250	1562,5
250	-	-	1650	2062,5
315	-	-	2200	2750
400	-	-	2840	3550
500	-	-	3800	4750
630	-	-	5100	6375

TAULUKKO 41.5. gG-sulakkeiden edellyttämät pienimmät oikosulkuvirrat.



LIITE 8

Kojeen rivil.	Pylväs rivl.	Opastimen kytkentä			Kojeen rivil.	Pylväs rivl.	Opastimen kytkentä		
N	1	Nolla	1	1	N	1	Nolla	1	1
N	2	Nolla	2	2	N	2	Nolla	2	2
21	3	P/B2	3		11	3	P/A2		
22	4	K/B2	4		12	4	K/A2		
23	5	V/B2	5		13	5	V/A2		
31	6	P/C1			21	6	P/B1		
32	7	K/C1			22	7	K/B1		
33	8	V/C1			23	8	V/B1		
41	9	P/D2	6		31	9	P/C2		
42	10	K/D2	7		32	10	K/C2		
43	11	V/D2	8		33	11	V/C2		
51	12	P/E1.E2		3	41	12	P/D1		
52	13	K/E1.E2		4	42	13	K/D1		
53	14	V/E1.E2		5	43	14	V/D1		
71	15	P/G2.G3.G4			61	15	P/F1.F2		
73	16	V/G2.G3.G4			62	16	K/F1.F2		
81	17	P/H1 S/H31		6	63	17	V/F1.F2		
83	18	V/H1 S/H31		7	81	18	P/H2 S/H32		3
C	19	~/G22.G23,J31		8	83	19	V/H2 S/H32		4
74	20	T/G22.G23			91	20	P/J1.J2 S/J31.J32		
	21				93	21	V/J1.J2 S/J31.J32		
	22				C	22	~/H32,J31,J32		5
	23				24	23	~/N-B1		
	24					24			
	25					25			
	26					26			
	27					27			
	28					28			
	29					29			
	30					30			
	31					31			
	32					32			
	33					33			
	34					34			
	35					35			
	36					36			
	37					37			
Pylväät:		2 - 5	3	5	Pylväät:		6 - 10	6	
Kaapelit jätetään kytkemättä pylväiden					ja väliltä.				
<p>P: Opastimen punainen lamppu K: Opastimen keltainen lamppu V: Opastimen vihreä lamppu T: Jalankulkupainikkeen ohjausjohdin S: Sokeainsummeri C: Vaihe (230V AC)</p>									
OPASTINKAAPELEIDEN KYTKENTÄTAULUKKO									
RISTEYS:									
No:									
9.3.12 TA Nupit									

