



Raideliikenteen turvalaitteiden kunnossapito

Kalle Ahola

Opinnäytetyö, AMK

Syyskuu 2021

Tekniikan ja liikenteen ala

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Ahola, Kalle

Raideliikenteen turvalaitteiden kunnossapito

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Syyskuu 2021, 86 sivua

Tekniikan ala. Insinööri (AMK), Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: Kyllä

Tiivistelmä

Turvalaitteiden käytettävyys ja toimintavarmuus ovat sujuvan ja turvallisen junaliikenteen ehdottomia edellytyksiä ja siitä syystä raideliikenteen turvalaitteita tulee huoltaa ja ylläpitää jatkuvasti. Turvalaitteiden moninaisen kirjon ja useiden eri laitevalmistajien vuoksi, samantyyppisiä turvalaitteita huolletaan eritavoin, eivätkä nämä huoltotavat ja käytänteet välttämättä ole aivan selkeitä, varsinkaan vasta uransa alkutaipaleella oleville asentajille.

Työn tavoitteena oli tutkimuksen viitekehyksen, omaperäisten kokemusten ja asiantuntijahaastatteluiden kautta laatia huolto-ohje, jonka avulla turvalaitteiden huoltoihin olisi mahdollista saada yhteneväisyyttä kaikilla kunnossapidon alueurakoilla. Laadittavaa huolto-ohjetta olisi mahdollista soveltaa myös uusien asentajien perehdytysmateriaalina.

Opinnäytetyö toteutettiin kvalitatiivisen tutkimuksen tunnusmerkkejä soveltaen ja tutkimukseen kerättiin aineistoa niin laitevalmistajien manuaalien kuin olemassa olevien ohjeiden ja säännösten muodossa. Opinnäytetyössä käytettävät asiantuntijahaastattelut suoritettiin pääasiassa etäyhteyksien välityksellä, johtuen henkilöiden välisistä välimatkoista. Haastatteluja pidettiin myös maastossa käytännön työtä suorittaville henkilöille, eli NRC Group Finland Oy:n turvalaiteasentajille. Haastatteluista saatua tietoa analysoitiin ja verrattiin tehtäväluettelossa vaadittuihin toimenpiteisiin.

Toteutettu tutkimus osoitti, että asentajilla ei ollut aivan yhteneväisiä tapoja ja mielipiteitä siitä, kuinka turvalaitteet huolletaan parhaalla mahdollisella ja tehtävälistan mukaisilla tavoilla. Haastatteluista myös ilmeni, että turvalaitteiden huoltojen suoritustavat ovat enemmänkin periytyneet ”isältä pojalle”, kuin että olisivat jonkin virallisen ohjeen mukaisesti tehtyjä. Tämä johtui osittain siitä, että laitekanta oli osittain erityisen vanhaa, eikä näiden huoltamiselle ollut laadittu minkäänlaista virallista ohjetta.

Pääsääntöisesti asentajilla oli oikeat ja asianmukaiset suoritustavat huoltojen laadukkaalle suorittamiselle, mutta huoltotapojen yhtenäistämällä saadaan jatkossa huollot suoritettua laadukkaasti ja ennen kaikkea turvallisesti kaikilla kunnossapitoalueilla.

Avainsanat (asiasanat)

Turvalaite, raideliikenne, kiskoliikenne, kunnossapito, huolto-ohje

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Maintenance of railway signaling systems

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences. September 2021, 86 pages

Engineering and technology. Degree Programme in Electrical and Automation Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The availability and reliability of railway signaling systems are essential preconditions for smooth and safe train traffic, and therefore signaling systems must be constantly serviced and maintained. Due to the diverse range of safety devices and the number of different equipment manufacturers, the same type of signaling systems are serviced differently, and these maintenance methods and practices may not be entirely clear, especially to installers at an early stage in their careers.

The aim of the work was to develop a maintenance manual through the research framework, own experiences and expert interviews, which would make it possible to achieve consistency in the maintenance of signaling systems in all regional maintenance areas. The maintenance manual to be drawn up, could also be applied as an introductory material for new installers.

The thesis was carried out applying the characteristics of qualitative research, and material was collected for the research in the form of both equipment manufacturers' manuals and existing instructions and regulations. The expert interviews used in the thesis were conducted mainly via remote connections, due to the distances between the persons. Interviews were also held with people performing practical work in the field, NRC Group Finland Oy's signaling systems installers. The information obtained from the interviews was analyzed and compared with the measures required in the to-do list.

The study carried out showed that the installers did not have the same ways and opinions on how to maintain the signaling systems at the best possible ways. Interviews also revealed that the methods of performing signaling systems maintenance are more inherited from "father to son" than if they were done according to some official guideline. This was partly because the equipment base was particularly old, and no official instructions had been drawn up for their maintenance.

As a rule, the installers had the correct and appropriate procedures for high-quality maintenance, but the harmonization of maintenance methods will enable high-quality and, above all, safe maintenance to be carried out in all maintenance areas.

Keywords/tags (subjects)

Signaling systems, railway traffic, maintenance, service instructions

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto	7
2	NRC Group Finland Oy.....	7
3	Raideliikenteen turvalaitteet	10
3.1	Asetinlaite.....	12
3.2	Suojastusjärjestelmä	12
3.3	Junien kulunvalvonta	13
3.4	Kauko-ohjaus.....	14
3.5	Varoituslaitos	15
3.6	Opastinjärjestelmä	16
3.7	Raidevirtapiiri	18
3.8	Akselinlaskija	19
3.9	Vaihteen sähkökääntölaite	20
3.10	Paikallisluvat ja avainsalpa	21
3.11	Virransyöttölaitteisto	22
3.12	Turvalaitetila	23
4	Turvalaitteiden kunnossapito.....	24
4.1	Kunnossapito- ja palveluluokat	25
4.2	Tietokoneasetinlaitteen kunnossapito-ohje	27
4.2.1	Monitorien ja huoltopäätteiden toimintakokeilu	27
4.2.2	Tietokoneiden ja järjestelmäkoteloiden puhtaanapito	27
4.2.3	Erilliskäyttöpaikkojen käyttöliittymien tarkastus ja toimintakokeilu	27
4.2.4	Silmukoiden jakautumisen ja A/B koneiden käännön huolto	28
4.2.5	STR-kontaktorien toiminnan tarkastus.....	29
4.2.6	Dokumenttien tarkastus	31
4.2.7	Varaosien inventointi.....	31
4.2.8	Varaosien toimintakokeilu.....	31
4.2.9	Ilmaisujen tarkastus.....	31
4.3	Relelohjaisten asetinlaitteiden kunnossapito-ohje	32
4.3.1	Releistöjen koskettimien puhtauden tarkastus.....	32
4.3.2	Ohjaus- ja ilmaisintaulujen tarkastus ja toimintakokeilu	34
4.3.3	Aikareleiden -ja relehidastusten tarkastukset.....	35
4.3.4	Tukireleiden voitelu	36
4.3.5	Ruuviliitosten kireyden tarkastus	37

4.3.6	Dokumenttien tarkastus	38
4.3.7	Varaosien inventointi.....	38
4.3.8	Laitetilan ja -kaappien puhdistus.....	38
4.3.9	Releryhmien täyshuolto.....	39
4.4	Suojastuksen kunnossapito-ohje	39
4.4.1	Suojastuksen syöttö- ja ohjaus jännitteiden mittaus	39
4.4.2	Aikareleiden -ja relehidastusten tarkastukset.....	39
4.4.3	Releryhmien kiinnityksen tarkastus.....	39
4.4.4	Ilmaisujen tarkastus	40
4.4.5	Ruuviliitosten kireyden tarkastus	40
4.4.6	Dokumenttien tarkastus	40
4.4.7	Kojujen ja kaappien puhdistus.....	40
4.4.8	Tukireleiden voitelu	41
4.5	Kulunvalvonnan kunnossapito-ohje.....	41
4.5.1	Käyttöjännitteiden, teholähteiden ja ylijännitesuojien tarkastus	41
4.5.2	Ruuviliitosten kireyden tarkastus	41
4.5.3	Dokumenttien tarkastus	42
4.5.4	Baliisin kiinnityksen tarkastus.....	42
4.5.5	Baliisikaapelin, kiskokotelon ja baliisin tarkastus	42
4.5.6	Ohjelmoitujen ja varastoitujen baliisien tarkastus.....	42
4.6	Kauko-ohjausjärjestelmän kunnossapito-ohje.....	42
4.6.1	Välityksen tarkastus verkkokatkon aikana	42
4.6.2	Kauko-ohjauksen jännitteiden mittaus	43
4.6.3	Järjestelmän tietokoneiden tarkastus ja puhdistus.....	43
4.6.4	Ruuviliitosten kireyden tarkastus	43
4.6.5	Dokumenttien ja varaosien tarkastus.....	44
4.7	Varoituslaitoksen kunnossapito-ohje.....	44
4.7.1	Aikareleiden asetusten tarkastus ja testaus.....	44
4.7.2	Ilmaisujen tarkastus.....	46
4.7.3	Poistojen tarkastus	46
4.7.4	Laitoksen toimintakokeilut	47
4.7.5	Ruuviliitosten kireyden tarkastus	47
4.7.6	Dokumenttien ja varaosien tarkastus.....	47
4.7.7	Merkkien ja kilpien puhdistus.....	47
4.7.8	Teholähteiden ja virransyötön tarkastus.....	47
4.7.9	Soittokellojen tarkastus	47
4.7.10	Etävalvontalaitteiston toimintatarkastus	47

4.7.11	Puominkääntölaitteen tarkastukset	48
4.7.12	Johdotusten ja riviliittimien tarkastukset	53
4.7.13	Suojakaiteiden tarkastus	53
4.7.14	Turvallituksen käyttö -ja häiriöpäiväkirjan tarkastus	54
4.7.15	Kojun tai kaapin kunnossapito.....	54
4.8	Valo-opastimen kunnossapito-ohje	54
4.8.1	Opastimen yleiskunnon tarkastus	54
4.8.2	Lampunpitiimen kosketuspintojen tarkastus ja puhdistus	55
4.8.3	Ruuviliitosten tarkastus	55
4.8.4	Opastinlampun vaihto	56
4.8.5	Varalangan kokeilu	56
4.9	Raidevirtapiirin ja raidereleen kunnossapito-ohje.....	57
4.9.1	Kiskoliityntöjen tarkastus	57
4.9.2	Kytkenäkotelon tarkastus.....	57
4.9.3	Kiskopäiden tarkastus	58
4.9.4	Raidevirtapiirin seurantamittaukset vaihtovirtapiiristä	59
4.9.5	Ylijännitesuojien tarkastus.....	65
4.9.6	Raidevirtapiirin seurantamittaukset tasavirtapiiristä.....	66
4.9.7	Raidevirtapiirin seurantamittaukset varoituslaitoksessa	67
4.10	Akselinlaskentaosuuden kunnossapito-ohje.....	68
4.10.1	Laskenta-anturin ja kotelon tarkastus	68
4.10.2	Siemens laskenta-anturin mittaukset.....	68
4.10.3	Tiefenbach laskenta-anturin mittaukset	71
4.11	Vaihteen kunnossapito-ohje	73
4.11.1	Paikallispainikkeiden ja kaappien tarkastus	73
4.12	Vaihteen sähkökääntölaitteen kunnossapito-ohje	74
4.12.1	Valvontakoskettimien tarkastus	74
4.12.2	Kytkenäkotelon, johdinliitosten ja liitäntäkaapelin tarkastus.....	74
4.13	Paikallislupien ja avainsalpalaitteiden kunnossapito-ohje	75
4.13.1	Tekninen ja toiminnallinen toimintakoe	75
4.14	Virransyöttölaitteiden kunnossapito-ohje	76
4.14.1	Jännitteiden ja taajuusvalvonnan tarkastus	76
4.14.2	Maavikailmaisimien toimintakokeilu ja säätö	76
4.14.3	Virransyöttökaappien tarkistus ja puhdistus	77
4.14.4	Hälytysten ja ilmaisujen tarkastus	77
4.14.5	Ruuviliitosten kireyden tarkastus	77

4.14.6	Toimintakokeilu verkkokatkolla.....	77
4.14.7	Tasasuuntaajan tarkastukset	77
4.14.8	Vaihtosuuntaajan tarkastukset.....	78
4.14.9	UPS-laitteiston tarkastukset	78
4.14.10	Akuston tarkastukset	78
4.15	Turvalaitetilojen kunnossapito-ohje	80
4.15.1	Turvalaitetilojen kunnossapito	80
4.16	Johtoteiden, kaapeloinnin ja radan merkkien kunnossapito-ohje	81
4.16.1	Johtoteiden tarkastukset	81
4.16.2	Kaapeloinnin tarkastukset	81
4.16.3	Maadoitusten tarkastukset.....	83
5	Pohdinta	84
	Lähteet	86

Kuviot

Kuvio 1.	NRC Group:n logo. (NRC Group 2021).	8
Kuvio 2.	Rataverkon kunnossapitoalueet (Väylävirasto 2016).	9
Kuvio 3.	NRC Group Finland Oy:n taloustietoja (Kauppalehti 2021).	9
Kuvio 4.	Rautatieturvalaitteet Suomessa 2016. (Turvalaitteet 2014).	11
Kuvio 5.	Liikennepaikkojen väli ilman -ja suojastuksella.	12
Kuvio 6.	Bombardier Transportationin baliisipari.....	13
Kuvio 7.	Kouvolan liikenteenohjauspiste (Kouvolan sanomat 2020).	14
Kuvio 8.	Ääni -ja valomerkein varustettu varoituslaitos	15
Kuvio 9.	Pääopastimen opasteet (Rautatieturvalaitteet 2014).	16
Kuvio 10.	Esiopastimen opasteet (Rautatieturvalaitteet 2014).	17
Kuvio 11.	Raideopastimen opasteet (Rautatieturvalaitteet 2014).	17
Kuvio 12.	Yhdistelmäopastimen opasteet. (Rautatieturvalaitteet 2014).	17
Kuvio 13.	Kaksikiskoisesti eristetyn raiteen eristysjatkokset ja kytkentäkotelo.....	19
Kuvio 14.	Pitkä vaihde kahdella kääntölaitteella ja kääntöavustimella. (AEL 2017).	20
Kuvio 15.	Avainsalpalaitte, varmistuslukko ja käsikäyttöinen raiteensulku	21
Kuvio 16.	Naarajärven vuonna 2019 uusittu akusto.....	22
Kuvio 17.	Pihlajaveden asetinlaitetila	23

Kuvio 18. Siemens Simis-C erilliskäyttömonitori. (Siemens N.d.).	28
Kuvio 19. STR-kontaktorit Jyväskylän asetinlaitteella	29
Kuvio 20. BSTR ja varmuuskatkaisukontaktorien piirikaavio. (Siemens N.d.).	30
Kuvio 21. BSTR-koneiden vaikutusalueet Jyväskylän liikennepaikalla	30
Kuvio 22. Siemensin K50-rele	32
Kuvio 23. K50-tukireleen mittaus- ja säätötyökalut. (Koskettimien puhdistus 2020).	33
Kuvio 24. Ohjaus -ja ilmaisintaulu Saakoskella	34
Kuvio 25. 70-21-168-801 tyyppinen aikarele	36
Kuvio 26. Siemensin K50-tukirele	37
Kuvio 27. Releasetinlaitteen ruuviliitos kytkentälista	38
Kuvio 28. Raidevirtapiirin releryhmä	40
Kuvio 29. JKV-koodaimet ja virtalähde	41
Kuvio 30. TAKO kauko-ohjausjärjestelmän logiikka	43
Kuvio 31. Tasoristeyslaitoksen aikareleitä. Keskellä vikareet V1,V2 ja V3	44
Kuvio 32. Puominkääntölaite	48
Kuvio 33. Kitkapakan lukitusprikan siiveke	50
Kuvio 34. Puomin syöttö- (vasen) ja jarrupistoke (vasen)	51
Kuvio 35. Puomin vastapainot	52
Kuvio 36. Pääopastin jonka yhteydessä esiopastin	55
Kuvio 37. Lamppujännitteen mittaus	56
Kuvio 38. Yksikiskoisesti eristetty raidevirtapiiri. 1. Kiskoliityntäjohtin ja suoja-putki. 2. Kytkentäkotelo	57
Kuvio 39. Kytkentäkotelo sisältä	58
Kuvio 40. Raidevirtapiirin eristys	59
Kuvio 41. Siemens raiderele	60
Kuvio 42. Siemens vaihtovirtapiirin periaatekuva. (Turvalaiteohjeet 2007).	61
Kuvio 43. Raidevirtapiirin säätömittari	62
Kuvio 44. Vaihesiirtokulman määrittäminen. (Turvalaiteohjeet 2007).	65
Kuvio 45. Tasavirtaraidevirtapiirin periaate. (Turvalaiteohjeet 2007).	66
Kuva 46. Raidereleryhmä ja sen kytkentäpisteet	67
Kuvio 47. Siemens tasavirtaraiderale	67
Kuvio 48. Siemens akselinlaskijan parametrien tarkastus	68
Kuvio 49. Potentiometrit taajuuden muuttamiseksi	69
Kuva 50. Taajuuden ja jännitteen mittaaminen sisäyksiköstä	70
Kuva 51. Tiefenbach laskenta-anturin liittäminen säätimeen	71

Kuvio 52. Laskenta-anturin säätölevyn asennus.....	72
Kuvio 53. Laskenta-anturin potentiometrin säätäminen.....	72
Kuvio 54. Paikallislupapainikkeet.....	73
Kuvio 55. Vaihteenkääntölaitteen vaolvontakoskettimet.....	74
Kuvio 56. Vaihteenkääntölaitteen kytkentälista.....	74
Kuvio 57. Vaihteenkääntölaitteen liitäntäpistoke	75
Kuvio 58. Maavikailmaisimen säätäminen erillisellä vastuksella	76
Kuvio 59. ABB DPA UPScale modulaarinen UPS-laite	79
Kuvio 60. Eristysvastuksen mittaaminen	82
Kuvio 61. Säteiden jatkuvuuden mittaus.....	83
Kuvio 62. Maadoitusmittauksen periaate.....	83

Taulukot

Taulukko 1. Varoituslaitoksen aikareleet ja niiden ajastukset	45
Taulukko 2. Siemens raidereleen mittaukset	61
Taulukko 3. Raidevirtapiirin mittauspöytäkirja.....	64
Taulukko 4. Tasavirtapiirin mittapistet	67
Taulukko 5. Siemens akselinlaskenta-anturin parametrit	69
Taulukko 6. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot.....	81

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia NRC Group Finland Oy:n tarpeiden mukaisesti radan turvalaitteisiin huolto-ohje, jonka opastuksella niin maallikot, kuin uransa alkumetreillä olevat turvalaiteasentajat pystyisivät suorittamaan rataverkon turvalaitteille huoltotoimenpiteitä. Nykyisellään laitteistojen huoltoihin ei ole juurikaan saatavilla muuta kuin Väyläviraston laatima turvalaitteiden yleinen kunnossapito-ohje, jossa on lueteltuna turvalaitteisiin tehtävät huollot, ottamatta kuitenkaan kantaa huollon varsinaisiin suoritustapoihin ja menetelmiin. Huolto-ohje on laadittu pääasiassa kunnossapitoalueiden 4 ja 5 turvalaitekannan mukaan, joten laadittavaa ohjetta ei voi kaikilta osin soveltaa muiden kunnossapitoalueiden turvalaitteiden huoltoihin.

Opinnäytetyön tärkein tavoite oli selvittää ja yhtenäistää alueiden välisiä turvalaitteiden huoltotoimenpiteitä, sillä alueilla olevat turvalaitteet olivat osittain jopa 1977–1990 luvulta, eikä näistä löytynyt minkäänlaisia virallisia tai valmistajan laatimia huolto-ohjeita. Huoltoja oli suoritettu aiemmin rataverkon turvalaiteisännöitsijän toimittaman tehtäväluettelon mukaan, mutta tässä ei oteta kantaa siihen, kuinka huollot suoritetaan käytännössä. Huoltojen oikealla ja yhtenevällä suoritustavalla on erittäin tärkeä rooli rataverkon ja ennen kaikkea turvalaitteiden toimintavarmuuden ja käytettävyyden kannalta, jolla taas voidaan taata turvallinen ja ajantasainen rautatieliikenne, niin tavara- kuin matkustajaliikenteessä.

Opinnäytetyön lopputuloksena saadaan selkokielinen ja asentajaystävällinen huolto-opas rautatieliikenteen turvalaitteiden huolloista, jonka avulla saadaan huollettua turvalaitteita parhaalla mahdollisella tavalla ja jolla helpotetaan kunnossapitoalueiden välistä yhteistyötä, esimerkiksi tilanteissa, joissa asentajia ”lainataan” alueiden välillä.

2 NRC Group Finland Oy

NRC Group Finland Oy on osa norjalaista NRC Group konsernia (kuvio 1), jonka toiminta on keskittynyt pääasiassa infra-alalle ja erityisesti rautateihin erilaisten rakentamis- ja kunnossapitoprojektien muodossa. Aiemmin Suomen yhtiö on toiminut nimellä VR Track Oy, mutta omistajuus siirtyi NRC:lle vuonna 2019 yrityskauppojen myötä. Tällä hetkellä NRC:llä on radan ja turvalaitteiden

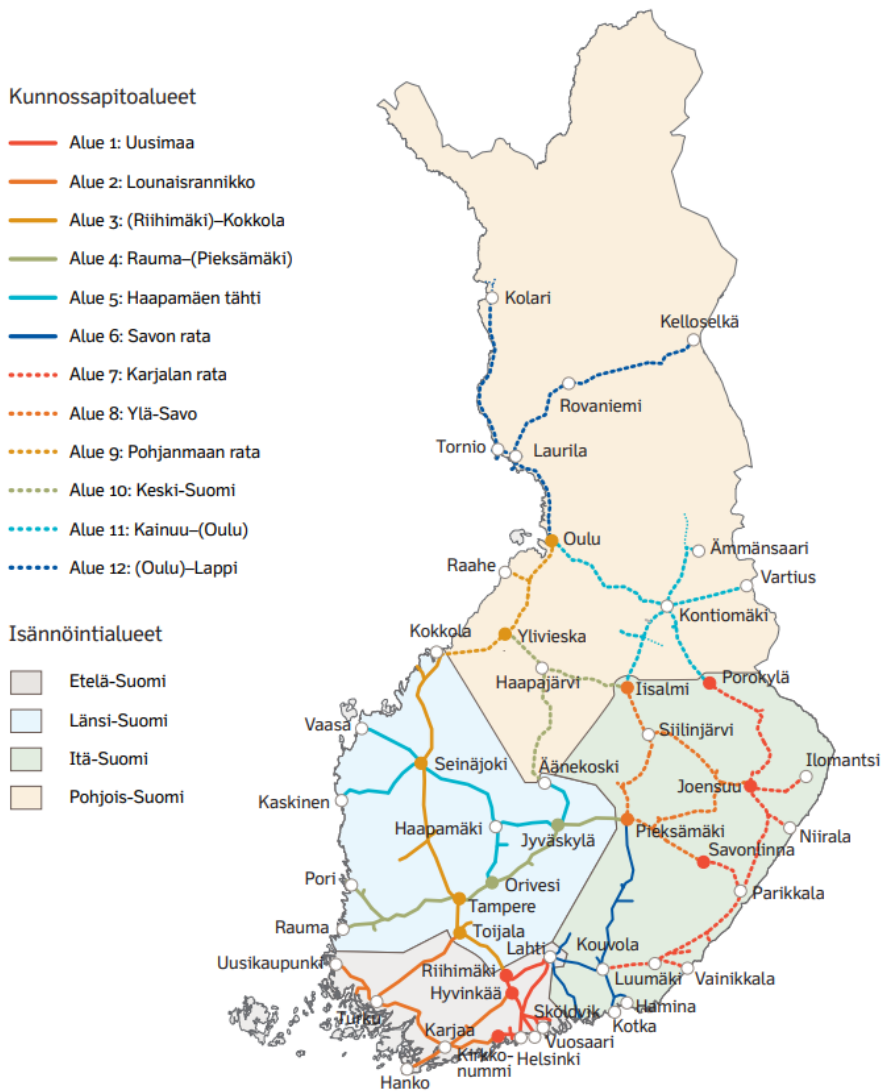
kunnossapitoprojekteja yhteensä seitsemän kappaletta kahdestatoista alueesta, joihin kuuluu alueet 2, 4, 5, 7, 9, 11 ja 12. Kunnossapitoalueet ovat esitettynä kuviossa 2. NRC:llä on myös erillinen rakentamisyksikkö, jolla on useita erilaisia projekteja käynnissä ympäri Suomen, joista suurin yksittäinen on esimerkiksi Joensuun ratapihan uudistushanke, jolle on myönnetty 42 miljoonan euron budjetti. (NRC Group)

Yrityksen rakenne koostuu Norjan, Ruotsin ja Suomen yhtiöistä, joilla kaikilla on omat toiminta-alueensa. Norjan ja Ruotsin toimintaan kuuluu pääasiallisesti radan sekä ympäristön rakennus, kun taas Suomen yksikön toimintaan kuuluu radanrakentaminen, kunnossapito ja materiaalipalvelut. Kaiken kaikkiaan NRC:llä on henkilöstöä hieman päälle 2000 henkilöä, joista noin 1100 työskentelee Suomen yksikössä. Suomen yksikön toimitusjohtajana toimii Harri Lukkarinen, jonka alaisuudessa työskentelee erinäisissä tehtävissä hallinnollisia päälliköitä ja esimiehiä. Kuviossa 3 esitettynä yrityksen viimevuosien taloustietoja. Vuonna 2020 liikevaihto oli n. 260 miljoonaa euroa. (NRC taloustiedot 2021.)



Kuvio 1. NRC Group:n logo. (NRC Group 2021).

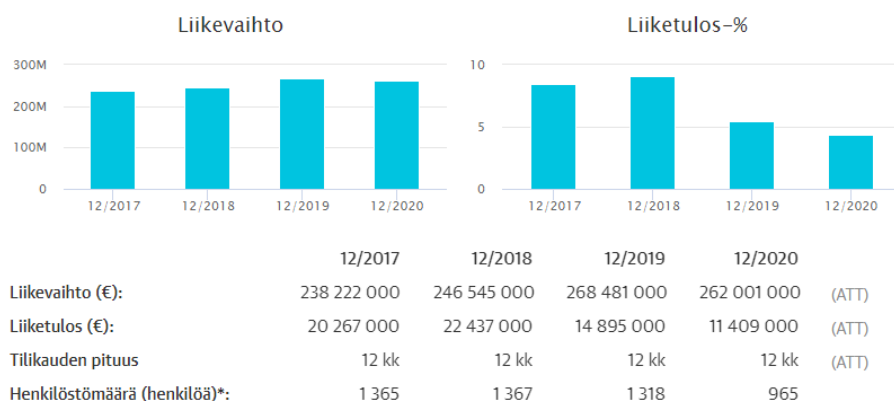
Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet



© Liikennevirasto 2011

Kuvio 2. Rataverkon kunnossapitoalueet (Väylävirasto 2016).

Kuvio 3. NRC Group Finland Oy:n taloustietoja (Kauppalehti 2021).

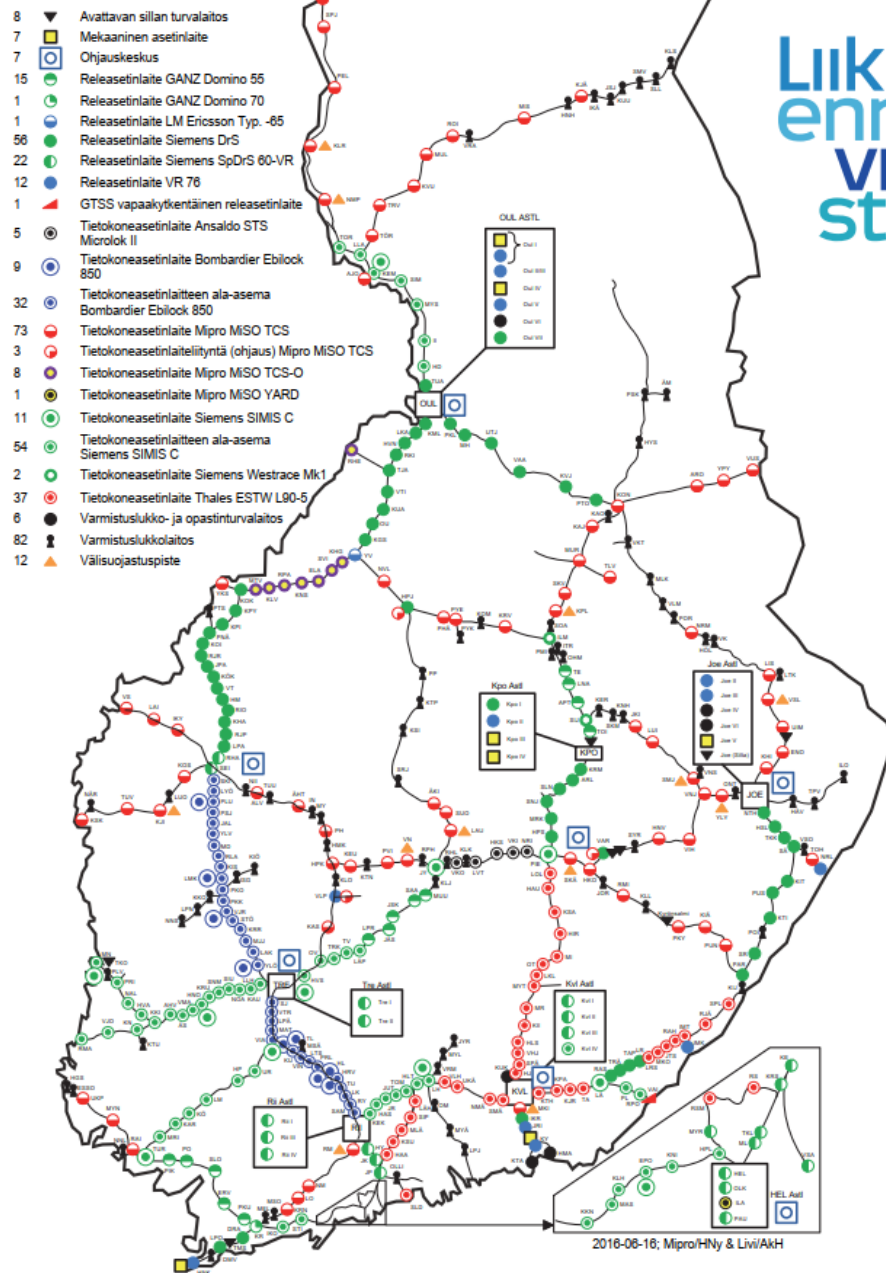


3 Raideliikenteen turvalaitteet

Rataverkolla on useita erityyppisiä turvalaitteita, joilla valvotaan ja turvataan raideliikennettä. Turvalaitteisiin luetaan asetinlaitteet, suojustusjärjestelmä, varoituslaitokset, JKV eli junien kulunvalvonta, kauko-ohjaus- ja laskumäkilaitteisto sekä näihin liittyvät alalaitteet, kuten opastimet, raidevirtapiirit ja akselinlaskijat. Koska turvalaitteilla varmistetaan turvallinen liikennöinti, on kaikkien uusien turvalaitteiden -ja järjestelmien täytettävä vaadittu turvallisuustaso CENELEC-normiston mukaisesti. (Turvalaitteet 2014.)

Kuviossa 4 on esiteltynä Suomen rautatieturvalaitteiden monikirjoinen laitekanta. Kuviossa olevat symbolit kertovat lähinnä sen, minkä tyyppinen asetinlaite kyseisellä liikennepaikalla on. Tämän asetinlaitteen alla taas voi olla hyvinkin erilaista tekniikkaa kuin viereisellä asetinlaitteella, vaikkakin symbolien mukaisesti nämä olisivat samanlaiset. Esimerkiksi kuvioon on merkattuna, että Hankasalmen ja Venetmäen turvalaitteet ovat molemmat malliltaan Ansaldon STS Microlok II, kuitenkin Hankasalmen liikennepaikka on varustettuna raidevirtapiireillä ja enkooderilla varustetuilla opastimilla, kun taas Venetmäen liikennepaikka on toteutettu akselinlaskijoilla ja ”tavallisilla” hehkulankaopastimilla.

Rautatieturvallaitteet Suomessa 2016



Liikennevirasto

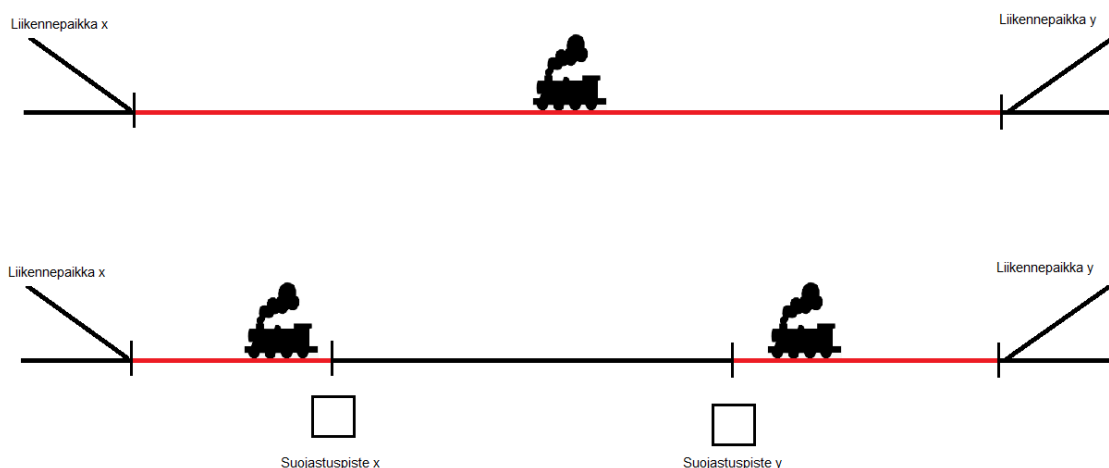
Kuvio 4. Rautatieturvallaitteet Suomessa 2016. (Turvalaitteet 2014).

3.1 Asetinlaite

Asetinlaite on järjestelmä, jolla ohjataan pääasiassa rautatieliikennepaikan laitteistoa, kuten vaihteita ja opastimia, sekä sen avulla muodostetaan junille turvattuja kulkuteitä liikennepaikoilla. Kunnossapitoalueilla 4 ja 5 asetinlaitteet ovat pääasiassa joko rele -tai tietokonetekniikalla toteutettuja ja valmistajina näillä ovat Ganz, Siemens, Ansaldo (nyk. Hitachi) sekä Mipro. Vaikkakin Siemens, Ansaldo ja Mipro ovat kaikki tyypiltään tietokoneasetinlaitteita, ovat ne tekniikaltaan keskenään hyvinkin erilaisia, mutta perustoiminta on kaikissa kuitenkin sama. (Rautatieturvallisuustutkimus 2014.)

3.2 Suojastusjärjestelmä

Suojastusjärjestelmä on periaatteeltaan kuten asetinlaite, mutta erona näissä kahdessa on se, että asetinlaitetta käytetään kulkuteiden muodostamiseen rautatieliikennepaikoille, kun taas suojastusjärjestelmää käytetään kulkuteiden muodostamiseen rautatieliikennepaikkojen välillä (kuviot 5). Liikennepaikkojen välissä voi olla useita useitakin suojastuspisteitä, joilla liikennepaikkojen väliä saadaan pilkottua pienempiin osiin. Liikennepaikkojen välin pilkkominen edesauttaa junaliikennettä, sillä suojastetulla linjaosuudella voi liikennöidä useampi juna ”peräkkäin”, kuitenkin siten, että näiden välillä on yksi vapaana oleva suojastusväli. (Rautatieturvallisuustutkimus 2014.)



Kuvio 5. Liikennepaikkojen väli ilman -ja suojastuksella.

3.3 Junien kulunvalvonta

Junien kulunvalvonta, eli JKV, on rakennettu junien kulun turvaamiseksi. Sen pääasiallinen tarkoitus on varmistaa ja valvoa radan nopeuksien, merkkien ja opasteiden noudattamista. Mikäli järjestelmä havaitsee yksikön kuljettajan toiminnassa jotain poikkeavaa, kuten SEIS-opasteen ohituksen tai nopeuden ylityksen, antaa se kuljettajalle äänimerkillä varoituksen. Mikäli kuljettaja ei reagoi järjestelmän antamaan varoitukseen, JKV tekee automaattisen jarrutuksen liikkuvalla yksiköllä.

JKV koostuu pääasiassa kahdesta keskenään keskustelelevasta komponentista, yksikköön asennettavasta laitteesta, sekä rataan asennettavista ratalaitteista ns. baliiseista, jotka ovat esitettynä kuviossa 6. Baliisit ovat kytkettyinä asetinlaitteisiin ja opastimiin, ja ne välittävät tilanteesta riippuen eri nopeustietoa langattomasti yksikön liikkuessa sen ylitse. (Rautatieturvalaitteet 2014.)



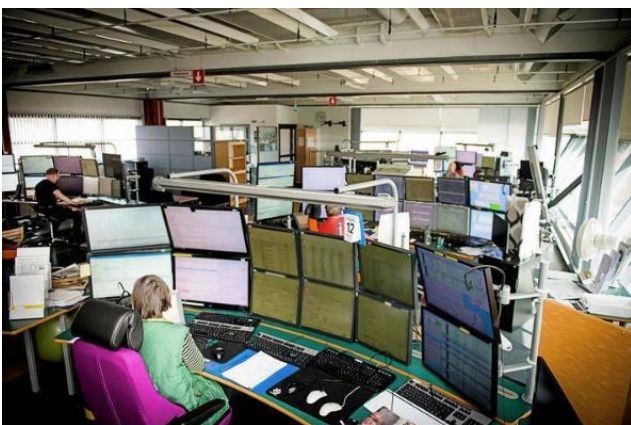
Kuvio 6. Bombardier Transportationin baliisipari

3.4 Kauko-ohjaus

Kauko-ohjauksen avulla liikenteenohjaaja pystyy keskitetyssä liikenteenohjauskeskuksessa (kuvio 7) käyttämään ja ohjaamaan rautatiealueella olevia laitteita ja liikennettä hyvinkin suurena kokonaisuutena. Pääasiassa kauko-ohjausta käytetään junakulkuteiden muodostamiseen ja laitteistojen eri komentojen, tilatietojen ja vikojen välittämiseen liikenteenohjaajalle. Kauko-ohjaus on mahdollista siirtää ns. ”erilliskäyttöön”, jolloin haluttua liikennepaikkaa voidaan ohjata paikanpäältä erillisellä ohjaustaululla. (Rautatieturvalaitteet 2014.)

Rautatieliikenteen kauko-ohjauksen käyttöympäristö koostuu yleensä seuraavista komponenteista.

- Liikenteen ohjaamiseen tarkoitetut rataosanäytöt, joiden avulla liikenteenohjaaja pystyy ohjaamaan ja näkemään lähes reaaliajassa, rataosilla liikkuvat yksiköt.
- Liikenteen seuraamiseen ja suunnitteluun tarkoitetut aikataulugrafiikkanäytöt, joissa rataosien liikenne on nähtävissä suunnitelman ja toteutuman muodossa.
- Automatiikkatoimintojen hallintaan ja määrittämiseen liittyvät automatiikkanäytöt, joiden avulla liikenteenohjaaja voi määrittää valmiiksi laadituista ”automatiikkaresepteistä” eri variaatioita liikkuvien yksiköiden ohjaamiseksi.
- Käyttöliittymät raportointi- ja suunnittelujärjestelmiin, joiden avulla liikenteenohjaaja saa käyttöönsä eri rataosilla olevaa tietoa esimerkiksi meneillään olevista ratatöistä tai liikenteenrajoitteista.
- Viestintätyökalut, joiden avulla liikenteenohjaus saa nopeasti tietoa työtehtäviinsä liittyen.



Kuvio 7. Kouvolan liikenteenohjauspiste (Kouvolan sanomat 2020).

3.5 Varoituslaitos

Varoituslaitos (kuvio 8) on rakennettu turvaamaan tavallisten tienkäyttäjien ylittämistä tasoristeyksissä, joissa raideliikenne ja muu liikenne risteävät samassa tasossa. Varoituslaitoksella varoitetaan ääni -ja valomerkein tienkäyttäjiä lähestyvistä junasta tai yksiköstä. Varoituslaitokset ovat useimmiten itsenäisiä laitoksia liikennepaikkojen välillä, mutta myös liikennepaikoilla voi olla varoituslaitoksia, joita kutsutaan asetinlaiteriippuvaisiksi varoituslaitoksiksi. Erona näissä on se, että linjalla oleva laitos aloittaa välittömästi hälyttämään, kun yksikkö tulee sen jommallekummalle hälytysosuudelle, kun taas asetinlaiteriippuvainen varoituslaite aloittaa hälyttämisen vasta silloin, kun varoituslaitoksen kautta on muodostettu kulkutie, kuitenkin siinä tapauksessa, että yksikkö on varoituslaitoksen hälytysosuudella. Tällä tavalla estetään varoituslaitoksen tarpeeton hälyttäminen esimerkiksi tilanteessa, jossa yksikkö on pysähtynyt hälytysosuudelle ottamaan matkustajia kyytiin. (Rautatieturvallaisuus 2014.)



Kuvio 8. Ääni -ja valomerkein varustettu varoituslaitos

3.6 Opastinjärjestelmä

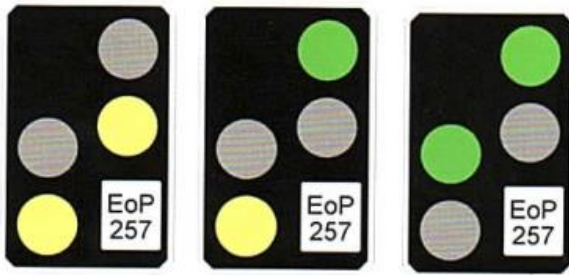
Opastinjärjestelmällä tarkoitetaan mekaanista tai sähköistä visuaalista laitetta, jolla annetaan liikkuvalle yksikölle tietoa edessä olevan linjan tilasta ja liikennöitävyydestä. Rautateillä käytettävää opastinjärjestelmää voikin pitää periaatteessa junien liikennevaloina, joiden avulla ja opastuksella liikkuvia yksiköitä voidaan ajattaa pisteiden välillä (kuvio 9, 10 ja 11). Erona normaaleihin liikennevaloihin verrattuna opastinjärjestelmässä on kuitenkin se, että opastimet eivät toimi syklisesti, vaan opastimien ”ajonsallivan” opasteen antamiseksi vaaditaan aina tiettyjen kulkutie-ehtojen toteutumista. Tällaisia ehtoja voivat olla esimerkiksi liikennöitävän raiteen päättävän vaihteen lukitus tiettyyn asentoon tai seuraavan raideosuuden vapaanaolo. (Rautatieturvalliset 2014.)

Nykyään perinteisen hehkulamppuopastimen rinnalle on tullut myös LED-opastin, josta käytetään nimitystä yhdistelmäopastinta (kuvio 12). Yhdistelmäopastimessa on nimensä mukaisesti yhdistettynä pää- esi- ja raideopastin tarpeen mukaan. LED-opastin on myös fyysiseltä kooltaan huomattavasti pienempi ja huoltovapaampi, kuin perinteinen hehkulamppuopastin, toisaalta taas LED-tekniikan alhainen lämmöntuotto aiheuttaa sen, että talvisin, varsinkin kovalla lumisateella, opastimien linssit tukkiutuvat lumesta, joka vaikeuttaa opasteiden havaitsemisen. (Rautatieturvalliset 2014.)



Kuva 53 Pääopastimen opasteet: Seis, Aja, Aja 35

Kuvio 9. Pääopastimen opasteet (Rautatieturvalliset 2014).



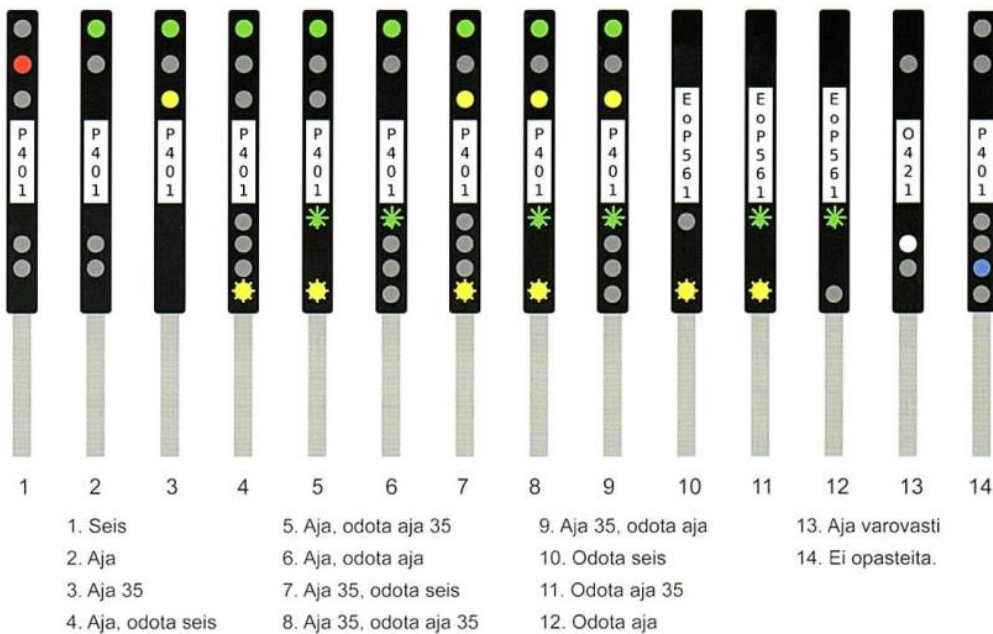
Kuva 54 Esiopastimen opasteet: Odota seis, Odota aja 35 ja Odota aja

Kuvio 10. Esiopastimen opasteet (Rautatieturvallitteet 2014).



Kuva 56 Raideopastimen opasteet: Seis, Aja varovasti, Ei opasteita

Kuvio 11. Raideopastimen opasteet (Rautatieturvallitteet 2014).



Kuvio 12. Yhdistelmäopastimen opasteet. (Rautatieturvallitteet 2014).

3.7 Raidevirtapiiri

Raidevirtapiirin tarkoituksena on jakaa liikennepaikkojen ja linjavälien raideosuudet pienempiin palasiin, joiden avulla voidaan seurata liikkuvan yksikön kulkua. Raidevirtapiiri muodostuu johtimista (kiskoista), joihin syötetään virtaa toisesta päästä ja toisessa päästä olevasta raidereleestä, joka ilmaisee raideosuuden tilan, raidevirtapiirit erotetaan toisistaan raide-eristyksillä (kuvio 13).

Toiminta perustuu siihen, että liikkuvan yksikön pyöräkerta oikosulkee kiskojen välin, joka taas aiheuttaa sen, ettei turvalaitetilassa olevalle raidereleelle enää kulje virtaa, joka pitäisi releen ”vetäneenä”. Turvallisuusperiaatteiden ja vaatimusten mukaisesti rele on normaalissa tilanteessa vetäneenä ja virran katkettua liikkuvan yksikön tai vikatilanteen johdosta, releen tulee päästää ja raideosuus varautuu.

Raidevirtapiirien maksimipituus voi olla noin kaksi kilometriä, tätä pidemmällä raideosuuksille jännitehäviöt kasvavat liian suuriksi ja aiheuttavat toimintaepävarmuutta. Toiminnan edellytyksenä on, että liikkuvan yksikön pyöräkerta oikosulkee kiskojen välin ja esimerkiksi kumipyörillä liikkuva kalusto ei saa tätä aikaiseksi, ilman erillisiä kiskopyöriä. (Rautatieturvalaitteet 2014.)

Toisinaan kevyet ja lyhyet yksiköt, kuten kiskopyöräkaivinkoneet voivat aiheuttaa ongelmatilanteita raidevirtapiirissä, sillä kulkiessaan ne eivät välttämättä aiheuta virtapiirin oikosulkua, varsinkin jos kiskot tai kiskopyörät ovat kovin likaiset ja ruosteiset. Tämä taas aiheuttaa sen, että liikkuva yksikkö katoaa hetkellisesti liikenteenohjaajan ohjauskuvasta. Tämänkaltaisessa virhetilanteessa asetinlaitteen tai suojustuksen raideosuudet eivät varaudu ja purkaudu oikeassa järjestyksessä, joka taas aiheuttaa kulkutien purkautumattomuuden kulkijan perästä. Kyseisessä tilanteessa liikenteenohjaajan tulee purkaa kulkutie hätävaraisella purkukomennolla, jolloin häiriötilanne ei jää huomaamatta.



Kuvio 13. Kaksikiskoisesti eristetyn raiteen eristysjatkokset ja kytkentäkotelo

3.8 Akselinlaskija

Akselinlaskentajärjestelmän tarkoitus on vastaava kuten raidevirtapiirissä, erona on kuitenkin se, että kiskoihin ei ole tarvetta tehdä kiskoeristystyksiä ja laskijoilla tehdyt rataosuudet voivat olla pituudeltaan jopa useita kymmeniä kilometrejä. Akselinlaskentapisteessä on yleensä kaksi lähetin-anturiparia, jotka reagoivat laskijan yli kulkevaan metalliin, kuten kiskopyörän laippaan, joka ilmaistaa liikenteenohjaajalle osuuden varautumisena. Jokainen pyöräkerta, joka ylittää laskijan, lasketaan sisään ja ulos kyseiseltä raideosuudelta. Mikäli sisään -ja uloslaskennassa ilmaantuu eroavaisuutta, aiheutuu laskentaan häiriötilanne, joka vaatii kunnossapidon tai liikenteenohjaajan toimenpiteitä. Koska laskenta-anturissa on kaksi lähetin-anturiparia, voidaan näiden varautumisen järjestyksellä määritellä liikkuvan yksikön kulkusuunta, koska toinen anturi havaitsee kiskopyörän hieman ennen toista anturia. Tämän perusteella tiedetään myös, mille raideosuudelle pyöräkerta lasketaan sisään ja miltä ulos. (Rautatieturvallisuus 2014.)

3.9 Vaihteen sähkökääntölaite

Vaihde on radan laite, jolla voidaan mahdollistaa liikkuvan yksikön siirtyminen raiteelta toiselle. Vaihteeseen kuuluu mekaanisten osien lisäksi myös sähkökääntölaite, jonka avulla vaihdetta voidaan kääntää esimerkiksi liikenteenohjauksesta käsin. Kuviossa 14 esitettynä pitkä vaihde kahdella kääntölaitteella ja kääntöavustimella. Käytännössä sähkökääntölaite on tähti-kolmio kytkentäinen sähkömoottori, jossa on asentotiedon välittäviä koskettimia, ns. valvontakoskettimia, jotka kertovat vaihteen kulloisenkin asennon. Mikäli vaihteen asentotietoa ei saada, aiheuttaa se vaihteeseen valvontahäiriön, joka vaatii aina kunnossapitäjän tarkastamisen ennen vaihteen käyttöä ja ylitystä.

Turvallisuudeltaan vaihde on kriittisimpiä radan laitteita ja tyypillisesti näissä onkin alennettu nopeus, raiteelta toiselle siirtymisen vuoksi, jolloin suistumariski saadaan minimoitua mahdollisimman pieneksi. Vaihteeseen kuuluu myös vaihteenlämmitysvastukset, joilla pidetään vaihde puhtaana lumesta ja jäädästä talviaikaan. (Rautatieturvalaitteet 2014.)



Kuvio 14. Pitkä vaihde kahdella kääntölaitteella ja kääntöavustimella. (AEL 2017).

3.10 Paikallisluvat ja avainsalpa

Paikallisluvilla tarkoitetaan nimensä mukaisesti toimintoa, jossa asetinlaite asettaa tietyn laitteen tai alueen tilaan, jossa asentaja pystyy paikallisesti käyttämään esimerkiksi haluttua vaihdetta, pysäytyslaitetta, raiteensulkua tai avainsalpa. Avainsalpalaitteella tarkoitetaan mekaanista laitetta, johon on lukittuna esimerkiksi tietyn käsikäyttöisen vaihteen varmistuslukon avain. Liikenteenohjaaja voi antaa avainsalpalaitteelle komennon, jolla maastossa oleva asentaja saa irrotettua avaimen avainsalpalaitteesta ja käyttää tätä vaihteen varmistuslukkoon ja näin ollen käsin kääntää vaihteen asentoa. Kuviossa 15 esitettynä avainsalpalaitte, varmistuslukko ja käsikäyttöinen raiteensulku, jolla estetään yksikön ajautuminen kyseiselle raiteelle.



Kuvio 15. Avainsalpalaitte, varmistuslukko ja käsikäyttöinen raiteensulku

3.11 Virransyöttölaitteisto

Asetinlaitteiden ja varoituslaitosten virransyöttölaitteisto koostuu tyypillisesti virransyöttötelineestä -tai kaapista, vaihto -ja tasasuuntaajasta, akustosta, UPS-laitteistosta ja maavikavartijalaitteistoista. Joissakin kohteissa, kuten Jyväskylässä on akuston ja UPS:n lisäksi myös dieselkäyttöinen varavoimakone, joka käynnistyy automaattisesti syöttöverkon katketessa. Alueilla olevia akustoja on useita erityyppisiä, joista osa on rakenteeltaan avoimia ja vaativat aika-ajoin kennojen vesittämistä. Joissakin kohteissa akusto on sijoitettuna suljettuun kaapistoon, jolloin akuston mittaaminen on kiellettyä. Näin ollen näihin kohteisiin suoritetaan vain akuston purkauskoe, jolla varmistetaan akuston kapasiteetin vaatimustenmukaisuus. Kuviossa 16 esitettynä Naarajärven vuonna 2019 uusittu akusto. Aiemmin akusto oli suljetussa kaapissa, eikä tätä voitu mitata.



Kuvio 16. Naarajärven vuonna 2019 uusittu akusto

3.12 Turvalaitetila

Turvalaitetilalla tarkoitetaan kaikkia rakennuksia, tiloja ja rakenteita, jotka sisältävät turvalaitteita. Turvalaitetiloihin kuuluu mm. asetinlaiterakennukset, tasoristeyslaitoksen relekojut -ja kaapit, suojastuspisteet ja rataaitekaapit. Kuviossa 17 esitettynä Pihlajaveden asetinlaiterakennus.



Kuvio 17. Pihlajaveden asetinlaitetila

4 Turvalaitteiden kunnossapito

Huoltojen suorittamisen pohjaksi on luotu yleinen rautatieturvalaitteiden kunnossapito-ohje, jonka mukaiset huollot tulisi suorittaa sovitussa aikaikkunassa. Turvalaitteiden kunnossapitoon kuuluu:

- tarkastustoimenpiteet, joilla voidaan selvittää turvalaitteiden nykytaso -ja tila, sekä määrittää tarvittavat huoltotoimenpiteet
- huoltotoimenpiteet, joilla voidaan saavuttaa ja ylläpitää vaadittua tavoitetasoa
- viankorjaustoimenpiteet vioittuneiden laitteiden palauttamiseksi toimintakuntoon sekä vian aiheuttaneiden häiriöiden selvitys
- vikatapahtumien dokumentointi ja rekisteröinti
- tilastointi ja tilastojen tulkinta silmällä pitäen tulevia laitteiston korjaus- ja uusimistarpeita
- laitteiden kunnon ja elinkaaren raportointi

Tarkastus- ja huoltotoimenpiteiden dokumentit tulee olla Väyläviraston saatavilla, jotta näillä tiedoilla voitaisiin kehittää ja ohjata huoltotoimintaa. Yksittäiset tarkastus- ja huoltotoimenpiteet tulee dokumentoida Väyläviraston osoittamaan rekisteriin sähköisessä muodossa ja näistä tulee selvittää vähintään kohde, toimenpide, ajankohta ja tekijä. Määräaikaistarkastuksista- ja huolloista tulee täyttää huoltopöytäkirjaa, johon kirjataan suoritettut toimenpiteet ja havaitut puutteet. Vaadittavista mittauksista laaditaan omat mittauspöytäkirjat, joista tulee myös selvittää kohde, ajankohta, tekijä ja saadut mittaustulokset. Suoritetuista huolloista, toimenpiteistä ja havainnoista tulee myös jättää yksilöity merkintä turvalaitetilassa olevaan ”Turvalaitoksen käyttö- ja häiriöpäiväkirjaan”. (Rautatieturvalaitteiden yleiset kunnossapito-ohjeet)

4.1 Kunnossapito- ja palveluluokat

Turvalaitteiden huoltojen tiheys on määritelty rataosakohtaisesti turvalaitteiden kunnossapitoluokkien mukaan. Se mihin kunnossapitoluokkaan rataosan turvalaitteet määritellään, riippuu laitteen kriittisyydestä ja ominaisuuksista. Kunnossapitoluokkia on kolme kappaletta, jotka on määritetty turvalaitteiden yleisissä kunnossapito-ohjeissa seuraavasti:

Kunnossapitoluokka M (määräaikaishuollot):

”Laitteet tai niiden osat, joita on huollettava säännöllisin väliajoin tai joille on suoritettava junaturvallisuuteen liittyviä määräaikaistarkastuksia.

Luokkaan M kuuluvat laitteet tai niiden osat on ehdottomasti huollettava niitä koskevien huolto-ohjeiden, määräaikaishuoltovälein ja sallittujen vaihtelurajojen mukaan.”

Kunnossapitoluokka T (tarkastukset):

”Laitteet, joita on tarkastettava säännöllisin väliajoin tarvittavien huoltotoimenpiteiden määrittelemiseksi.

Luokkaan T kuuluvat laitteet tarkastetaan säännöllisesti noudattaen laitteille määriteltyjä keskimääräisiä määräaikaishuoltovälejä ja sallittuja vaihtelurajoja. Näiden tarkastusten ja niihin perustuvien huoltotoimenpiteiden määrää säätelemällä säilytetään haluttu kunnossapidon tavoitetaso.”

Kunnossapitoluokka V (viankorjaus):

”Laitteet, jotka edellyttävät ainoastaan viankorjausta.”

Jokaiselle turvalaitteelle on myös määritelty tietty huoltoväli, jonka aikana laitteeseen kohdistuvat tehtäväluettelon mukaiset huoltotoimenpiteet tulisi olla tehtynä. Huoltojen määräaikoihin vaikuttaa se, mihin palveluluokkaan kyseinen laite on määritelty. Palveluluokkia on kolme kappaletta, jotka on määritelty seuraavasti:

Palveluluokka 1:

”Määrittelee toimenpiteiden tarkastusvälin kuukausina ja sallitut vaihtelurajat. Palveluluokkaa 1 käytetään esim. suuren liikennetiheyden turvallisuus- ja käytettävyydestason säilyttämiseksi.”

Palveluluokka 2:

”Määrittelee toimenpiteiden tarkastusvälin kuukausina ja sallitut vaihtelurajat. Palveluluokkaa 2 käytetään esim. kasvaneen liikennetiheyden turvallisuus- ja käytettävyytason säilyttämiseksi.”

Palveluluokka 3 (peruspalveluluokka):

”Määrittelee toimenpiteiden tarkastusvälin kuukausina ja sallitut vaihtelurajat.”

Huoltojen tarkastusvälit on tyypillisesti ilmoitettu kuukausitasolla ennalta määriteltynä ajanjaksona ja esimerkiksi peruspalveluluokassa yleisimmät huoltovälit ovat:

- 6 ± 3 kk (huolto tehtävä 3–9 kuukauden kuluessa edellisestä huollosta)
- 12 ± 3 kk (huolto tehtävä 9–15 kuukauden kuluessa edellisestä huollosta)
- 60 ± 6 kk (huolto tehtävä 54–66 kuukauden kuluessa edellisestä huollosta)

Osalle huolloista, kuten asema-alueen valaistusverkon huollolle on tarkastusvälit määritelty tarkemmin ja pääasiassa nämä tulisi olla tehtyinä alkuvuodesta, kesällä ja loppuvuodesta.

(Rautatieturvalaitteiden yleiset kunnossapito-ohjeet 2020.)

4.2 Tietokoneasetinlaitteen kunnossapito-ohje

4.2.1 Monitorien ja huoltopäätteiden toimintakokeilu

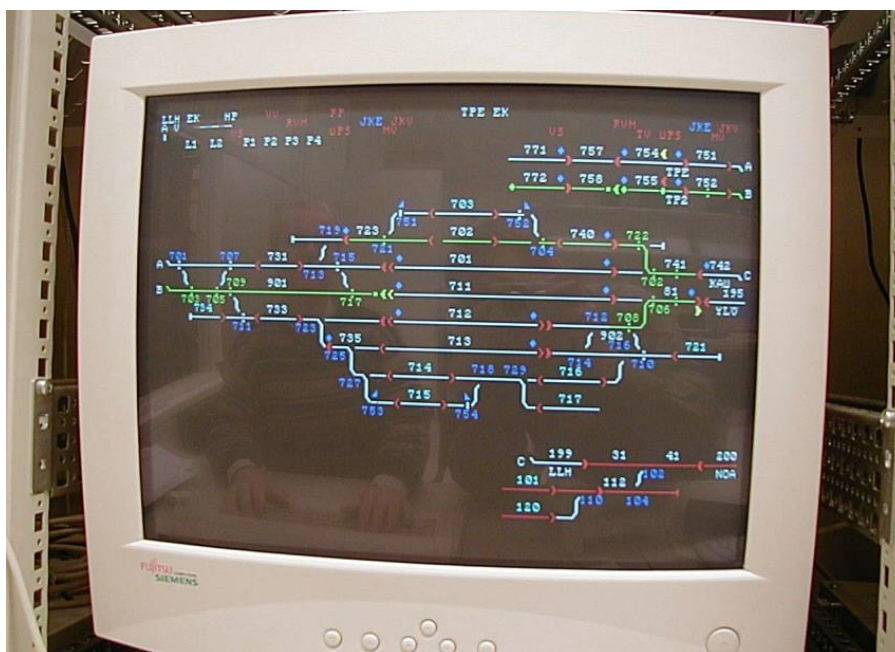
Tietokoneasetinlaitteen kunnossapitoon kuuluu pääasiassa erilaisia tarkastuksia ja toimintakokeiluja, kuten esimerkiksi monitorien ja huoltopäätteiden toimintakokeilut. Mikäli päätteiden näkymissä on puutteita, tulee nämä samalla palauttaa perusnäkyseen.

4.2.2 Tietokoneiden ja järjestelmäkoteloiden puhtaanapito

Tietokoneasetinlaitteen kunnossapitoon kuuluu myös oleellisena asiana tietokoneiden yleisen siisteyden ylläpito ja muun muassa tietokoneiden, järjestelmäkoteloiden ja -kaappien pölysuodattimien tarkastaminen, puhdistaminen ja tarvittaessa vaihtaminen. Mikäli järjestelmäkoteloiden on tuulettimia, tulee näiden toiminta myös testata.

4.2.3 Erilliskäyttöpaikkojen käyttöliittymien tarkastus ja toimintakokeilu

Osa tietokoneasetinlaitteista on varustettu erilliskäytöllä, jonka avulla liikennepaikan turvalaitteita voi ohjata paikallisesti asetinlaitteelta käsin. Asetinlaitteen ottamiseksi erilliskäyttöön, täytyy liikenteenohjaajalta pyytää tähän lupa, jolloin liikenteenohjaaja asettaa halutun asetinlaitteen erilliskäyttöön ja vastaavasti huoltoa suorittavan henkilön tulee kuitata tämä komento vastaanotetuksi. Erilliskäytön toimintakokeilussa voi liikennepaikan turvalaitteita ohjata ja esimerkiksi vaihteiden käännöillä ja junakulkutien muodostamisilla on hyvä testata erilliskäytön toimivuutta. Ehdottoman tärkeää on muistaa palauttaa asetinlaite erilliskäytöstä, sillä muutoin liikenteenohjaaja ei pysty antamaan asetinlaitteelle komentoja turvalaitteiden operoimiseksi. Kuviossa 18 esitetty Siemensin Simis-C erilliskäyttömonitori.



Kuvio 18. Siemens Simis-C erilliskäyttömonitori. (Siemens N.d.).

4.2.4 Silmukoiden jakautumisen ja A/B koneiden käynnön huolto

Osa tietokoneasetinlaitteista on ns. kahdennettuja järjestelmiä, jolloin esimerkiksi aktiivisena olevan pääkoneen mennessä vikatilaan, vaihtaa järjestelmä automaattisesti passiivisena olevalle varakoneelle, jolloin asetinlaitteen toimintakyky ja käytettävyys pysyy normaalina. Asetinlaitteet saattavat olla hyvinkin pitkiä aikoja vain toisen koneen toiminnan alaisuudessa, joten aika-ajoin täytyy koneen vaihto suorittaa manuaalisesti, jolloin voidaan varmistaa, että koneenvaihto toimii automaattisesti vikatilanteessa.

Kunnossapitoalueilla 4 ja 5 kahdennetut järjestelmät ovat pääasiassa Siemens Simis-C ja Ansaldo STS. Molemmissa tyypeissä koneen käynnön voi suorittaa siten, että käynnistää aktiivisena olevan pääkoneen uudestaan, jolloin ohjaus siirtyy automaattisesti varakoneelle. Erityisesti täytyy kuitenkin ottaa huomioon se, että varakone on käynnissä, eikä siinä ole vikailmaisuja. Samaa menetelmää käytetään, jos huomataan esimerkiksi, että jossakin aktiivisen tietokoneen I/O-kortissa on LED-valoja pimeänä. Uudelleenkäynnistämisen jälkeen koneen ollessa passiivisena, voi tästä katkaista virrat ja suorittaa kortinvaihdon.

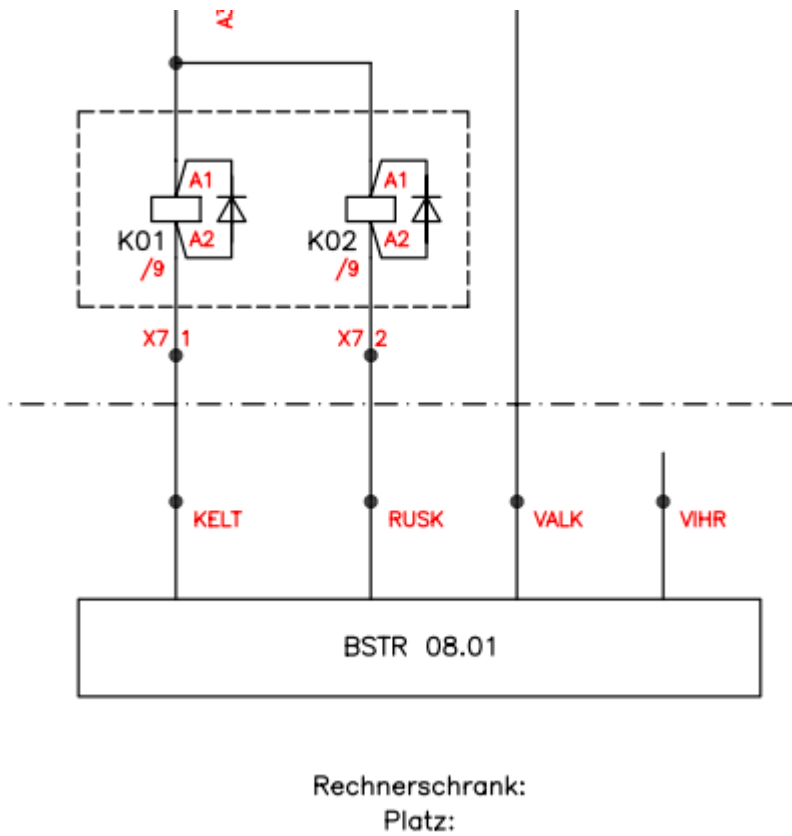
4.2.5 STR-kontaktorien toiminnan tarkastus

STR-kontaktoreita on käytössä vain Siemens Simis-C järjestelmässä ja näiden tarkoituksena on katkaista määrätystä BSTR-alakoneesta sähkönsyöttö vikatapauksessa. Normaalitylanteessa kontaktorit ovat jatkuvasti vetäneenä ja vuosien kuluessa saattaa näiden koskettimet nokeentua siten, etteivät ne enää uudelleenkäynnistuksen jälkeen yhdistä. Tästä syystä tuleekin kontaktorien toiminta tarkastaa aika-ajoin. Kuviossa 19 esitettynä Jyväskylässä sijaitsevat STR-kontaktorit.



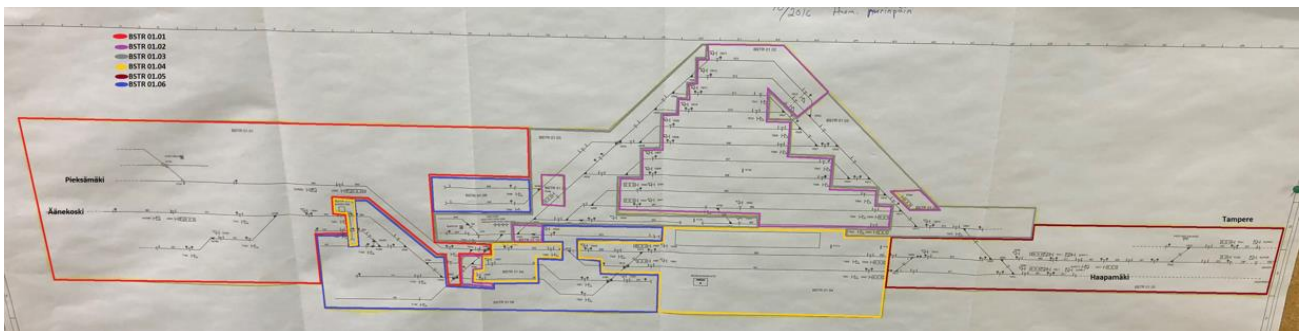
Kuvio 19. STR-kontaktorit Jyväskylän asetinlaitteella

Kontaktorien toiminta tarkastetaan siten, että uudelleen käynnistetään se Siemensin BSTR-alakone, jonka kontaktorien toiminta halutaan tarkastaa. Esimerkiksi kuviossa 20 varmuuskatkaisukontaktorien K01 ja K02 toiminta tarkastettaisiin uudelleen käynnistämällä alakone BSTR 08.01.



Kuvio 20. BSTR ja varmuuskatkaisukontaktorien piirikaavio. (Siemens N.d.).

BSTR-alakoneetta uudelleen käynnistäessä täytyy ottaa erityisesti huomioon kyseisen koneen vaikutusalue, sillä uudelleen käynnistytyn aikana ei kyseisen koneen alaisuudessa olevat turvalaitteet ole käytettävissä. Kuviossa 21 esitettynä alakoneiden vaikutusalueet Jyväskylän liikennepaikalla.



Kuvio 21. BSTR-koneiden vaikutusalueet Jyväskylän liikennepaikalla

4.2.6 Dokumenttien tarkastus

Asetinlaitteen huoltoon kuuluu myös dokumenttien tarkastus, joka sisältää käyttö- ja vikapäiväkirjan tarkastuksen sekä piirustusten, kuvien ja käyttöohjeiden tarkastuksen. Mikäli piirikaaviokuvissa tai muissa vastaavissa dokumenteissa havaitaan ”punakynäkuvia”, tulisi varmistaa onko kyseisestä kuvasta uutta, puhtaaksi piirrettyä versiota. Mikäli ei ole, tulee ”punakynäkuva” toimittaa eteenpäin puhtaaksi piirrettäväksi. Tällä tavalla varmistutaan siitä, että saatavilla on aina tuoreimmat ja ajantasaisimmat kuvat. Asetinlaitteen vika- ja huoltopäiväkirjaan tulee kirjata suoritettut huollot ”turvalaitteiden yleisistä kunnossapito-ohjeista” löytyvillä KoH-tunnuksilla. Samalla tulee tarkistaa, että esimerkiksi tiedossa olevat aliurakoitsijoiden käynnit on kirjattu asianmukaisesti päiväkirjaan ja mikäli näin ei ole, tulee aliurakoitsijaa muistuttaa asiasta.

4.2.7 Varaosien inventointi

Jokainen asetinlaite, varasto tai muu tila, joka sisältää turvalaitteita, tulee inventoida kerran vuodessa. Turvalaitteiden inventoimisella varmistetaan varaosien tilanne ja lukumäärä sekä muun muassa vikatilanteessa voidaan nopeasti tarkistaa, mistä löytyy tarvittavia varaosia. Jokainen varastopaikka tulisi olla Mipro Oy:n ylläpitämässä ViVo-järjestelmässä, josta pystyy myös tarkistamaan varaosien saatavuuden valtakunnallisesti.

4.2.8 Varaosien toimintakokeilu

Turvalaitteiden varaosat saattavat olla varastoissa useita vuosia ja vanhempien asentajien koke-
muksien mukaan esimerkiksi releryhmien sisäiset kondensaattorit kuivuvat ajansaatossa, eikä rele-
ryhmä välttämättä enää toimi oikein, vaikka tämä olisikin käyttämätön. Tästä syystä tulisi varaosia
toisinaan testata ja tämä onnistuu esimerkiksi Kouvolan ratateknisessä oppimiskeskuksessa, mikäli
varaosia ei ole mahdollista testata käytössä olevaan laitteistoon.

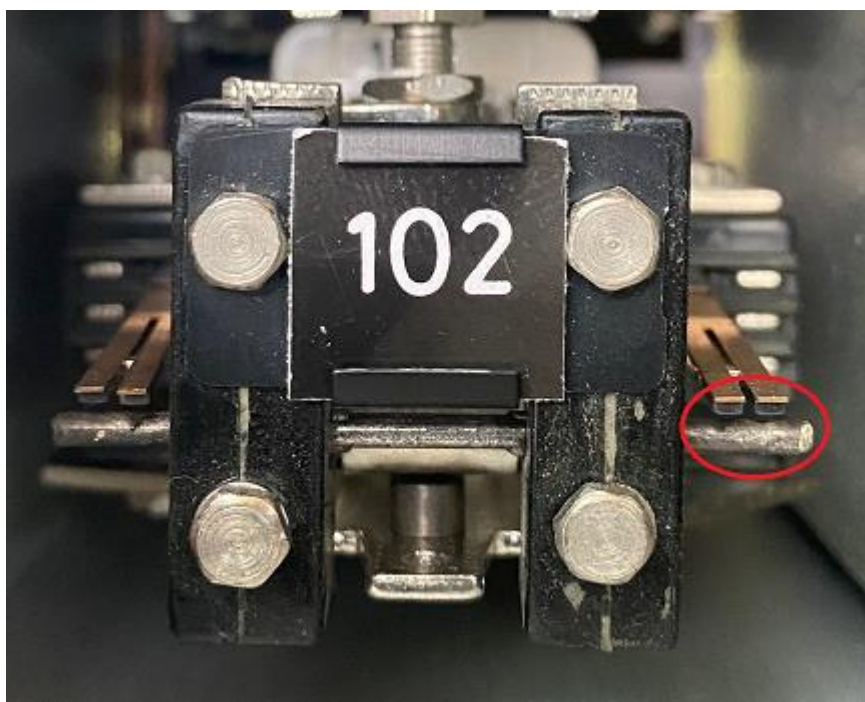
4.2.9 Ilmaisujen tarkastus

Asetinlaitteen kaikki ilmaisut, hälytystä tai vikatilaa ilmaisevat lamput ja laitteet tulee tarkistaa.
Näitä ovat esimerkiksi maavikahälyttimet, UPS-laitteisto ja vikalokit. Mikäli havaitaan vikailmaisu,
tulee tähän reagoida normaalin viankorjauksen tapaan ja mahdollisuuksien mukaan korjata vika
välittömästi. Mikäli vikaa ei saada korjattua välittömästi, tulee tästä jättää merkintä huoltopöytä-
kirjoihin ja korjata vika myöhemmin.

4.3 Relelohjaisten asetinlaitteiden kunnossapito-ohje

4.3.1 Releistöjen koskettimien puhtauden tarkastus

Releasetinlaitteet ovat nimensä mukaisesti releillä toteutettuja sähkömekaanisia laitteita, joissa sähkövirta kulkee metallisten koskettimien kautta (kuvio 22). Vanhetessaan koskettimiin alkaa muodostumaan nokea, joka voi heikentää kontaktipintojen sähkönjohtavuutta ja aiheuttaa häiriöitä asetinlaitteen toimintaan. Tästä syystä releryhmien ja releistöjen koskettimien puhtautta tulee seurata ja ylläpitää aika-ajoin.



Kuvio 22. Siemensin K50-rele

Koskettimien putsauksessa on ehdottoman kiellettyä käyttää minkäänlaisia kemikaaleja, vaan putsaus suoritetaan mekaanisesti hiomalla noki ja lika pois. Koskettimien putsaukseen on tehty aivan erityinen koskettimenpuhdistustyökalu V23063-Z1042 (kuvio 23) jota käytetään seuraavasti.

- Työkalu viedään avoimen koskettimen väliin
- kosketin suljetaan manuaalisesti
- työkalua liikutetaan muutamia kertoja edestakaisin

(Koskettimien puhdistus 2020.)

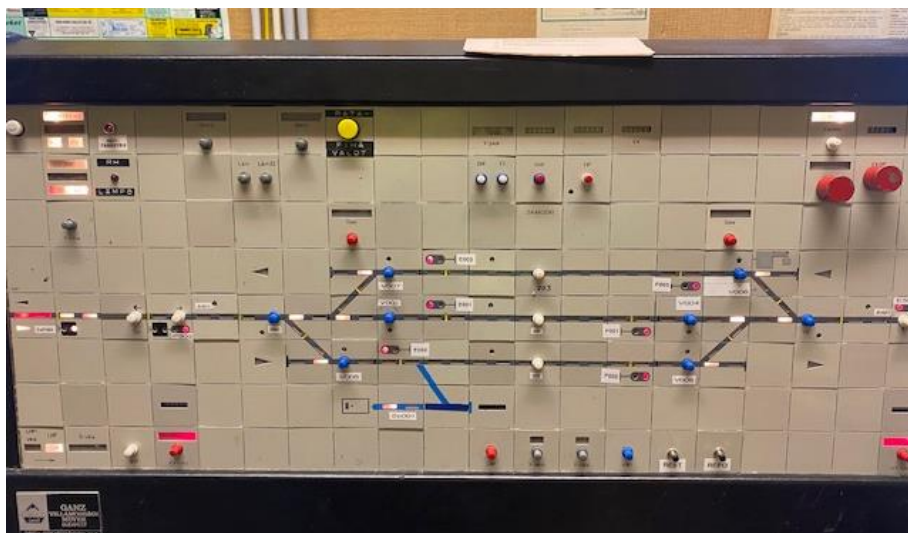


Kuvio 23. K50-tukireleen mittaus- ja säätötyökalut. (Koskettimien puhdistus 2020).

4.3.2 Ohjaus- ja ilmaisintaulujen tarkastus ja toimintakokeilu

Ohjaus- ja ilmaisintaulun tarkastus ja toimintakokeilu on periaatteeltaan hyvinkin samankaltainen kuten tietokoneasetinlaitteen erilliskäytön huollossa. Suurimpana erona on kuitenkin se, että ohjaustaulu ei ole PC-pohjainen järjestelmä, vaan asetinlaitteen yhteyteen rakennettu sähkömekaaninen ohjaustaulu ja tästä syystä ohjaustaulussa käytetään esimerkiksi mekaanisia laskureita ja hehkulankalamppuja, joita joutuu vaihtamaan niiden rikkoutuessa. Kuviossa 24 esitettynä Saakosken liikennepaikalla sijaitseva ohjaustaulu.

Tarkastus- ja toimintakokeiluun kuuluu kaikkien ilmaisujen testaus ja tarkastus. Näitä ovat esimerkiksi opastimien käsitteet, raideosuuksien varautumiset, vaihteen asentotiedot ja kulkutien muodostamiset. Näiden tarkastamiseksi tuleekin asetinlaite ottaa erilliskäyttöön, jolloin paikanpäältä pystyy ohjaamaan laitteita ja verrata näiden maastossa olevia asentoja ja käsitteitä, ohjaustaulun ilmaisuihin. Asetinlaitteen ottamiseksi erilliskäyttöön, täytyy liikenteenohjaajalta pyytää tähän lupa, jolloin liikenteenohjaaja asettaa halutun asetinlaitteen erilliskäyttöön ja vastaavasti huoltoa suorittavan henkilön tulee kuitata tämä komento vastaanotetuksi. Ehdottoman tärkeää on muistaa palauttaa asetinlaite erilliskäytöstä, sillä muutoin liikenteenohjaaja ei pysty antamaan asetinlaitteelle komentoja turvalaitteiden operoimiseksi.



Kuvio 24. Ohjaus -ja ilmaisintaulu Saakoskella

4.3.3 Aikareleiden -ja relehidastusten tarkastukset

Aikareleiden ajastusten tarkastus suoritetaan siten, että verrataan aikareleeseen asetettua ajastusta piirikaavioissa esitettyyn arvoon. Koska aikareleiden ajastukset asetetaan mikrokytkimillä (kuvio 25), ei näiden käytännössä pitäisi muuttua itsestään, paitsi aikareleeseen vikaantuessa. Tämä kuitenkin näkyisi aika pian asetinlaitteen toiminnassa. Relehidastusten toiminnalla varmistetaan esimerkiksi releen päästämisen oikea-aikaisuus sen jälkeen, kun releen käämiltä katkeaa virta. Releeseen käämin rinnalle on usein asennettu kondensaattori, jonka avulla rele pysyy vetäneenä. Mikäli kondensaattori on vioittunut tai sen toimintakyky on heikentynyt, päästää rele välittömästi, kun sen käämivirta katkeaa. Kyseistä kytkentää käytetään esimerkiksi tilanteissa, joissa liikkuvan yksikön pyöräkerta on ohittanut opastimen kohdalla olevan raide-eristyksen. Mikäli kytkennässä ei käytettäisi kondensaattoria, tulisi ohitettavaan opastimeen välittömästi ”seis-käsite” ja yksikön kuljettaja saattaisi tehdä hätäjarrituksen. Kun taas piiriin on lisätty kondensaattori pitämään relettä vetäneenä, pysyy ohitettavassa opastimessa ”aja-käsite” vielä hetken aikaa, kun yksikön pyöräkerta on oikosulkenut opastimen takana olevan raidevirtapiirin, eikä virheellistä opasteen tulkintaa tule.



Kuvio 25. 70-21-168-801 tyyppinen aikarele

Hidastuksen toiminnan pystyy testaamaan esimerkiksi siten, että pyytää liikenteenohjaajaa asettamaan tiettyyn opastimeen "aja-käsitteen" ja tämän jälkeen oikosulkee opastimen takana olevan raidevirtapiiriin. Mikäli opastimessa pysyy käsite päällä hetken aikaa oikosulkemisen jälkeen, voidaan todeta hidastuksen olevan kunnossa.

4.3.4 Tukireleiden voitelu

Tukireleen (kuvio 26) voitelu suoritetaan tukireleen mekaanisille nivelille ja liukupinnoille, kuitenkin siten, että tämä tehdään reletelineestä irrotettuun ja jännitteettömään releeseen tai releryhmään. Tukireleen voiteluun tulee käyttää vain siihen soveltuvaa erikoisrasvaa, jotka ovat:

- Isoflex LDS 18 spezial A (käytettävissä -60°C lämpötilaan)
- Shell-Alvania R2 (käytettävissä -20°C lämpötilaan)

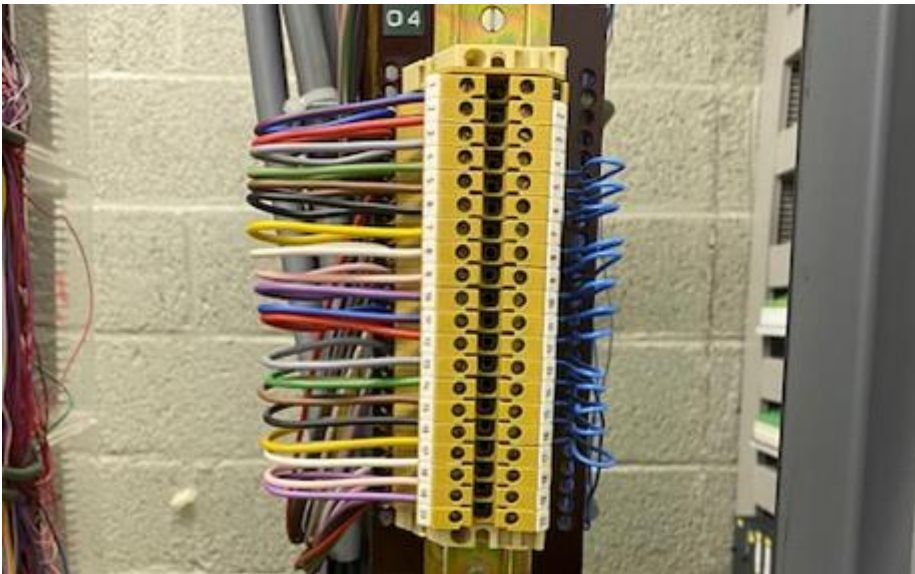
Ylimääräinen rasvaa tulee pyyhkiä pois, sillä vaarana on sen kulkeutuminen koskettimien kontaktipinnoille ja ylimenovastuksen aiheuttaminen. (Koskettimien puhdistus 2020.)



Kuvio 26. Siemensin K50-tukirele

4.3.5 Ruuviliitosten kireyden tarkastus

Ruuviliitosten (kuvio 27) tarkastuksella varmistutaan siitä, ettei kytkentälistalla ole ”löysiä” liitoksia, joita muodostuu ajansaatossa joko liittimen väsymisen tai tärinän vaikutuksesta. Kiristys tulee suorittaa siten, että liitintä kierretään ensin vastapäivään, kunnes liitin on auki. Tämän jälkeen liitintä kiristetään valmistajan ilmoittaman vääntömomentin mukaiseen kireyteen. Mikäli liitintä aina vain kiristettäisiin, aiheuttaisi se liittimeen jatkuvasti lisääntyvää momenttia, joka lopulta aiheuttaisi liittimen rikkoutumisen.



Kuvio 27. Releasetinlaitteen ruuviliitos kytkentälista

4.3.6 Dokumenttien tarkastus

Katso kohta 4.2.7.

4.3.7 Varaosien inventointi

Katso kohta 4.2.8.

4.3.8 Laitetilan ja -kaappien puhdistus

Laitetila ja laitetilan kaapit tulee puhdistaa pölystä ja liasta tarkoitukseen sopivilla siivousvälineillä. Sopivia välineitä ovat pölynimuri, lattialasta, mikrokuituliinat ja mieto pesuaine. Puhdistuksessa on kuitenkin oltava erityisen tarkkana, ettei välineillä kosketa paikkoja, joissa on sähköä, tai muuten aiheuttaa haittaa laitteiston toimintaan.

4.3.9 Releryhmien täyshuolto

Vähällä käytöllä oleville tai pitkään varastossa olleille releryhmille tulee suorittaa täyshuolto maksimissaan 120 kuukauden välein. Täyshuoltoa varten tulee releryhmät toimittaa asianmukaiseen huoltoon.

4.4 Suojastuksen kunnossapito-ohje

4.4.1 Suojastuksen syöttö- ja ohjaus jännitteiden mittaus

Ganz-järjestelmässä kulkee liikennepaikkojen välillä 37-säikeinen runkokaapeli, joka kiertää suojastuspisteiden kautta. Koska välimatkat saattavat olla hyvinkin pitkiä pisteeltä toiselle, kaapelointi osittain heikkokuntoista ja varaosat vanhoja, saattavat jännitetasot pudota liian alhaisiksi. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää 48 VDC, 60 VDC ja 96 VDC jännitetasoihin, sillä näiden pudotessa liian matalalle, on vikatilanteiden mahdollisuus huomattavan suuri. Varsinaista toleranssia jännitetasoille ei ole annettu, mutta omien kokemusten perusteella jo 5 % poikkeama alaspäin voi aiheuttaa ongelmia. Sen sijaan jännitetason ollessa nimellisestä korkeampi, ei juurikaan ole vaikutusta toiminnallisuuteen ja esimerkiksi 96 VDC jännitetaso onkin lähtöpäässä useasti yli 100 VDC luokkaa.

4.4.2 Aikareleiden -ja relehidastusten tarkastukset

Katso kohta 4.3.3.

4.4.3 Releryhmien kiinnityksen tarkastus

Releryhmät ovat kiinnitettynä reletelineisiin mekaanisilla ”linkuilla” (kuvio 28) ja ajan mittaan niissä saattaa esiintyä väsymistä, joka taas voi aiheuttaa releryhmän osittaista irtoamista ja

kontaktin katoamista. Mikäli huollossa esiintyy releryhmiä, joiden kiinnitykset ovat löystyneet, tulee nämä vaihtaa uusiin ja toimittaa vanhat huoltoon.



Kuvio 28. Raidevirtapiirin releryhmä

4.4.4 Ilmaisujen tarkastus

Katso kohta 4.2.10

4.4.5 Ruuviliitosten kireyden tarkastus

Katso kohta 4.3.5.

4.4.6 Dokumenttien tarkastus

Katso kohta 4.2.7.

4.4.7 Kojujen ja kaappien puhdistus

Katso kohta 4.3.8

4.4.8 Tukireleiden voitelu

Katso kohta 4.3.4.

4.5 Kulunvalvonnan kunnossapito-ohje

4.5.1 Käyttöjännitteiden, teholähteiden ja ylijännitesuojien tarkastus

Junankulunvalvonnasta mitattavat jännitteet jäävät käytännössä JKV-koodaimen virtalähteeseen, josta mitataan tuleva verkkojännite ja lähtevä 24 VDC jännite. Virtalähteen ensiöpuolelle on myös lisättyä ylijännitesuoja jännitepiikkien varalta, joita esiintyy esimerkiksi ukkosella, myös tämän eheys tulee tarkistaa ja tarvittaessa vaihtaa uusi tilalle. Kuviossa 29 esiteltynä kaksi kappaletta JKV-koodaimia, sekä näille yhteinen virtalähde, joka on turvallisuussyistä koteloitu.



Kuvio 29. JKV-koodaimet ja virtalähde

4.5.2 Ruuviliitosten kireyden tarkastus

Katso kohta 4.3.5.

4.5.3 Dokumenttien tarkastus

Katso kohta 4.2.7.

4.5.4 Baliisin kiinnityksen tarkastus

Baliisin kiinnitys tarkastetaan liikuttelemalla baliisia ja tarvittaessa kiristämällä sen pultit. Joissakin tapauksissa baliisi on näennäisesti kiinni pölkkyssä, mutta sitä kiristäessä on ilmennyt, että sen ankurointi on pettänyt.

4.5.5 Baliisikaapelin, kiskokotelon ja baliisin tarkastus

Baliisin kiinnityksen lisäksi tulee tarkastaa myös kaapeloiduista baliiseista niiden kaapeleiden ja kaapeleiden suojaputkien eheys ja kiinnitys, baliisien kiskokoteloiden olemassaolo ja siisteys, sekä tehdä baliiseille silmämääräinen tarkastus mahdollisten murtumien havaitsemiseksi.

4.5.6 Ohjelmoitujen ja varastoitujen baliisien tarkastus

Varalla olevat baliisit saattavat olla varastoituina jopa vuosia ja sinä aikana niiden sisäinen muistipiiri saattaa kuoleentua. Siksi pitkään varastoituja baliiseja tulisikin kierrättää mahdollisuuksien mukaan käyttöön.

4.6 Kauko-ohjausjärjestelmän kunnossapito-ohje

4.6.1 Välityksen tarkastus verkkokatkon aikana

Kauko-ohjauksen tulee toimia myös silloin, kun syöttöverkko asetinlaitteelle on katkennut. Tämä on mahdollista todentaa siten, että asetetaan asetinlaite UPS:n syöttämäksi ja esimerkiksi pyydetään liikenteenohjaajaa antamaan asetinlaitteelle erinäisiä komentoja. Mikäli komennot toimivat

ja liikenteenohjaaja saa niistä vastaavan vasteen, voidaan katsoa kauko-ohjauksen välityksien toimivan.

4.6.2 Kauko-ohjauksen jännitteiden mittaus

Kauko-ohjauksesta on mahdollista mitata itse kauko-ohjaus logiikalle (kuvio 30) tuleva syöttöjännite, sekä komento- ja ilmaisureleille menevät yhteiset jännitteet.



Kuvio 30. TAKO kauko-ohjausjärjestelmän logiikka

4.6.3 Järjestelmän tietokoneiden tarkastus ja puhdistus

Järjestelmästä tarkastetaan mahdolliset vikailmaisut, joihin reagoidaan normaalin viankorjauksen tavoin, mikäli vikaa ei voida heti korjata, eikä se aiheuta estettä liikennöinnille, tulee tästä kirjata maininta huoltopöytäkirjaan ja korjata vika myöhemmin.

Tietokoneiden tarkastuksen lisäksi tulee nämä myös puhdistaa päällisin puolin pölystä ja liasta.

4.6.4 Ruuviliitosten kireyden tarkastus

Katso kohta 4.3.5.

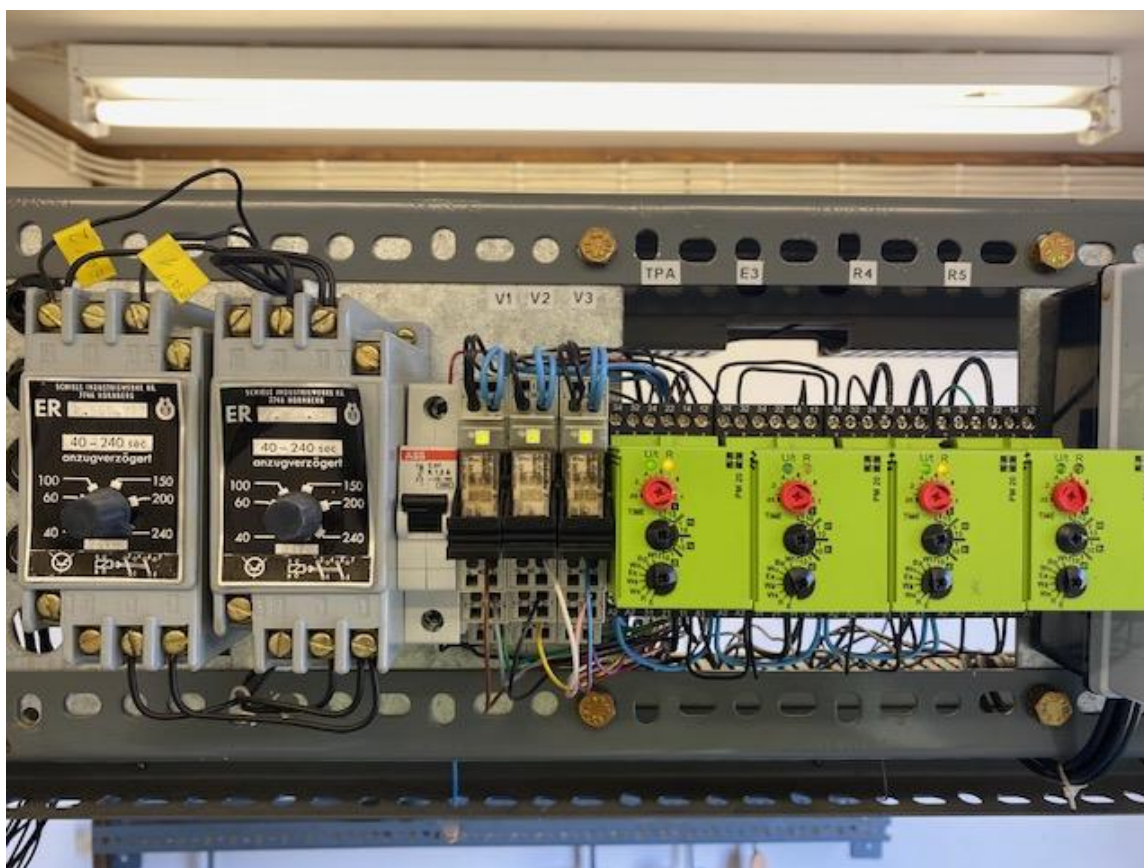
4.6.5 Dokumenttien ja varaosien tarkastus

Katso kohta 4.2.7. ja 4.3.7

4.7 Varoituslaitoksen kunnossapito-ohje

4.7.1 Aikareleiden asetusten tarkastus ja testaus

Aikareleiden ajastusten tarkastus suoritetaan siten, että verrataan aikareleeseen asetettua ajastusta piirikaavioissa esitettyyn arvoon. Koska aikareleiden ajastukset asetetaan mikro- tai liukukytkimillä (kuvio 31), ei näiden käytännössä pitäisi muuttua itsestään, paitsi aikareleeseen vikaantuessa. Tämä kuitenkin näkyisi aika pian varoituslaitoksen toiminnassa.



Kuvio 31. Tasoristeyslaitoksen aikareleitä. Keskellä vikareet V1,V2 ja V3

Alla olevassa taulukossa 1 esitetty varoituslaitoksen toiminnan kannalta oleelliset aikareleet sekä niiden ajastukset.

Taulukko 1. Varoituslaitoksen aikareleet ja niiden ajastukset

Uusi tunnus	aiempia tunnuksia	aiempia tunnuksia	Toiminto	Hidastus	Aika
E1	ERN1	MBN1	Pitkähälytys	Vetohidastus	240s
E2	ERN2	MBN2	Impulssireleet palautus	Vetohidastus	40s
E3	ERN3	MBN3	Puomien etusoitto	Vetohidastus	10s
R4	ARN	ARN4	Puomien etusoitto	Päästöhidastus	10s
R5	AHN	AHS	Suuntareleiden pakkopurku	Päästöhidastus	300s

Ajastuksien testaus:

Pitkähälytys:

Oikosuljetaan ja jätetään varautuneeksi varoituslaitoksen toinen hälytysosuuksista. Noin 240 sekunnin kuluttua varoituslaitokseen ilmaantuu pitkänhälytyksen aiheuttama ”kriittinen vika”, joka vaatii kuittauksen.

Impulssireleen palautus:

Käytetään varoituslaitoksen toinen hälytysosuuksista hetkellisesti varautuneena. Varoituslaitoksen tulee hälyttää noin 40 sekunnin ajan, jonka jälkeen se palautuu normaaliin tilaan.

Puomien etusoitto:

Hälytysosuuden varauduttua, noin 10 sekunnin kuluttua alkavat varoituslaitoksen puomit laskeutumaan. Mikäli näissä kahdessa releessä ilmaantuu ajastuksissa eroavaisuutta, aiheuttaa se varoituslaitokseen ”kriittisen vian”, joka vaatii kuittauksen.

Suuntareleen pakkopurku.

Simuloidaan junan kulkua tasoristeyksen yli joko releistöstä tai oikosulkemalla kiskot esimerkiksi seuraavassa järjestyksessä:

- | | |
|---------------------|-----------------------------------|
| 1. Varataan X-osuus | 4. Vapautetaan X-osuus |
| 2. Varataan T-osuus | 5. Vapautetaan T-osuus |
| 3. Varataan Y-osuus | 6. Jätetään Y-osuus varautuneeksi |

Y-osuuden jäädessä varautuneeksi, lakkaa varoituslaitos hälyttämästä ja puomit nousevat yläasentoon. Noin 300 sekunnin kuluttua varoituslaitos aloittaa uudelleen hälyttämään ja samalla ilmaantuu ”kriittinen vika”.

4.7.2 Ilmaisujen tarkastus

Varoituslaitoksen tulee vikatilanteessa välittää vikailmaisut eteenpäin, joko suoraan liikenteenohjaajalle tai vaihtoehtoisesti Tarmo-robottipuhelimen välityksessä käyttökeskukseen. Viat ilmoitetaan joko ”kriittisinä” tai ”ei-kriittisinä” vikoina. Varoituslaitoksen vikailmaisut testataan seuraavasti:

Puomivika (kriittinen):

Irrotetaan puomin valvontapistoke puominvarren kotelosta.

Puomin asennon valvontavika (kriittinen):

Irrotetaan puomin alarajan kytkentäsäie, jolloin puomi ei saavuta ala-asentoaan, vaan jää heilumaan edes-takaisin ala-asennossaan.

Maavika (kriittinen):

Maavikailmaisimen vikailmaisun voi testata joko ilmaisimen omalla testipainikkeella, tai asettamalla erotetun virtapiirin ja maapotentiaalin välille enintään 50 kilo-ohmin vastuksen.

Verkkokatko (ei-kriittinen):

Verkkokatolla tarkoitetaan varoituslaitosta syöttävän verkon syötön katkeamista, jolloin varoituslaitos on akuston syöttämänä. Verkkokatkon pystyy testaamaan esimerkiksi katkaisemalla varoituslaitoksen sähköt sulaketaulun pääkatkaisijalla.

Lamppuvika (ei-kriittinen):

Opastimen pää- tai varalanka on vioittunut. Vikailmaisun pystyy testaamaan irrottamalla opastin kerrallaan opastinlampun.

4.7.3 Poistojen tarkastus

Joissakin varoituslaitoksissa on niin sanotut ”poisto-painikkeet” joilla varoituslaitoksen hälytys voidaan katkaista esimerkiksi tilanteessa, jossa liikkuva yksikkö on joutunut pysähtymään varoituslaitoksen hälytysosuudelle. Poiston toimivuuden voi tarkistaa varaamalla toisen hälytysosuuksista ja painamalla poisto-painiketta.

4.7.4 Laitoksen toimintakokeilut

Testataan laitoksen yleinen toiminta hälytystilanteessa. Toimintakokeilun aikana tulee tarkkailla puominkääntölaitteiden, soittokellojen, valo-opastimien ja puominvalojen toimintaa.

4.7.5 Ruuviliitosten kireyden tarkastus

Katso kohta 4.3.5.

4.7.6 Dokumenttien ja varaosien tarkastus

Katso kohta 4.2.7. ja 4.3.7

4.7.7 Merkkien ja kilpien puhdistus

Kaikkien näkyvissä olevien varoitus, opastus tms. kylttien putsaus liasta. Suositeltavaa käyttää pesuainetta ja liinaa.

4.7.8 Teholähteiden ja virransyötön tarkastus

Kaikkien teho -ja virtalähteiden jännitetasojen tarkastus, niin tulo -kuin lähtöpuolelta. Tarvittaessa säätö, esimerkiksi akustoa lataavissa tasasuuntaajissa akuston kokonaisnimellisjännitteelle. Mikäli akustossa havaitaan kohtuuttoman nopeaa nestepinnan laskua, on mahdollista kokeilla latausvirran laskemista.

4.7.9 Soittokellojen tarkastus

Tarkistetaan kaikkien varoituslaitosten soittokellojen toiminta kuuntelemalla niitä hälytystilanteessa.

4.7.10 Etävalvontalaitteiston toimintatarkastus

Tarkistetaan vikojen välittyminen joko liikenteenohjaajalle, tai mikäli varoituslaitos on varustettu Tarmo-robottipuhelimella, tarkistetaan ilmaisut käyttökeskukselta.

4.7.11 Puominkääntölaitteen tarkastukset

Puominkääntölaite on varoituslaitoksen se osa, joka kääntää varoituslaitoksen puomit radan suuntaisesti estämään tienkäyttäjien ja kevyen liikenteen kulkemisen varoituslaitoksen yli hälytystilanteessa. Puominkääntölaitteeseen (kuvio 32) kuuluu useita eri tarkastuksia ja testauksia, jotka käyty läpi alla.



Kuvio 32. Puominkääntölaite

Puomin vaaka- ja pystysuoruuden tarkastus:

Tarkastetaan silmämääräisesti puomin asennot, sen ollessa pysty -ja vaaka-asennossa. Puomin ollessa yläasennossa, tulee sen olla hieman kallellaan laskeutumissuuntaansa, sillä vikatilanteessa

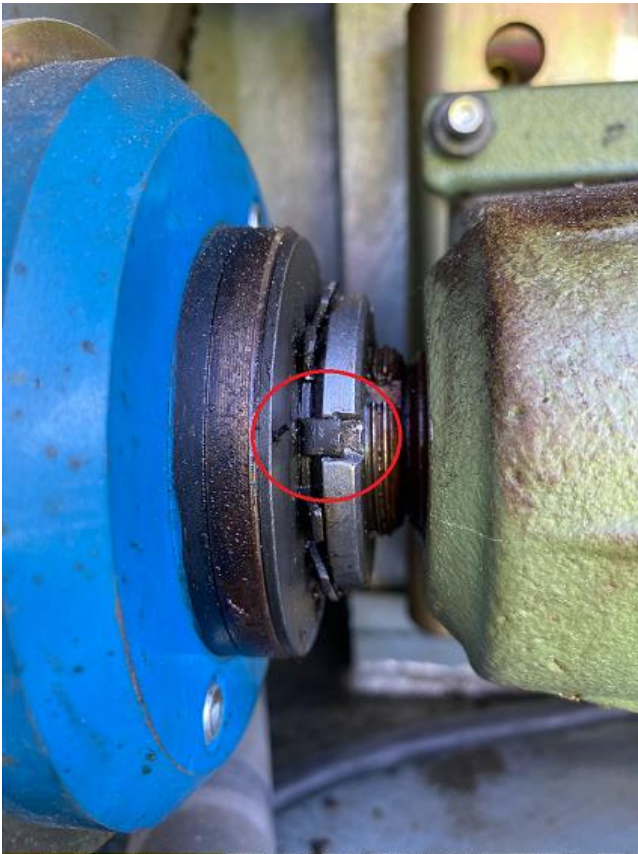
puomien laskeutuessa painovoiman avulla, puomi ei välttämättä muuten laskeudu. Vaaka-asennossa puomin tulee olla silmämääräisesti katsottuna vaakatasossa. Mikäli puomin asentoa on tarpeen muuttaa, tapahtuu se rajakatkaisijoiden asennon säätämällä siten, että 90°-asteen rajalla säädetään vaakasuoruutta ja 0°-asteen rajalla säädetään pystysuoruutta.

Kääntölaitteen kitkan tarkastus:

Kääntölaitteen kitkalla tarkoitetaan sitä puominkääntölaitteen osaa, joka välittää sähkömoottorin mekaanisen kiertoliikkeen puomin akseliin. Kitkan on tarkoituksena pitää huolta siitä, ettei moottori tai puomi rikkoudu esimerkiksi tilanteessa, jossa puomi laskeutuisi maahan asti. Mikäli näin tapahtuisi, alkaisi kitka luistamaan, eikä moottori tai puomi vaurioidu. Kitkansäätö tarkastetaan kahden asentajan voimin siten, että lasketaan puomi ensiksi ala-asentoon ja tämän jälkeen sähkömoottorin avulla nostetaan takaisin yläasentoon. Puomin ollessa ala-asennossaan, tulee toisen asentajan tarttua puomista kiinni ja pyrkiä estää tämän nouseminen pystyasentoon.

Kitkan kireydelle ei ole määritelty mitään varsinaista arvoa, mutta hyvänä nyrkkisääntönä on pitää siitä, että kitkan ollessa liian tiukalla, puomin nousemista on hankala estää käsivoimin ja vastavasti kitkan ollessa liian löysällä, pystyy puomia pitämään yhden käden voimin ala-asennossa. Mikäli kitkaa on tarvetta säätää, tapahtuu se siten, että avataan kääntömoottorin päässä olevasta

kitkapakasta lukitusprikan siivekkeet (kuvio 33) ja tilanteesta riippuen kierretään säätömutteria joko myötä -tai vastapäivään, sen mukaan onko tarkoituksena kiristää vai löysätä kitkan kireyttä. Lopuksi täytyy muistaa palauttaa lukitusprikan siivekkeet, sillä muutoin kitka saattaa alkaa löystyä itsestään.

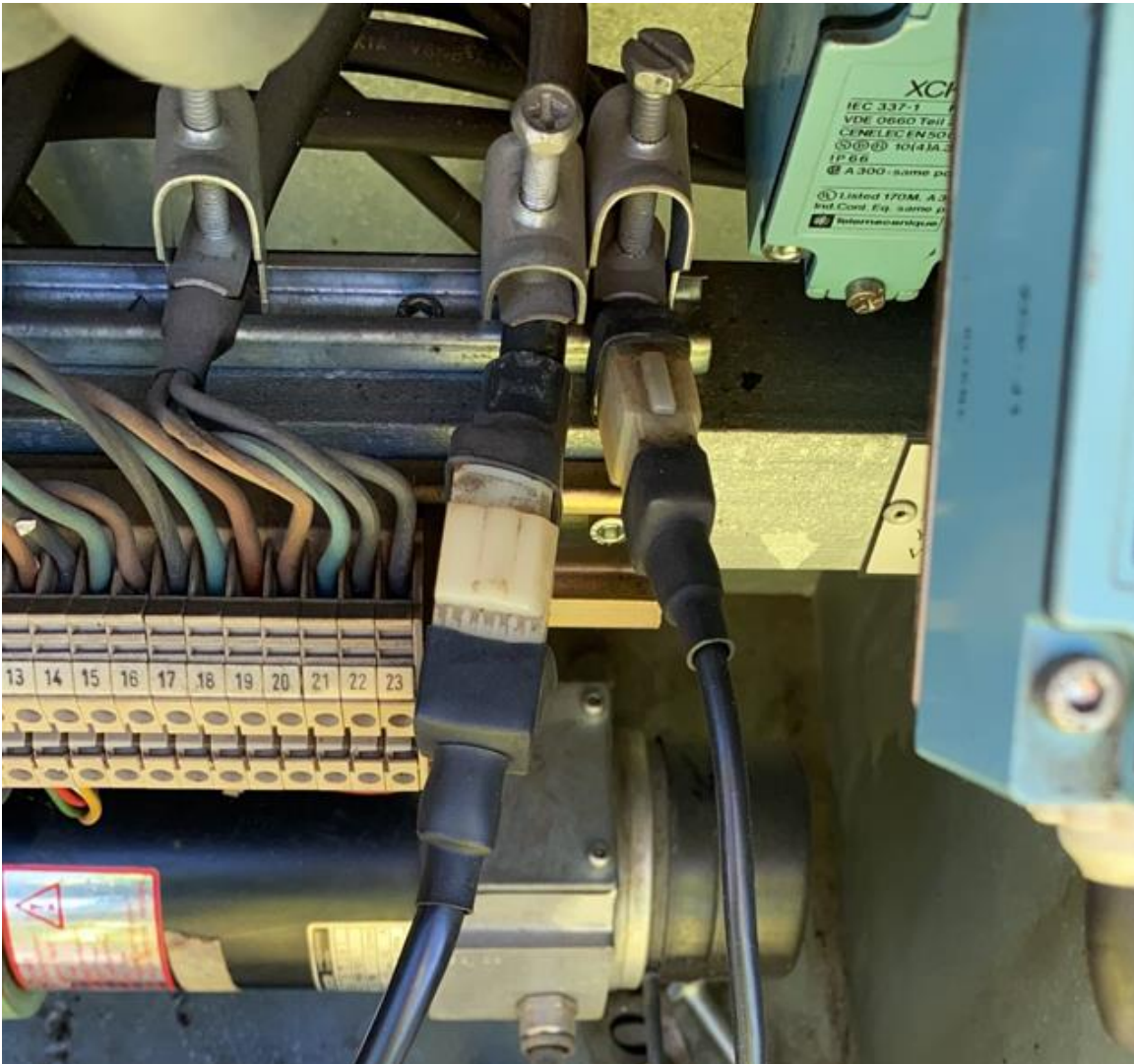


Kuvio 33. Kitkapakan lukitusprikan siiveke

Puomin vapaan pudotuksen tarkastus:

Puomin vapaan pudotuksen tarkoituksena on tarkastaa puomien asento siinä tilanteessa, että puominkääntölaitteelta katkeaa sähkö, joka jarrun avulla ylläpitää puomin yläasennossa. Tarkastus

suoritetaan siten, että puomin ollessa yläasennossa, irrotetaan puomin jarru- ja syöttöpistokkeet (kuvio 34). Puomin tulisi laskeutua maan vetovoiman avustamana noin 60°-asteen kulmaan.



Kuvio 34. Puomin syöttö- (vasen) ja jarrupistoke (vasen)

Mikäli puomi jää silmämääräisesti katsottuna erityisen poikkeavaan asentoon, voi sen kulmaa säätää joko lisäämällä tai poistamalla, puomin päässä olevia vastapainoja (kuvio 35).



Kuvio 35. Puomin vastapainot

Kääntölaitteen jousen kiinnityksen tarkastus:

Tarkastetaan silmämääräisesti jousen kiinnitykset. Samalla on hyvä myös tarkastaa mahdolliset murtumat jousessa.

Rajakatkaisijoiden ja puomin valojen tarkastus:

Rajakatkaisijat testataan siten, että tarkastetaan puomin pysty- ja vaaka-asennot sekä puominvalojen syttyminen noin 60°-kulmassa.

Oven tarkastus:

Tarkastetaan puominkääntölaitteen oven yleiskunto sekä voidellaan saranat ja lukot. Tarpeen mukaan vaihdetaan ovi uuteen.

Kääntölaitekotelon puhdistus:

Puhdistetaan kotelo sisä- ja ulkopuolisesti liasta ja pölystä. Esimerkiksi pölynimuri ja kosteuspyyhkeet tai pesuaine sopivat tarkoitukseen.

Avohammaspyörien tarkastus:

Tarkastetaan silmämääräisesti hammaspyörien kunto rikkoutuneiden hampaiden varalta.

Valvontasilmukan tarkastus:

Valvontasilmukan tarkoitus on ilmaista, mikäli puomi on irronnut kiinnityksestään esimerkiksi törmäyksen seurauksena. Valvontasilmukka tarkastetaan siten, että avataan puomin juuressa oleva metallikotelo ja irrotetaan valvontasilmukan liittimet toisistaan, jolloin varoituslaitokseen ilmaantuu ”kriittinen vika”.

Magneettijarrun tarkastus:

Magneettijarrun tehtävänä on pitää puomi pääteasennoissaan ja sen tarkastaminen onnistuu esimerkiksi siten, että puomin ollessa yläasennossa, irrotetaan jarrun liitin, jolloin puomi alkaa laskeutua painovoiman vaikutuksesta. Koska tässä tilanteessa laitos ei hälytä, pyrkii kääntölaite nostamaan puomin takaisin yläasentoon ja jarrun puuttuessa, jää puomi heilumaan yläasentoon. Tämän jälkeen jarrun liittimen voi laittaa takaisin paikoilleen, jolloin heiluminen lakkaa magneettijarrun aktivoituessa.

Murtopulttien ja osoitekilpien tarkastus:

Tarkastetaan murtopulttien kireys ja tarvittaessa kiristetään niitä. Tarkastetaan myös puominkääntölaitteessa olevien osoitekilpien näkyvyys ja paikkansapitävyys.

4.7.12 Johdotusten ja riviliittimien tarkastukset

Tarkastetaan silmämääräisesti puominkääntölaitteiden ja varoituslaitoksen johdotusten sekä riviliittimien eheys.

4.7.13 Suojakaiteiden tarkastus

Tarkastetaan silmämääräisesti puominkääntölaitteita suojaavien kaiteiden kunto ja kiinnitys.

4.7.14 Turvalaitoksen käyttö -ja häiriöpäiväkirjan tarkastus

Katso kohta 4.2.7

4.7.15 Kojun tai kaapin kunnossapito

Katso kohta 4.3.8

4.8 Valo-opastimen kunnossapito-ohje

4.8.1 Opastimen yleiskunnon tarkastus

Tarkastetaan silmämääräisesti opastimen (kuvio 36) yleiskunto ja putsataan opastimen linssit kostella liinalla.



Kuvio 36. Pääopastin jonka yhteydessä esiopastin

4.8.2 Lampunpitimen kosketuspintojen tarkastus ja puhdistus

Tarkastetaan opastinyksikön sisällä olevan lampunpitimen kosketuspinnat siten, että sormella kevyesti painetaan kosketuspintaa, jolloin tässä pitäisi tuntua tiukahko jousen aiheuttama vastavoima. Samalla puhdistetaan kosketuspinnat esimerkiksi lasikuitu harjaksisella puhdistuskynällä.

4.8.3 Ruuviliitosten tarkastus

Katso kohta 4.3.5.

4.8.4 Opastinlampun vaihto

Vaihdetaan opastinlamput siten, että joka toinen vuosi vaihdetaan peruskäsitteen lamput ja joka toinen vuosi kaikki lamput. Opastinlampun vaihdon yhteydessä on suositeltavaa tarkastaa myös lamppujännite (kuvio 37), joka tulisi olla lampulla n. 11,7 VAC. Mikäli jännitettä on tarpeen säätää, tapahtuu se säätämällä lähtöpäässä olevaa säätövastusta, tässä kuitenkin täytyy ottaa huomioon välimatkasta aiheutuvat jännitehäviöt, jolloin jännite ei ole sama lähtöpäässä ja lampulla.



Kuvio 37. Lamppujännitteen mittaus

4.8.5 Varalangan kokeilu

Varalangan testaaminen yleisesti on mahdollista suorittaa siten, että irrotetaan hetkellisesti päälangan syöttösäie, jolloin opastin vaihtaa automaattisesti syötön opastinlampun varalangalle. Tässä tulee kuitenkin ottaa huomioon, että syöttösäikeessä on jatkuva 12–24 VAC jännite. Vaihtoehtoisesti esimerkiksi releasetinlaitteen alla olevista opastimista varalangan pystyy

testaamaan siten, että sormella asettaa päälangan valvontareleen päästäneeksi, jolloin varalangan tulisi syttyä.

4.9 Raidevirtapiirin ja raidereleen kunnossapito-ohje

4.9.1 Kiskoliityntöjen tarkastus

Tarkastetaan kiskoliityntäjohtimien ja niiden suojaputkien eheys ja kiinnitykset (kuvio 38). Tarpeen mukaan uusitaan johtimet, kuitenkin ottaen huomioon liityntäjohtimien poikki pinta-ala ja kiinnitystapa, sillä useimmiten huonokuntoiset liityntäjohtimet ovat 16mm² MKEM-tyyppistä kaapelia, jotka ovat juotettuna kiskoon. Määräysten mukaan kiskoliityntäjohtimien tulee olla 25mm² MKEM-johdinta ja kiskoliityntä tehtynä pienohmisella Cembre AR60D-kiskomaadoitusliittimellä.



Kuvio 38. Yksikiskoisesti eristetty raidevirtapiiri. 1. Kiskoliityntäjohdin ja suojaputki. 2. KytKentäkotelo

4.9.2 KytKentäkotelon tarkastus

Tarkastetaan kytKentäkotelon yleiskunto ja asennussyvyys, jossa kotelon kannen tulisi olla maksimissaan lähimmän ratapölkyn yläpinnan tasolla. Tarkistetaan myös kytKentäkotelon sisältä kytKentäjohtimien- ja listan eheys, sekä tarkistetaan liittimien kireys (kuvio 39). Useimmiten liittimien ja

kuparisten liityntäjohtimien välille muodostuu kuparikarbonaattia, joka ajan mittaan aiheuttaa ylimenovastusta ja lopulta jopa kontaktin häviämistä. Mikäli liityntäjohtimissa esiintyy patinaa, tulisi nämä putsata pois tai tarvittaessa leikata patinoitunut johtimen osa pois ja tehdä liitos uudestaan.



Kuvio 39. Kytkenäkotelon sisältä

4.9.3 Kiskopäiden tarkastus

Tarkastetaan raidevirtapiirit toisistaan erottavista eristyksistä eristyspalan ja kiskopäiden kunto, sillä kiskopäillä on tapana lytistyä toistuvien pyöräkuormitusten vaikutuksesta. Mikäli kiskopäät ovat näennäisesti lytistyneet ja lähes yhdistyneet, tulisi näitä hiota esimerkiksi kulmahiomakoneella. Alla olevasta kuvista (kuvio 40) voidaan huomata, että kiskopäiden välissä eristyspala on alkanut jo hajoamaan ja tämä mahdollisesti aiheuttaa jossain vaiheessa sen, että kiskonpäätyvät yhteen lämpölaajenemisen vuoksi.



Kuvio 40. Raidevirtapiirin eristys

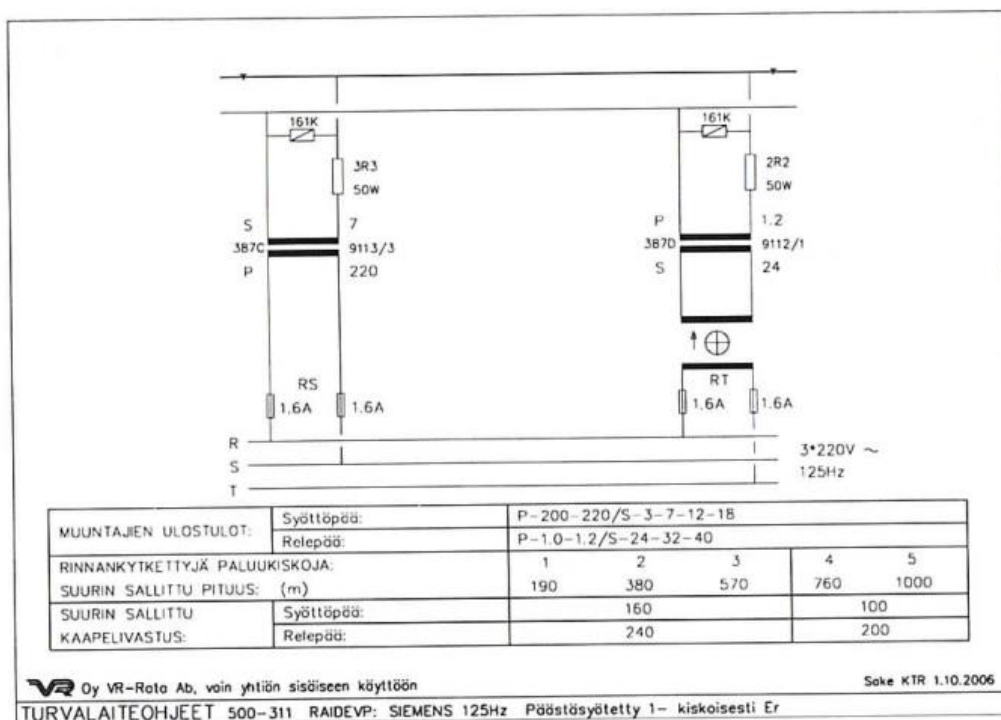
4.9.4 Raidevirtapiirin seurantamittaukset vaihtovirtapiiristä

Raidevirtapiirin seurantamittauksissa tarkastetaan, että kiskossa, syöttö- ja relepäässä olevat jännitteet ovat toiminnan kannalta riittävällä tasolla. Seurantamittauksien avulla pystytään havaitsemaan esimerkiksi huonot kontaktit kiskoliityntäjohtimissa tai toiminnaltaan vajavaiset raidereleet (kuvio 41), jotka eivät täytä turvallisuusvaatimuksia. Kuviossa 42 esitettynä Siemensin yksikiskoisesti eristetyn vaihtovirtaraidevirtapiirin periaatekuva.



Kuvio 41. Siemens raiderele

Siemensin raidereleessä mittapisteen sijaitsevat raidereleen yläosassa olevan kannen takana, jossa sijaitsee myös ns. zenerin vapautuspainike. Raiteen ollessa vapaana, on raidereleen osoitin vihreällä alueella ja vastaavasti varautuneena punaisella alueella.



Kuvio 42. Siemens vaihtovirtapiirin periaatekuva. (Turvalaiteohjeet 2007).

Raidereleestä tarkastetaan alla olevan taulukon mukaisesti seuraavat arvot:

Taulukko 2. Siemens raidereleen mittaukset

Mittaus	Vaadittu arvo	Mittapisteet
Verkkojännite	n. 210VAC	
Relejännite vapaa	n. 30VAC	
Relejännite päästö	n. 20VAC	
Relejännite veto	n. 24VAC	
Summajännite	n. 230VAC	

Mittauksissa on otettava huomioon, että päästö- ja vetojännite mitataan silloin, kun maastosta on säätimellä asetettu raiderele päästäneeksi tai vetäneeksi. Summajännitettä mitattaessa tulee ottaa huomioon, että keskimmäiset mittapisteet yhdistetään toisiinsa ja samalla painetaan mittapisteiden yllä oleva zenerin vapautuspainike pohjaan.

Vapaajännite kiskosta:

Vapaajännite on se jännite, joka on kiskoissa ja raidereleessä, sillä hetkellä kun raide on vapaana. Vapaajännite mitataan kiskojen väliltä raidevirtapiirin syöttöpäästä yleismittarilla ja normaalitilanteessa on se keskimääräisesti 4–6 VAC.

Virtamittaus kiskosta:

Mitataan kiskojen läpi kulkeva virta kiskoliityntäjohtimista pihtivirtamittarilla. Normaalitilanteessa virta on noin yhden ampeerin luokkaa.

Päästöhetken jännite ja vastus kiskosta:

Asetetaan raidevirtapiirin säätömittari (kuvio 43) kiskojen välille ja pienennetään säätimessä olevan potentiometrin arvoa, kunnes raiderele asettuu päästäneeksi turvalaitetilassa. Luetaan yleismittarista sen hetkinen jännite ja säätimen vastusarvo.



Kuvio 43. Raidevirtapiirin säätömittari

Vetohetken jännite ja vastus kiskosta:

Asetetaan raidevirtapiirin säätömittari (kuvio 43) kiskojen välille ja suurennetaan säätimessä olevan potentiometrin arvoa nolasta alkaen, kunnes raiderele asettuu vetäneeksi turvalaitetilassa. Luetaan yleismittarista sen hetkinen jännite ja säätimen vastusarvo.

0,7Ω jännite:

0,7ohmin mittauksella simuloidaan tilannetta, jossa yksikön pyöräkerta on oikosulkenut raidevirtapiirin. Mittaus suoritetaan painamalla säätömittarissa olevaa erillistä 0,7Ω painiketta ja vastaavasti turvalaitetilassa mitataan sen hetken jännite releeltä.

Veto/päästö-suhteen määrittäminen:

Saatujen tulosten avulla voidaan määrittää jokaiselle releelle relekohtainen veto/päästö-suhde, jota pidetään eräänlaisena yleismittarina releen kunnolle. Turvalaitteiden yleisissä kunnossapito-ohjeissa on Siemensin raidereleille määritelty veto/päästö-suhteen raja-arvoksi 0,60. Mikäli tämä raja-arvo alittuu, on moottorirele syytä vaihtaa uuteen ja toimittaa vanha huoltoon.

Veto/päästö-suhteen määrittäminen tapahtuu laskennallisesti seuraavalla kaavalla:

$$\frac{U_{rap}}{U_{rav}}$$

jossa:

U_{rap} = releen jännite päästöhetkellä

U_{rav} = releenjännite vetohetkellä

Esimerkiksi Jyväskylän raiteen 001 raidevirtapiiristä on saatu taulukon 3 mukaiset tulokset, joiden perusteella voidaan laskea veto/päästö-suhteen olevan

$$\frac{U_{rap}}{U_{rav}} = \frac{16,90V}{23,90V} = 0,70$$

Taulukko 3. Raidevirtapiirin mittauspöytäkirja

[illegible]

Raidereleen vaihesiirtokulman määrittäminen

Veto/päästö-suhteen lisäksi tulee raiderieleestä määrittää virtojen välinen vaihesiirtokulma, joka on ideaalitilanteessa 90° .

Vaihesiirtokulma saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$\cos\varphi = \frac{Ura^2 + Uve^2 - Usu^2}{2 \times Ura \times Uve}$$

jossa:

U_{ra} = releen vapaajännite

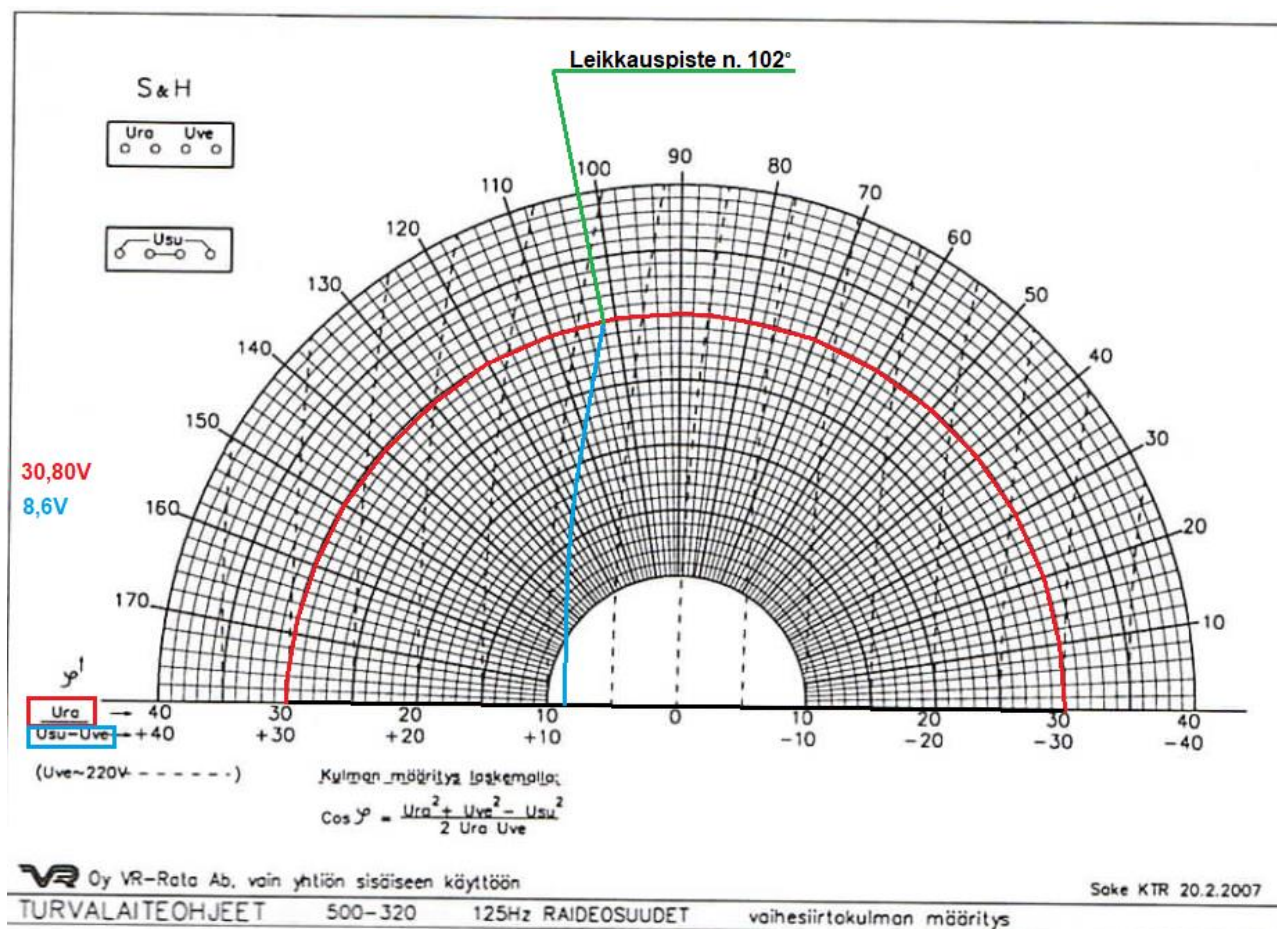
U_{ve} = releen verkkojännite

U_{su} = releen summajännite

Taulukon 3 mukaisesti saadaan raidevirtapiirille laskettua seuraava vaihesiirtokulma

$$\cos \varphi = \frac{U_{ra}^2 + U_{ve}^2 - U_{su}^2}{2 \times U_{ra} \times U_{ve}} = \frac{30,80V^2 + 215,80V^2 - 224,40V^2}{2 \times 30,80V \times 215,80V} = 102,3^\circ$$

Vaihtoehtoisesti vaihesiirtokulman voi määrittellä kuvion 44 avulla.



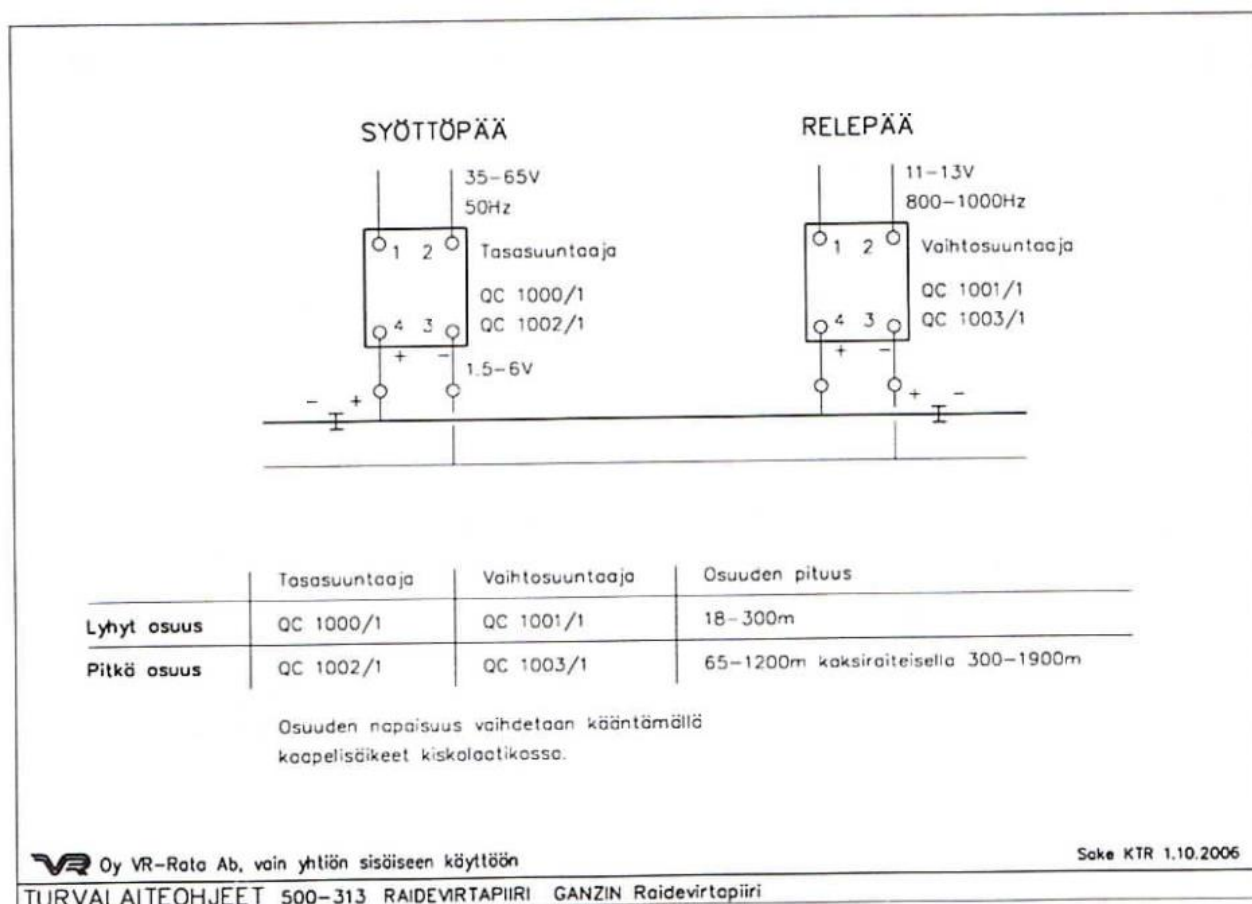
Kuvio 44. Vaihesiirtokulman määrittely. (Turvalaiteohjeet 2007).

4.9.5 Ylijännitesuojien tarkastus

Tarkastetaan raidevirtapiiriä suojaavat ylijännitesuojat silmämääräisesti. Mikäli ylijännitesuojat ovat malliltaan sellaisia, joissa ei ole tilan osoittavaa indikaattoria, on nämä mahdollista testata lämpilyöntimittarilla.

4.9.6 Raidevirtapiirin seurantamittaukset tasavirtapiiristä

Tasavirtapiiri mitataan lähes vastaavasti kuten vaihtovirtapiiri, alla esitettyinä eroavaisuuksien mitaukset. Kuviossa 45 on esitettyä tasavirtaraidevirtapiirin periaatekuva.



Kuvio 45. Tasavirtaraidevirtapiirin periaate. (Turvalaiteohjeet 2007).

Virtamittaus:

Virtamittaus on ns. oikosulkuvirtamittaus, jossa säätömittari asetetaan "virta-asentoon", jolloin raidevirtapiiri oikosulkeutuu ja virta kulkee säätö- ja yleismittarin läpi. Virta on normaalitilanteessa noin yhden ampeerin suuruinen.

Veto- ja päästöhetken jännitteiden ja vastuksien mittaus:

Veto- ja päästöhetken jännitteet ja vastukset mitataan samalla tavalla kuin vaihtovirtapiirissä, ai-noana erona on mittapisteeet, jotka ovat esitettyinä taulukossa 4 ja kuviossa 46. Raidevirtapiirin va-paanaolo ilmaistaan tässä tapauksessa punaisella LED-valolla.

Taulukko 4. Tasavirtapiirin mittapisteeet

Releryhmä			Kuusipiste		
Rele	Indikaattori	Vahvistinkortin paikka	Mittapiste 1.	Mittapiste 2.	Huom.
101	Ylempi LED	Kolmas kortti	1c	2c	
102	Alempi LED	Toinen kortti	1b	2b	Kuvassa tyhjä



Kuva 46. Raidereleryhmä ja sen kytkentäpisteet

4.9.7 Raidevirtapiirin seurantamittaukset varoituslaitoksessa

Varoituslaitoksen seurantamittaukset suoritetaan vastaavasti kuten vaihto- ja tasavirtaraidevirtapiireissä, erona vain mittapisteeet, jotka ovat raidereleen (kuvio 47) etulevyssä olevat kaksi mittapistettä.



Kuvio 47. Siemens tasavirtaraiderele

4.10 Akselinlaskentaosuuden kunnossapito-ohje

4.10.1 Laskenta-anturin ja kotelon tarkastus

Tarkastetaan laskenta-anturi ja sen kytkentäkotelo silmämääräisesti näkyvien vaurioiden varalta.

Tarkistetaan ja tarvittaessa kiristetään laskija-anturin kiinnitys noin 50Nm kireyteen.

4.10.2 Siemens laskenta-anturin mittaukset

Siemensin akselinlaskenta-anturin parametrien tarkastus suoritetaan siten, että asetetaan säätötyökalu laskijan kytkentäkoteloon sille varattuun korttipaikkaan (kuvio 48).



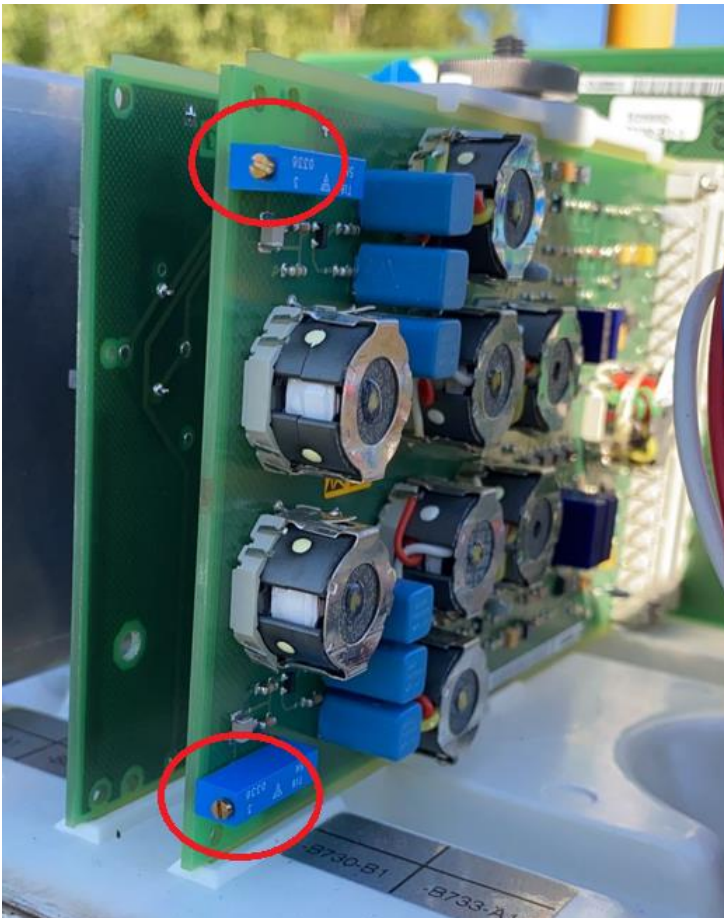
Kuvio 48. Siemens akselinlaskijan parametrien tarkastus

Laskijan säätötyökalun avulla tarkastetaan laskenta-anturin sen hetkiset parametrit, joiden tulisi asettua valmistajan antamiin toleransseihin taulukon 5 mukaisesti. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää laskijan signaalitaajuuksiin f1 ja f2 sekä jännitteisiin U1 ja U2. Mikäli kyseisissä arvoissa on korjaamista, onnistuu näiden säätäminen siten, että kytkentäkotelossa kuvion 49 mukaisilla potentiometreillä säädetään taajuutta (ylempi ylätaajuus ja alempi alataajuus) ja turvalaitetilassa kuvion

49 mukaisilla potentiometreillä säädetään jännitettä. Jännitettä säätäessä tulee ottaa huomioon kanavien välinen ero, sillä jo $\pm 0,1$ VDC ero voi aiheuttaa laskentapisteen vikaantumisen.

Taulukko 5. Siemens akselinlaskenta-anturin parametrit

Mittaus	Yksikkö	Alaraja	Yläraja
U60	V	30	72
U24	V	21,3	22,4
FS (43,0)	kHz	42,8	43,2
F1 (3,60)	kHz	3,55	3,65
F2 (6,5)	kHz	6,42	6,62
UR1	V	5,30	6,00
UR2	V	5,20	5,90
UE1	mV	60	150
UE2	mV	60	150
ULΣ	V	0,48	1,80



Kuvio 49. Potentiometrit taajuuden muuttamiseksi

Taajuus ja jännite on mahdollista mitata sisäyksiköstä kuvion 50 mukaisista pisteistä, jossa:

1. 0V taso, yhteinen kaikilla korteilla
2. ylätaajuus, 6,5kHz
3. alataajuus, 3,6kHz
4. kanavan 1 jännite, $3,0V \pm 0,1V$
5. kanavan 2 jännite, $3,0V \pm 0,1V$
6. kanavan 1 jännitteensäätö
7. kanavan 2 jännitteensäätö



Kuva 50. Taajuuden ja jännitteen mittaaminen sisäyksiköstä

4.10.3 Tiefenbach laskenta-anturin mittaukset

Vaikka Tiefenbachin akselinlaskijan toiminta on periaatteeltaan hyvinkin samanlainen kuin Siemensillä, on tämän huoltotoimenpiteet kuitenkin hyvin erilaiset. Laskijan huoltotoimenpiteisiin kuuluu laskijan ja kytkentäkotelon silmämääräinen tarkastus, laskija-anturin kiristyksen tarkastus, laskijan koron- ja ylijännitesuojien jännitetasojen tarkastus. Laskijan koron tarkistamiseksi tulee käyttää tätä varten toimitettuja säätötyökaluja. Laskijan koron tarkastus aloitetaan irrottamalla kaikki laskijan kytkentäsaikkeet kytkentäkotelosta ja kytkemällä nämä väri-väriin periaatteella säätimeen (kuvio 51).



Kuva 51. Tiefenbach laskenta-anturin liittäminen säätimeen

Säädetään säätölevyn mitta-asteikkoon 43millimetrin korko ja asetetaan säätölevy akselinlaskenta-anturin päälle (kuvio 52).



Kuvio 52. Laskenta-anturin säätölevyn asennus

Akselinlaskenta-anturin pohjassa on molemmille laskijan kanaville omat säätöpotentiometrit, joita säätämällä saadaan laskijan magneettikenttä reagoimaan säätölevyyn. Potentiometrien säätämiseksi tulee käyttää mukana tulevaa säätötyökalua (kuvio 53).



Kuvio 53. Laskenta-anturin potentiometrin säätäminen

Säädön alkutilanteessa tulisi säätimen molempien LED-ilmaisimien olla sammuneena, mikäli näin ei ole, kierretään sen kanavan potentiometriä, joka on syttyneenä, vastapäivään kunnes ilmaisu sammuu. Oikean koron asettamiseksi kierretään potentiometriä myötäpäivään, kunnes ilmaisu syttyy. Tehdään tämä molemmille kanaville ja lopuksi vielä tarkistetaan säätölevyllä koron asetus siten, että asetetaan mitta-asteikko reilusti yli 43 millimetrin ja levyn ollessa laskija-anturin päällä, aletaan pyörittämään säätölevyn säädintä myötäpäivään, kunnes säätimessä molemmat LED-ilmaisut ovat syttyneenä. Tämän jälkeen tarkastetaan säätölevyn mitta-asteikon lukema.

4.11 Vaihteen kunnossapito-ohje

4.11.1 Paikallispainikkeiden ja kaappien tarkastus

Useimpien vaihteiden yhteydessä on paikallislupapainikkeet (kuvio 54), joilla on mahdollista kään-
nellä paikallisesti vaihteen asentoa. Paikallispainikkeiden huoltoon kuuluu painikkeiden toiminta-
kokeilut, painikkeiden ilmaisinalojen tarkastus sekä painikekotelon tai -kaapin yleiskunnon tarkas-
tus.



Kuvio 54. Paikallislupapainikkeet

4.12 Vaihteen sähkökääntölaitteen kunnossapito-ohje

4.12.1 Valvontakoskettimien tarkastus

Tarkistetaan vaihteen sähkökääntölaitteen valvontakoskettimien (kuvio 55) puhtaus silmämääräisesti. Mikäli koskettimet ovat erityisen nokeentuneita tai patinoituneita, tulee sähkökääntölaite vaihtaa kokonaisuudessaan uuteen ja toimittaa vanha laite huoltoon.



Kuvio 55. Vaihteenkääntölaitteen valvontakoskettimet

4.12.2 KytKentäkotelon, johdinliitosten ja liitÄntäkaapelin tarkastus

Tarkistetaan kääntölaitteen kytkentäkotelon yleiskunto, kääntölaitteen sisäisen kytkennän (kuvio 56) ja liitÄntäkaapelin eheys (kuvio 57).



Kuvio 56. Vaihteenkääntölaitteen kytkentälista



Kuvio 57. Vaihteenkääntölaitteen liitäntäpistoke

4.13 Paikallislupien ja avainsalpalaitteiden kunnossapito-ohje

4.13.1 Tekninen ja toiminnallinen toimintakoe

Tarkastetaan paikallislupien toiminta ohjeen 4.11.1 mukaan. Avainsalpalaitteen tarkastamiseksi tulee liikenteenohjaajalta pyytää paikallislupa haluttuun avainsalpaan, jolloin avaimen irrotusmekanismin toiminnan pystyy testaamaan. Mikäli avaimen poisto tuntuu jäykähköltä, voi lukkopesään laittaa tarkoitukseen sopivaa voiteluainetta. Avainsalpalaitteen toimintakokeeseen kuuluu myös avainsalpalaitteen ilmaisuvälin tarkastus ja tarvittaessa ilmaisulampun vaihto.

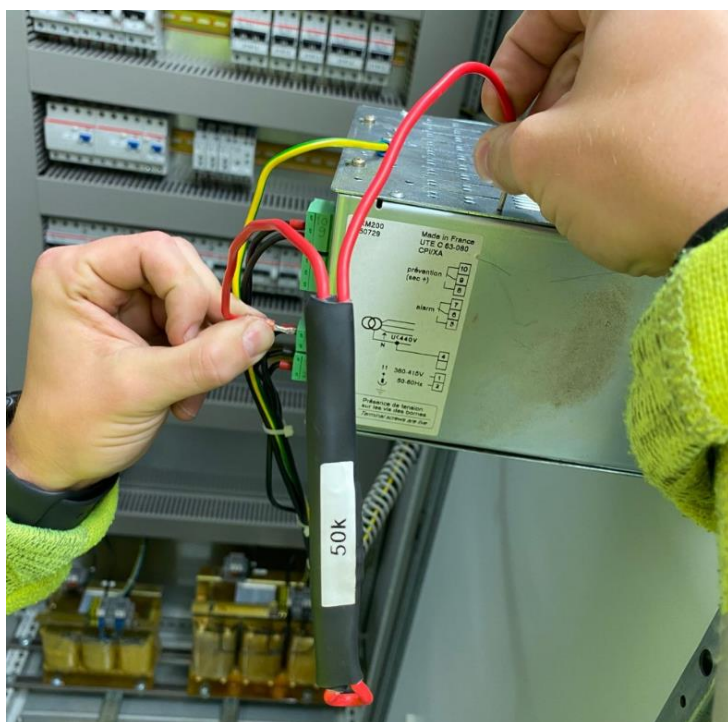
4.14 Virransyöttölaitteiden kunnossapito-ohje

4.14.1 Jännitteiden ja taajuusvalvonnan tarkastus

Jännitteiden ja taajuusvalvonnan tarkastuksissa huoltotoimenpiteet kohdistuvat turvalaitetilan sähkönsyöttöön, josta tarkastetaan mittaamalla vaiheiden L1, L2 ja L3 väliset jännitteet, sekä näiden jokaisen ja nollatason välinen jännite. Myös syöttöverkon taajuus tulee tarkastaa.

4.14.2 Maavikailmaisimien toimintakokeilu ja säätö

Tarkastetaan maavikailmaisimen senhetkinen maavikavalvonnan arvo. Tarkastuksen voi suorittaa joko katsomalla maavikailmaisimen omalta näytöltä, tai vaihtoehtoisesti säätämällä maavikailmaisimen hälytysrajaa siihen asti, kunnes maavikailmaisin ilmoittaa viasta. Mikäli maavikailmaisimessa on testi-painike, voidaan tämän avulla testata maavian välittyminen liikenteenohjaajalle. Mikäli ilmaisimessa ei ole painiketta, voidaan maavika simuloida esimerkiksi 50 kilo-ohmin vastuksella, jonka avulla maavikailmaisin myös säädetään. Maavikailmaisimen säätämiseksi 50 kilo-ohmin vastus asetetaan ilmaisimen erotetun virtapiiriin ja maapotentiaalin välille ja säätämällä tämän jälkeen ilmaisimen herkkyyttä, kunnes ilmaisimella annetaan vikailmaisun (kuvio 58).



Kuvio 58. Maavikailmaisimen säätäminen erillisellä vastuksella

4.14.3 Virransyöttökaappien tarkistus ja puhdistus

Virransyöttökaapit tulee puhdistaa pölystä ja liasta tarkoitukseen sopivilla siivousvälineillä. Sopivia välineitä ovat pölynimuri, lattiaasta, mikrokuituliinat ja mieto pesuaine. Puhdistuksessa kuitenkin oltava erityisen tarkkana, ettei välineillä kosketa paikkoja, joissa on sähköä, tai muuten aiheuttaa haittaa laitteiston toimintaan. Virransyöttökaappeihin tehdään samalla silmämääräinen yleistarkastus, jossa tarkastetaan yleiskunto ja esimerkiksi kosketussuojauksien eheys.

4.14.4 Hälytysten ja ilmaisujen tarkastus

Tarkastetaan virransyöttö mahdollisten hälytysten ja vikailmaisujen varalta. Mikäli näitä esiintyy, tulee näihin reagoida normaalin viankorjauksen tapaan ja mahdollisuuksien mukaan korjata vika välittömästi. Mikäli vikaa ei saada korjattua välittömästi, tulee tästä jättää merkintä huoltopöytäkirjoihin ja korjata vika myöhemmin.

4.14.5 Ruuviliitosten kireyden tarkastus

Katso kohta 4.3.5.

4.14.6 Toimintakokeilu verkkokatkolla

Virransyötön toimintakokeilulla varmistetaan laitteiston toimintakyky myös silloin, kun syöttöverkko on poikki. Toimintakokeilun voi suorittaa katkaisemalla virransyöttökaapista tai sulaketaulusta sähkönsyötön.

4.14.7 Tasasuuntaajan tarkastukset

Tasasuuntaajan huoltoon kuuluu yleiskunnon ja parametrien arvojen tarkastus sekä kesto- ja pika-varausjännitteen mittaaminen. Tasasuuntaajan jännitetaso tulisi olla laitteiston akuston nimellisyännitteen suuruinen tai jopa hieman suurempi.

Kestovarausjännite:

Kestovarausjännite mitataan tasasuuntaajan normaalitilanteessa yhdeltä akuston kennolta. Mikäli kestovarausjännite on huomattavasti kennon nimellisyännitettä suurempi tai pienempi, tulee varausjännitettä säätää.

Pikavarausjännite:

Pikavarausjännite mitataan asettamalla tasasuuntaaja pikavaraukselle ja mittaus suoritetaan yhdeltä akuston kennolta. Mikäli kestovarausjännite on huomattavasti kennon nimellisjännitettä suurempi tai pienempi, tulee tätä säätää akulle sopivammaksi.

4.14.8 Vaihtosuuntaajan tarkastukset

Vaihtosuuntaajan huoltoon kuuluu yleiskunnon tarkastamisen lisäksi ulostulojännitteen ja taajuuden mittaaminen, jotka tulisi olla normaalin syöttöverkon tasolla.

4.14.9 UPS-laitteiston tarkastukset

UPS-laitteistosta tarkastetaan mahdolliset vika- ja hälytysilmaisut, sekä UPS:ia syöttävän verkon taso ja taajuus sekä lähtöjännite. Valmistajan huolto-ohjeiden mukaisesti UPS vaatii myös aika-ajoin jäähdytystuulettimien toiminnan tarkastuksen ja vaihdon sekä syöttöverkon suodatinkondensaattorien vaihdon.

4.14.10 Akuston tarkastukset**Kennojännitteet:**

Mitataan koko akuston yli vaikuttava jännite. Mittauksessa tulee ottaa huomioon, että esimerkiksi joissain asetinlaitteissa akusto on jaettu kahteen tai jopa neljään kennostoon. Akuston latauksen tulee myös olla katkaistuna, sillä muutoin mittauksessa saadaan tulokseksi latausjännitettä vastaavia tuloksia. Mikäli akusto on rakenteeltaan telineessä tai kaapissa, jota ei ilman sähköiskun vaaraa pysty mittaamaan, jätetään mittaus tekemättä.

Napajännitteet:

Mitataan jokaisen yksittäisen akun napajännite. Akuston latauksen tulee olla katkaistuna, sillä muutoin mittauksessa saadaan tulokseksi latausjännitettä. Mikäli akusto on rakenteeltaan semmoisessa telineessä tai kaapissa, jota ei ilman sähköiskun vaaraa pysty mittaamaan, jätetään mitaus tekemättä.

Nestepinnan ja ulkopuolisen puhtauden tarkastus:

Tarkastetaan akkujen nestepinnan tasot ja tarvittaessa täytetään kennot tarkoitukseen sopivalla

akkuvedellä. Hyvänä nyrkkisääntönä tässä on kuitenkin se, että edes kerran vuodessa akustot vesi-tettäisiin. Tarkastetaan samalla myös akkujen ulkopuolinen puhtaus ja kiinnitetään erityistä huomiota esimerkiksi hapettuneisiin napoihin ja liitoksiin ja tarvittaessa putsataan tai uusitaan nämä.

Akuston purkauskoe:

Akuston purkauskokeessa selvitetään akuston kykyä pitää turvalaitteet toiminnassa esimerkiksi syöttöverkon katkoksissa. Purkauskoe suoritetaan siten, että esimerkiksi ABB:n UPS-laitteesta (kuvio 59) asetetaan jokainen käytössä oleva moduuli ”deep battery test-moodiin”, jolloin UPS-laite katkaisee akuston latausvirran ja siirtää turvalaitteiden syötön akustolle.



Kuvio 59. ABB DPA UPScale modulaarinen UPS-laite

Yleisten ohjeistuksien mukaan akuston tulisi kestää vähintään kuudentunnin ajan normaalia kuormitusta, mutta mikäli akuston syöttö katkeaa tai UPS-laite antaa hälytyksen liian alhaisesta jännitteestä, tulee purkauskoe keskeyttää.

Konduktanssimittaus:

Konduktanssimittaus suoritetaan tarkoituksenmukaisella koduktanssimittarilla akustolle vastavalla tavalla kuin yksittäisen akun napajännitteen mittaus. Konduktanssimittauksesta saatavalla tiedolla voidaan määritellä akuston senhetkinen kunto, kuitenkin tulee ottaa huomioon, että uutta ja vasta asennettua akustoa konduktanssimittattaessa voi saadut mittatulokset olla hyvinkin hajanaisia. Mittaus tulisi siten suorittaa vasta useiden kuukausien päästä akuston asennuksesta, jolloin akut ovat ”tasaantuneet”.

4.15 Turvalaitetilojen kunnossapito-ohje**4.15.1 Turvalaitetilojen kunnossapito**

Turvalaitetilojen kunnossapitoon kuuluu laaja-alaisesti eri kiinteistönhuollon toimenpiteitä, kuten turvalaitetilan yleisen siisteyden ylläpito niin sisä- kuin ulkopuolelta, vesikaton tiiveyden, lukitusten ja hälytysten sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien tarkastukset. Yleisen siisteyden ylläpitämiseksi tulee turvalaitetilan roska-astiat tyhjentää, pölyt pyyhkiä sekä tarvittaessa lakaista ja pestä lattiat. Ulkopuolisen siisteyden varmistamiseksi tulee kaikki turvalaitetilan ympäristössä oleva, sinne kuulumaton materiaali poistaa ja kierrättää, sekä huolehtia kulkureittien ja ympäristön kasvintorjunnasta. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien tarkastamiseksi tulee lämmityspatterit, ilmalämpöpumput tai vastaavat laitteistot tarkastaa aistinvaraisesti. Erityisesti ilmalämpöpumppujen kaukosäätimien paristot tulee tarkistaa ja tarvittaessa vaihtaa, sillä useissa yksiköissä on ominaisuutena pumpun sammuminen paristojen varauksen loputtua.

4.16 Johtoteiden, kaapeloinnin ja radan merkkien kunnossapito-ohje

4.16.1 Johtoteiden tarkastukset

Tarkastetaan kaikkien johtojen ja kaapeleiden kiinnitykset sekä läpivientien tiiveydet. Johtoteihin lasketaan mukaan myös kaapelikanavat, kannet, alitukset, kaivot ja kaapelimerkinnot. Tarkastukseen kuuluu myös tarvittaessa näiden rakenteiden korjaukset sekä alitusten, kaapelikanavien ja kaivojen puhdistamiset.

4.16.2 Kaapeloinnin tarkastukset

Kaapeloinnin tarkastukseen kuuluu kaapeleiden silmämääräinen tarkastus niiltä osin, kun kaapelit ovat näkyvissä, sekä vapaiden säikeiden mittaus.

Vapaiden säikeiden mittaus:

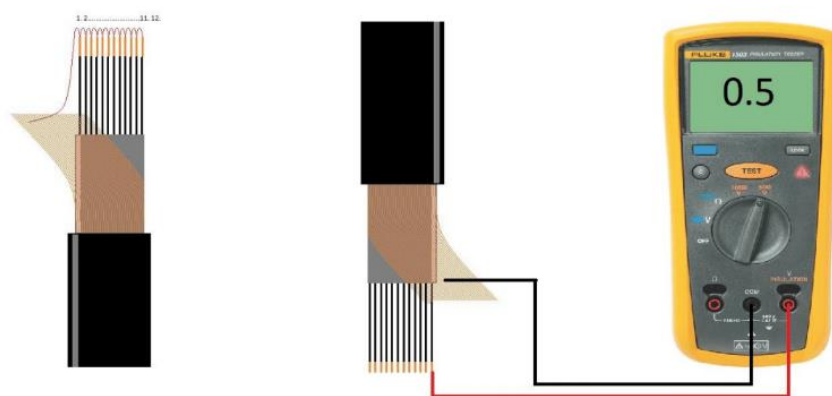
Vapaiden säikeiden mittaus suoritetaan jokaiseen kaapeliin, jossa on kytkemättömiä, ns. vapaita säikeitä. Vapaille säikeille tehdään eristysvastusarvon- ja johtavuuden mittaus. Vapaiden säikeiden tulisi täyttää taulukossa 6 esitetyt eristysvastusarvot (Vapaiden säikeiden tarkastus 2015).

Taulukko 6. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot

Virtapiirin nimellisjännite V	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresi- stanssi MΩ
SELV ja PELV	250	≥0,5
Enintään 500V	500	≥1,0
Yli 500V	1000	≥1,0

Eristysvastuksen mittaus:

Eristysvastusarvo mitataan jokaisen säikeen ja kaapelin konsentrisen johtimen tai armeerauksen väliltä siten, että toiseen päähän tehdään ns. ”soittopää”, jossa vapaat säikeet ja maa yhdistetään toisiinsa esimerkiksi kuparilangalla (kuvio 60). Vastaavasti kaapelin toisessa päässä mitataan eristysvastusmittarilla säie kerrallaan ”maita” vasten.

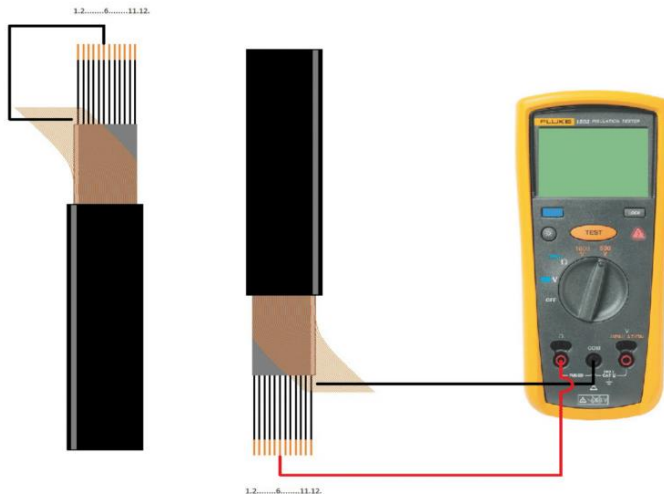


Kuvio 60. Eristysvastuksen mittaaminen

Mittaus aloitetaan siten että eristysvastusmittarin mittapääät asetetaan suojamaahan ja suojamaasta kauimpana olevaan säikeeseen (esim. säie 12) ja syötetään kaapelityypille sopivaa jännitettä (esim. 500V) jolloin mittarin pitäisi näyttää n.0–5 ohmia riippuen kaapelin pituudesta, tällä tavalla voidaan todeta, että mitattavan säikeen ja suojamaan välillä on toimiva yhteys. Tämän jälkeen katkaistaan lenkki, säikeen 11 ja 12 väliltä ja mitataan uudestaan. Mikäli eristysvastus on kunnossa, eikä säie vuoda, tulisi mittarin näyttää mahdollisimman suurta lukua, ottaen kuitenkin huomioon taulukon 5 arvot pienimmästä sallitusta resistanssista. Mikäli mittalaite näyttää esim. >500M Ohmia, voidaan todeta, että säie numero 12 on kunnossa, eikä vuoda suojamaata tai muita säikeitä vasten. Loput säikeet mitataan samalla tavalla.

Jatkuvuuden mittaus:

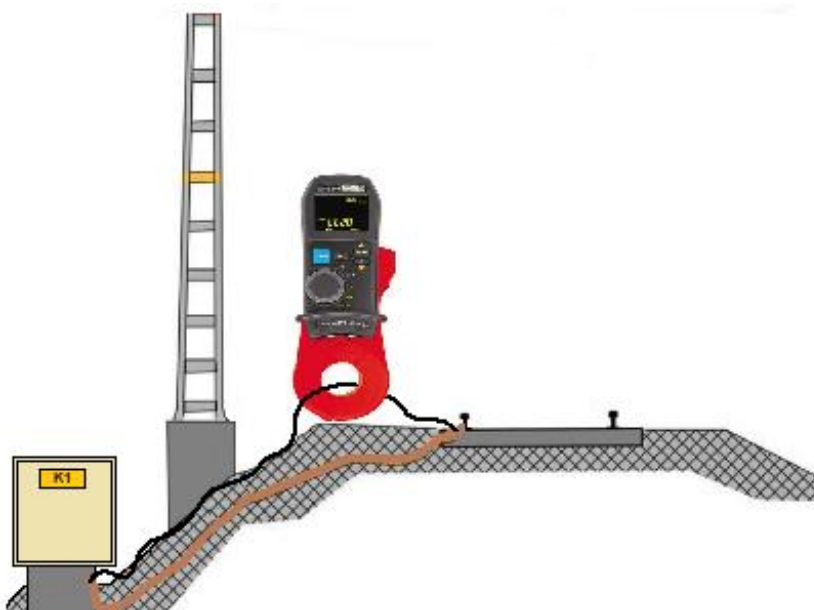
Säikeiden jatkuvuuden (lenkkivastus) mittauksen voi tehdä hyvin samaan tapaan kuin suojamaadoituksen mittauksen, jossa toisena mittajohtimena käytetään kaapelin suojamaadoitusta, kuitenkin edellyttäen tämän olevan ehjä. Mittaus suoritetaan siten, että kaapelin toisessa päässä on mittalaite, josta asetetaan toinen mittapää suojamaadoitukseen ja toista mittapäättä vaihdellaan säikeiden välillä, joita mitataan. Toisessa päässä taas yhdistetään kaapelin suojamaadoitus ja mitattava säie. Alla olevassa kuviossa 61 esitettynä kuinka säikeen jatkuvuutta mitataan säie numero kuudesta. Tässä tapauksessa vastusarvon tulisi olla mahdollisimman pieni ja riippuen kaapelin pituudesta, ovat tulokset tyyppillisesti muutaman ohmin luokkaa.



Kuvio 61. Säikeen jatkuvuuden mittaus

4.16.3 Maadoitusten tarkastukset

Maadoitusten tarkastukseen kuuluu kaikkien turvalaitteiden ja turvalaiterakenteiden maadoitus-
ten merkintöjen ja johtavuuksien tarkastus. Johtavuuden tarkastamiseksi asetetaan oletetun maa-
doituskuparin molempien päiden välillä mittajohdin, jonka ympärille laitetaan maadoitusvastus-
mittari (kuvio 62). Mikäli maadoitus on kunnossa, tulisi lukeman olla alle yhden ohmin luokkaa ja
mikäli taas yli sen, tulisi maadoituksen kuntoon kiinnittää huomiota.



Kuvio 62. Maadoitusmittauksen periaate

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia raideliikenteen turvalaitteille huolto-ohje, jonka avulla uudet ja alueiden välillä lainattavat työntekijät pystyvät suorittamaan perus huoltotoimenpiteitä eri laitteistoille. Työn tuloksena saatiin laadittua monipuolinen, yksityiskohtainen ja ennen kaikkea asentajaystävällinen huolto-ohje, jota pystyy soveltamaan useimpiin laitteistoihin, osittain jopa laitekannasta riippumatta.

Opinnäytetyössä laadittavaa huolto-ohjetta lähdettiin laatimaan turvalaitteiden yleisten kunnossapito-ohjeiden mukaisesti tehtävä kerrallaan. Kunnossapito-ohjeiden mukaisia tehtäviä käytiin yhdessä NRC Group Finland Oy:n turvalaiteasentajien, erityisasiantuntijoiden ja isännöitsijöiden kanssa lävitse ja verrattiin käytännön suorituksen lopputulosta tehtäväluettelon vaatimuksiin. Opinnäytetyössä hyödynnettiin myös laitteistojen toimittajien käyttöohjeita sekä rautatieaiheista kirjallisuutta.

Huolto-ohjeeseen valittavan laitteiston valinta ja määrittäminen onnistui melko hyvin, sillä aluerajaus tehtiin kunnossapitoalueisiin neljä ja viisi. Mikäli alueita olisi otettu ohjeistukseen enemmän, olisi opinnäytetyö kasvanut kohtuuttoman suureksi, laitekannan kasvaessa. Itse aineiston keruu onnistui myös hyvin, sillä itselläni oli ennestään aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja työkokemusta huoltojen suorittamisesta useiden vuosien ajalta. Myös keskustelemalla turvalaiteasentajien kanssa, saatiin yhtenevää näkemystä suoritustapoihin ja menetelmiin, jolla huollot saadaan suoritettua parhaalla mahdollisella tavalla.

Opinnäytetyön missään vaiheessa ei ilmaantunut varsinaisia ongelmakohtia, mutta eniten haasteita tuotti huolto-ohjetta havainnollistavien valokuvien kerääminen, sillä näitä joutui keräämään ympäri aluetta. Myöskin kuvien esitystavassa piti ottaa huomioon se, ettei ohjetta ensimmäistä kertaa selaava henkilö välttämättä tiedä, mistä laitteesta puhutaan, sillä rautatietekniikassa käytettäviä osia ja komponentteja ei välttämättä käytetä muualla.

Opinnäytetyössä laaditun ohjeen soveltuvuutta käytännön työn suorittamiseksi käytiin läpi yhdessä kunnossapitoalueen 5 projektinjohdon sekä asentajien kanssa ja kaikilla oli yhteneväinen näkemys huolto-ohjeen soveltuvuudesta niin vasta-alkajille, kuin vanhemmille konkareille.

Tulevaisuutta ajatellen, työssä laadittu huolto-ohje auttaa ja selkeyttää uusien ja miksei myös vanhempienkin asentajien huoltojen suorittamista, koska useastikin on tilanteita, joissa toiselta alueelta lainataan työntekijöitä ja heidän alueellaan ei välttämättä ole samoja laitteita, kuin alueella, jonne he menevät, eikä näinollen huoltojen suorittaminenkaan ole välttämättä selkeää.

Jatkokehityskohteena näkisin erityisesti ohjeessa käsiteltävän laitekannan monipuolistamisen ja huolto-ohjeen ylläpitämisen, mikäli laitteisiin tulee uusia huoltotoimenpiteitä, niin isännöitsijän kun laitevalmistajan taholta. Myöskin laitekohtaisen yksityiskohtaisemman esittelyn tuominen huolto-ohjeeseen ei olisi pahitteeksi, sillä uusilla asentajilla ei välttämättä ole tietoa itse turvalaite-tekniikasta.

Lähteet

AEL. 2017. M. Katajala. AEL:n laatima turvalaitekoulutusmateriaali. Viitattu 14.9.2021.

Koskettimien puhdistus. 2020. T. Sorsimo. Siemens K50-tukireleet, Huolto- ja säätöohje. Väyläviraston julkaisu. Viitattu 5.9.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-14_k50-tukireleet_huolto_web.pdf.

Kouvolan Sanomat. 2020. Kouvolan Sanomien artikkeli. Viitattu 14.9.2021. <https://www.kouvolansanomat.fi/paikalliset/3504279>.

NRC Group. 2021. NRC Group Finland Oy:n kotisivut. Viitattu 11.9.2021. <https://nrcgroup.fi/>.

NRC taloustiedot. 2021. NRC Group Finland Oy:n taloustiedot. Taloussanomien yritystiedot. Viitattu 11.9.2021. <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/nrc+group+finland+oy/1007822-3..>

Rautatieturvalaitteet. 2014. A. Härkönen, L. Järvinen, M. Katajala, M. Koro, H. Lehtikainen, L. Matikainen, T. Sorsimo, J. Tuomi, J. Viitanen. Rautatieturvalaitteet. Väyläviraston painos. Viitattu 29.7.2021.

Rautatieturvalaitteiden yleiset kunnossapito-ohjeet. 2020. Väyläviraston julkaisu. Viitattu 25.8.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-53_rautatieturvalaitteiden_yleiset_web.pdf.

Siemens. N.d. Siemens Simis-C. Siemens Oy:n koulutusmateriaali. Viitattu 14.9.2021.

Turvalaiteohjeet. 2007. Turvalaiteasentajan käsikirja. Oy VR – Rata Ab:n painos. Viitattu 14.9.2021.

Turvalaitteet. 2014. H. Lehtikainen, S. Korhonen, T. Lonka. RATO 6 Turvalaitteet, Väyläviraston julkaisu. Viitattu 29.7.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-07_rato6_web.pdf.

Vapaiden säikeiden tarkastus. 2015. Tarkennus rautatieturvalaitteiden yleisiin kunnossapito-ohjeisiin. Väyläviraston julkaisu. Viitattu 13.9.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/ohje_2015_tarkennus_rautatieturvalaitteiden_web.pdf.

Väylävirasto. 2016. Väyläviraston julkaisu. Viitattu 14.9.2021. <https://vayla.fi/-/liikennevirasto-kartoittaa-rataverkon-kunnossapitoalueen-turvallisuustehtavat-lansi-suomessa>.