

Milka Viita

SÄHKÖTURVALLISUUS- JA SÄHKÖSUUNNITTELU- OHJEISTUKSEN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Marraskuu 2015




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

	Opinnäytetyön päivämäärä 25.11.2015
Tekijä(t) Milka Viita	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka
Nimeke Sähköturvallisuus- ja sähkösuunnitteluohjeistuksen kehittäminen	
Tiivistelmä Opinnäytetyön tilaajana toimi Mipro Oy. Mipro on turvallisuuteen ja ympäristötekniikkaan erikoistunut yritys, joka toteuttaa järjestelmiä muun muassa rautateiden, metrojen ja teollisuuden turvallisuuteen sekä vesi- ja energiahuoltoon. Työn tarkoituksena oli kehittää sähköturvallisuus- ja sähkösuunnitteluohjeistusta. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda sähköturvallisuusohjeistus sekä etsiä sähkösuunnittelun ongelmakohdat. Sähköturvallisuusohjeistus luotiin, jotta sitä voidaan käyttää sekä perehdyttämiseen että ohjeiden kertaamiseen ennen työmaalle lähtöä. Aikaisempi sähköturvallisuusohjeistus on perustunut aiempiin standardeihin ja säädöksiin, jotka ovat nyt jo vanhentuneita. Sähkösuunnittelun ongelmakohdat etsittiin tilaajan mahdolliseen jatkokäsittelyyn, jotta saataisiin yhtenäinen sähkösuunnitteluohjeistus. Työ toteutettiin pääosin kirjallisuuteen pohjautuen. Sähköturvallisuusohjeistukseen liittyen erilaisia ohjeita, säädöksiä ja lakeja oli todella runsaasti. Työssä pyrittiin keskittymään Mipron toiminta-aloihin ja sähköturvallisuuden asioihin, jotka ovat tärkeitä kaikille yrityksen työntekijöille ottaa huomioon. Suunnitteluohjeistuksessa ongelmakohdat löytyivät pääosin vertaamalla nykyisiä käytäntöjä standardien vaatimuksiin. Työssä saatiin toteutettua sähköturvallisuusohjeistus, joka otettiin käyttöön osaksi perehdyttämistä sekä toimintajärjestelmän yhdeksi ohjeeksi. Sähköturvallisuusohjeistuksen lisäksi päivitettiin sähkötöihin liittyvät pätevyysvaatimukset ja oikeudet tehdä sähköön liittyviä töitä. Sähkösuunnittelusta löydettiin ongelmakohtia, joiden kehittäminen jää tilaajalle jatkokehitykseen.	
Asiasanat (avainsanat) sähköturvallisuus, sähkösuunnittelu, ohjeet, sähkötyöt	
Sivumäärä 35 + 7	Kieli Suomi
Huomautus (huomautukset liitteistä)	
Ohjaavan opettajan nimi Jorma Pekkanen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mipro Oy

DESCRIPTION

	Date of the bachelor's thesis 25 th November 2015
Author(s) Milka Viita	Degree programme and option Electrical engineering
Name of the bachelor's thesis Development of electrical safety and electrical engineering instructions	
Abstract Thesis was commissioned by Mipro Oy. Mipro provides expertise in safety and environmental technology. Mipro provides systems for railways, metro, industry and water and energy management. The purpose of the thesis was to develop instructions for tasks related with electrical safety and electrical engineering. The purpose for the thesis was to renew instructions for electrical safety to match the new regulations and laws. The electrical safety instructions were created to be used in the training of new workers. The problems of the electrical engineering were searched to help the commissioner's further development. The thesis was based on literature of electrical safety focusing mostly on electrical regulations and laws. The thesis focused on Mipro's business lines and important electrical safety rules, which affect every employee in the company. The new electrical safety instructions were created as a result of the thesis. The new instructions have been taken into use. The qualification requirements to do electrical work were also updated. Problems were found in electrical engineering, which are left for the commissioner for further development.	
Subject headings, (keywords) electrical safety, electrical design, instructions, electric work	
Pages 35 + 7	Language Finnish
Remarks, notes on appendices	
Tutor Jorma Pekkanen	Bachelor's thesis assigned by Mipro Oy

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	MIPRO OY	2
3	SÄHKÖTURVALLISUUS JA VAATIMUKSET	3
3.1	Sähköturvallisuutta määrittävät standardit ja lait	3
3.1.1	Sähköturvallisuutta koskevat lait ja päätökset	4
3.1.2	Sähköturvallisuutta määrittävät standardit ja ohjeet	5
3.2	Sähkötyöturvallisuuskoulutus	6
3.3	Sähkötöiden turvallinen suorittaminen	6
3.3.1	Oikeudet tehdä sähkötöitä	7
3.3.2	Työskentely	8
4	MIPRON TOIMIALOJA KOSKETTAVAT ERITYISVAATIMUKSET JA - OHJEET	10
4.1	Vesi- ja energiahuollon järjestelmien turvallisuusvaatimukset	10
4.1.1	Räjähdysvaaralliset tilat	10
4.1.2	Vesilaitosympäristöt	12
4.1.3	Kaukolämpölaitosten turvallisuus	12
4.2	Teollisuusjärjestelmien turvallisuusvaatimukset	13
4.2.1	Kaivosteollisuus	13
4.2.2	Kemianteollisuuden ja konejärjestelmien turvallisuus	13
4.2.3	Ydinvoimaan liittyvät turvallisuusjärjestelmät	14
4.3	Rautatiealan turvallisuusvaatimukset	14
4.3.1	Sähkörataohjeet	15
4.3.2	Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)	16
4.3.3	Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset	17
4.4	Metron turvallisuusvaatimukset	17
4.4.1	Metron yleiset turvallisuusmääräykset	18
4.4.2	Metron rata-alueen sähkötyöturvallisuus	19
5	SÄHKÖTURVALLISUUSOHJEISTUS	20
5.1	Sähkötyöt Miprolla	20
5.2	Vaatimukset sähkötöiden tekemiseen	21
5.3	Materiaali ja työvälineet	22

5.3.1	Kirjallisuus.....	22
5.3.2	Mittalaitteet, työvälineet ja suojarusteet	23
6	SÄHKÖSUUNNITTELUOHJEISTUS	24
6.1	Sähkösuunnittelussa vaaditut dokumentit [poistettu]	24
6.1.1	Suunnitteluvaiheen dokumentit [poistettu].....	24
6.1.2	Testausvaiheen dokumentit [poistettu]	24
6.1.3	Rakentamisen ja käyttöönoton aikaiset dokumentit [poistettu]	24
6.2	Ohjeet suunnitteluun [poistettu]	24
6.3	Käytettävät ohjelmistot [poistettu]	25
6.4	Laitteiden tiedot ja elinkaari [poistettu].....	25
6.4.1	Elinkaaren seuranta ja laiterekisteri [poistettu].....	25
6.4.2	UPS-laitteet [poistettu].....	25
7	POHDINTA	25
	LÄHTEET	28

LIITTEET

- 1 Sähkötyölistauksen pätevyysvaatimukset
- 2 Mipron sähköturvallisuusohje

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö käsittelee sähköturvallisuusohjeistuksen ja sähkösuunnitteluohjeistuksen kehittämistä Mipro Oy:lle. Tavoitteena on kehittää sähköturvallisuus- ja sähkösuunnitteluohjeistusta, koska ohjeistus on vanhentunutta ja hajallaan eikä sitä ole kirjallisena kokonaisuutena. Myös pätevyysvaatimukset eri tehtäviin ovat muuttuneet, joten ne kaipaavat päivitystä, jotta tiedetään, kuka saa tehdä mitään töitä ja miten työt tulisi tehdä. Sähkösuunnitteluun kaivataan yhtenäistä ohjeistusta eikä aikaisemmin ohjetta ole ollut, joten työt on tehty joka projektissa hiukan eri tavalla.

Opinnäytetyössä tuotetaan lyhyt sähköturvallisuusohje henkilöstön käyttöön ja perehdyttämiseen. Etsitään sähkösuunnittelun ongelmakohdat ja mahdollisesti annetaan kehitysehdotuksia joihinkin kohtiin. Työ toteutetaan säädöksissä ja lainsäädännössä annettujen vaatimusten ja omien työohjeiden perusteelta. Kirjallisuuden pohjalta kirjoitetaan ohjeistus, jossa tietyt asiat on oltava mainittuna ja huomioituna. Turvallisuusohjeistus perustuu vahvasti SFS 6002 -standardiin sekä toimialakohtaisiin vaatimuksiin, kun taas suunnitteluohjeistuksen pohja tulee SFS 6000- ja SFS 6001-standardeista. Näissä standardeissa käsitellään teknisiä vaatimuksia muun muassa suojauksesta, mitoituksesta ja tarvittavista dokumenteista.

Aihe rajataan Mipron sähkötöitä koskettaviin osuuksiin eli sähköturvallisuusohjeistus käsittelee noudatettavia lakeja sekä standardeja, avainhenkilöitä ja heidän tehtäviään, pätevyysvaatimuksia sekä eri toiminta-alojen erityisvaatimuksia. Sähköturvallisuusosiossa keskitytään vahvasti Mipron toiminta-alojen vaatimuksiin, koska esimerkiksi rautateillä ja metrossa on paljon omia erikoisvaatimuksia. Vesi- ja energijärjestelmissä yleiset SFS-standardit riittävät turvallisuusvaatimusten täyttämiseen ja huomiota kohdistetaan ympäristöihin, joissa töitä tehdään. Teollisuuden turvallisuusjärjestelmissä IEC-standardit ovat merkittävässä roolissa turvallisuusvaatimusten määrittelyssä. Suunnitteluohjeistuksessa keskitytään ongelmakohtien selvittämiseen erityisesti käytettävien ohjelmistojen, tuotettavien suunnitteludokumenttien ja laitteistojen elinkaarten osalta. Joihinkin osa-alueisiin etsitään alustavia kehitysehdotuksia, joiden toteuttaminen jää opinnäytetyön tilaajalle.

2 MIPRO OY

Mipro Oy:n pääkonttori sijaitsee Mikkelissä, ja yritys toimii myös muun muassa Oulussa ja ulkomailla. Mipro Oy on Mipro Groupin tytäryhtiö yhdessä Censeo Oy:n kanssa. Vuonna 1980 Mipro perustettiin nimellä Mikkelin Prosessiohjaus Ky. 1990-luvun alussa yritys alkoi panostamaan turvallisuuteen liittyviin järjestelmiin ja rautatiejärjestelmiin, joista ensimmäinen tasoristeysjärjestelmä toimitettiin vuonna 1995. Samoihin aikoihin yrityksen nimi muutettiin Mipro Oy:ksi ja yhtiömuoto vaihdettiin osakeyhtiöksi. Miprolla työskentelee nykyisin yli 90 henkilöä maailmanlaajuisesti, joista noin 70 Mikkelissä. Mipro Oy on saanut Kauppalehden menestyjäsertifikaatin vuonna 2015. Sertifikaatti on myönnetty taloudellisen suorituskyvyn perusteella. [1.] Alla on esitetty koko konsernin rakenne ja toimialat yhdessä kuvassa (kuva 1).



KUVA 1. Mipro Group, tytäryhtiöt ja niiden toiminta-alat

Mipro Oy on erikoistunut turvallisuusjärjestelmiin ja ympäristötekniikan järjestelmiin. Yritys kehittää järjestelmäratkaisuja turvallisuuden hallintaan rautatieliikenteelle sekä teollisuudelle ja vesi- ja energihuollon prosessien ohjaukseen ja valvontaan. Mipron rautatiejärjestelmiin kuuluvat MiSO TCS -asetinlaitejärjestelmät ja MiSO CTC -liikenteenohjausjärjestelmät sekä elinkaarenhallintapalvelut. Rautatiejärjestelmiä Mipro on kehittänyt jo yli 20 vuotta ja nykyisin Mipron järjestelmillä valvotaan yli puolta Suomen ratakilometreistä. Uutena aluevaltauksena Mipro toteuttaa Helsingin metron laajennuksen: Länsimetron, johon kuuluu asetinlaite, käytönohjausjärjestelmän sekä

matkustajainformaatiojärjestelmän toteuttaminen. Teollisuuden turvallisuusjärjestelmiä käytetään kemianteollisuudessa, kaivosteollisuudessa sekä raskaassa metalliteollisuudessa. Vesi- ja energiahuollon järjestelmiin kuuluvat vedenhallintajärjestelmät, puhtaan veden tuotannosta aina jäteveden loppukäsittelyyn sekä kaukolämpölaitosten ja -verkostojen hallinta ja elinkaaren hallintapalvelut. [1.]

3 SÄHKÖTURVALLISUUS JA VAATIMUKSET

3.1 Sähköturvallisuutta määrittävät standardit ja lait

Sähköturvallisuutta määrittävät Suomessa erilaiset lait, asetukset, standardit ja ohjeistukset. Sähköturvallisuuslaki sekä valtioneuvoston ja ministeriöiden päätökset ovat velvoittavia eli niitä on noudatettava. Standardit ja ohjeet puolestaan antavat ohjeita, miten tulisi toimia, mutta niitä ei ole pakko noudattaa. Standardeja ja esimerkiksi Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ohjeita noudattamalla täyttää lakien ja päätösten vaatimukset. Standardeissa annetaan toimintaohjeita, joilla muun muassa sähkötyöturvallisuus toteutuu ja toiminta pysyy turvallisella tasolla.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo Suomessa monia eri toimialoja, joista sähköturvallisuuden valvonta on yksi osa. Tukes valvoo sähkölaitteiden turvallisuutta, sähkötuotteiden valmistusta ja maahantuontia sekä sähkölaitteistoja ja sähköasennuksia sekä -urakointia. Näiden lisäksi Tukes valvoo myös sähkölaitteistoja tarkastavia laitoksia ja tarkastajia sekä valvoo henkilöpätevyyskäyttöä myöntäviä arviointilaitoksia. [2.]

Tukes määrittelee ohjeessaan S10 sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähköturvallisuutta koskevat standardit. Suomen standardisointiliitto SFS julkaisee Suomessa käytössä olevat standardit joko suomeksi tai englanniksi. Näistä tärkeimmät sähkölaitteistojen turvallisuutta koskevat standardit ovat SFS 6000 -standardi koskien pienjännitesähköasennuksia ja SFS 6001 liitteineen A1 ja A2 koskien suurjännitesähköasennuksia. Sähkötyöturvallisuuden standardeja löytyy SFS 6002 -standardista, joka sisältyy SFS-käsikirja 600-2 -standardikokoelmaan, josta löytyvät myös sähköturvallisuuslaki sekä kauppa- ja teollisuusministeriön asettamat sähköturvallisuuspäätökset. Näi-

den lisäksi Tukes-ohjeessa S10 on esitetty listaus pienemmistä standardeista koskien mm. räjähdetilojen ja rautateiden vaatimuksia. [3.]

3.1.1 Sähköturvallisuutta koskevat lait ja päätökset

Yleinen työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajaa huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja heidän terveydestään työssä. Työturvallisuuslaki edellyttää vaara- ja haitatekijöiden syntymisen estämistä, vähentämistä ja poistamista. [4.] Noudattamalla Tukesin määrittelemiä sähköturvallisuusstandardeja työnantaja lisää ja ylläpitää parhaalla mahdollisella tavalla työturvallisuuslaissakin edellytettyä työntekijän turvallisuutta.

Sähköturvallisuuslaki 410/1996 määrittelee, että sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava lain mukaan turvallisesti ja vaatimusten mukaisesti. Ne eivät saa aiheuttaa vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle eikä omaisuudelle. Sähkölaitteet ja -laitteistot eivät myöskään saa aiheuttaa sähköistä tai sähkömagneettista kohtuuttoman suurta häiriötä, eikä niiden toiminta saa häiriintyä helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. [5, s. 27.]

Sähköturvallisuuslaki määrittelee myös millä edellytyksin sähkötöitä saa tehdä. Jotta sähkötöitä voidaan tehdä, on yrityksessä oltava nimettynä sähkötöiden johtaja, jolla on riittävä kelpoisuus hoitaa omaa tehtäväänsä. Sähkötöiden johtajan on oltava sähkölaitteiston haltija tai haltijan palveluksessa ja saada riittävät mahdollisuudet johtaa ja valvoa sähkötöitä. Sähkötöiden johtajan on ylläpidettävä ammattitaitoaan jatkuvasti ja tunnettava sähköalan vaatimukset. Sähkötöiden johtaja vastaa sähköturvallisuuslain ja säädösten noudattamisesta, laitteistojen turvallisuudesta ja kunnosta ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista, sähkötöitä tekevien henkilöiden ammattitaidosta ja riittävästä opastuksesta, jotta työ voidaan suorittaa turvallisesti. [5, s. 27.]

Erilaisissa sähkölaitteistoissa ja työtehtävissä vaaditaan esimerkiksi sähkötöiden johtajalta erilaisia pätevyksiä. Sähköpätevyys 1 antaa oikeuden toimia sähkötöiden johtajana ja käytön johtajana kaikissa laitteistoissa. Sähköpätevyys 2 antaa oikeuden toimia enintään 1000V vaihtojännitteisten ja 1500V tasajännitteisten laitteistojen sähkötöiden ja käytön johtajana. Sähköpätevyys 3 antaa oikeuden toimia sähkötöiden johtajana

enintään 1000V vaihtojännitteisten tai 1500V tasajännitteisten laitteiden korjaustöissä. [5, s. 27–28.]

Jotta sähkötöitä voidaan tehdä yrityksessä, sähköturvallisuuslaki edellyttää myös, että itsenäisesti sähkötöitä tekevillä ja töitä valvovilla on oltava riittävä kelpoisuus tai riittävä ammattitaito töiden turvalliseen suorittamiseen. Riittävä kelpoisuus tai ammattitaito on määritelty Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 516/1996 ja siihen tehdyissä asetuksissa 28/2003 ja 351/2010 [5, s.28]. Kappaleessa 3.3 on avattu, mitä koulutus- ja työkokemustaustaa riittävään ammattitaitoon vaaditaan. Sähkötöiden tekemiseksi SFS 6002 edellyttää, että työntekijöillä on käytössä tarpeelliset työtilat ja -välineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset on oltava saatavilla. [5, s. 9.] Sähkötöiden johtaja on vastuussa myös näiden ehtojen toteutumisesta yrityksessä.

3.1.2 Sähköturvallisuutta määrittävät standardit ja ohjeet

Standardissa SFS 6002 määritellään sähkötyöturvallisuutta koskevat ohjeet, kuten sähkötyötä tekevien henkilöiden koulutusvaatimukset. Sähköalalla töitä tekeville on annettava yleinen sähkötyöturvallisuuskoulutus. Tämä koskee myös työnjohto-, käyttö- ja asiantuntijatehtäviä asentajien ja kenttätyöntekijöiden lisäksi. Koulutuksen on sisällettävä tietoa sähkön vaaroista ja sähköstä johtuvista tapaturmista sekä sähköturvallisuussäädösten ja standardin 6002 käsittämä tieto. [5, s. 87.] Sähkötyöturvallisuuskoulutus suoritetaan yleensä koulutuksena, jossa on luentoja ja tentti tietojen ymmärtämisen varmistamiseksi. Useimmiten tästä saadaan todistukseksi sähkötyöturvallisuuskortti, joka on voimassa viisi vuotta kerrallaan. Uutena mahdollisuutena on tullut SFS 6002:sta käsittelevä verkkokurssi, jota käsitellään enemmän kappaleessa 3.2.

Sähköalalla toimivien ammattihenkilöiden edellytetään suorittavan ensiapukurssi. Kurssi voi olla joko Suomen Punaisen Ristin hätäensiapukurssi, jossa keskitytään sähkötapaturmien ensiapuun tai SPR:n laajempi ensiapukurssi. Myös yleinen työturvallisuuslaki edellyttää ensiapuvalmiutta. Sähköalalle on määritelty, että hätäensiapukurssin on sisällettävä tärkeimmät toimintatavat sähkötapaturmien varalle eli sisältäen muun muassa tajuttoman ensiapua, elvytystä, sokkia, verenvuodon tyrehtyttämistä ja palovammoja sekä sähkötapaturmia. Standardi SFS 6002 suosittelee ensiaputaitojen kertausta vähintään kolmen vuoden välein. [5, s. 88.] Suomen Punaisen Ristin en-

siapukortit ovat voimassa kolme vuotta kerrallaan, jonka jälkeen koulutus on kerrattava tai uusittava.

3.2 Sähkötyöturvallisuuskoulutus

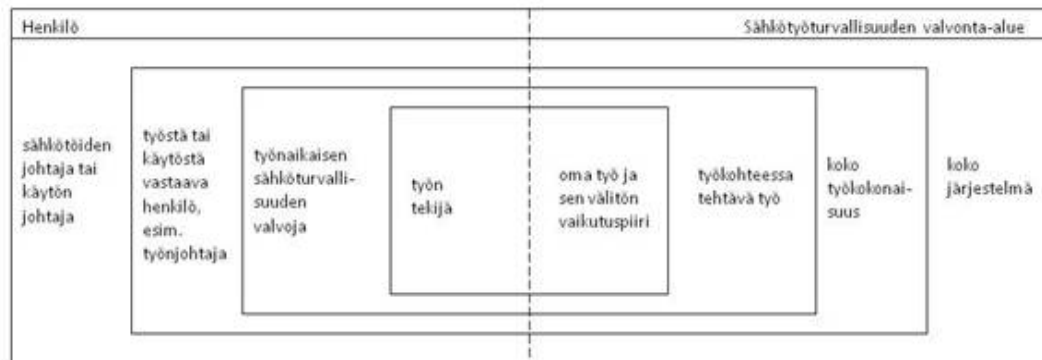
Standardin SFS 6002 vaatima sähkötyöturvallisuuskoulutus voidaan käydä nykyisin monella eri tavalla. Aiemmin sähkötyöturvallisuuskoulutus on suoritettu yleensä koulutuksena, jossa yhden päivän aikana käydään koulutuksen sisältö luennoilla ja tentillä varmistetaan tietojen sisäistäminen. Uutena vaihtoehtona on tullut ainakin Primaonlinen tuottama verkkokurssi, jossa osallistuja käy itsenäisesti verkkomateriaalin läpi, jonka jälkeen hän suorittaa tentin internetin kautta ja saa sähkötyöturvallisuuskortin [6].

Verkkokurssi on edullisempi vaihtoehto kuin perinteinen luentomuotoinen koulutus. Suoran halvemman hinnan lisäksi yritykset voivat säästää työntekijöidensä matkakustannuksissa sekä tehostaa työajan käyttöä. Kurssi on jaettu yhdeksään eri osakurssiin, eikä kaikkia osia tarvitse opiskella yhdeltä istumalta vaan aikaa kurssin suorittamiseen on noin viikko. Osakurssit käsittelevät muun muassa aiheita sähkön vaaroista, viranomaismääräyksistä, SFS 6002 -standardin yleisistä periaatteista ja jännitteisistä toimenpiteistä. Kurssi muodostuu verkossa olevasta audiovisuaalisesta materiaalista sekä sitä tukevasta tukimateriaalista. Tukimateriaalissa on esitetty huomattavasti enemmän syventävää tietoa kuin AV-materiaalissa. Jotta kurssi on hyväksyttävästi suoritettu ja sähkötyöturvallisuuskortti ansaittu, on kurssilaisen kuunneltava jokainen osa-alue läpi, suoritettava osatentit sekä suoritettava lopputentti hyväksytysti annetussa aikarajassa. [6.]

3.3 Sähkötöiden turvallinen suorittaminen

Työn turvallisuutta on valvottava jatkuvasti erityisesti sähkötöitä tehdessä. Jokainen työntekijä vastaa ensisijaisesti omasta turvallisuudestaan ja pyrkii toimimaan mahdollisimman turvallisesti ja ohjeiden mukaisesti. Työn turvallisuuden yleinen valvonta kuuluu työnantajalle, sähkötöiden johtajalle ja käytön johtajalle. Heidän tehtäviään on valvoa, että sähkötöissä noudatetaan työturvallisuuslakia, sähköturvallisuuslakia ja säädöksiä. Työkohteisiin on nimettävä työnaikaisen sähkötyöturvallisuuden valvoja valvomaan turvallisuutta paikan päällä. Työnaikaisen turvallisuuden valvojan on olta-

va sähkötöitä itsenäisesti tekemään kykenevä ammattihenkilö. [5, s. 88.] Alla olevassa kuvassa 2 on selvennetty vastuualueita sähköturvallisuuden valvonnan osalta.



KUVA 2. Sähkötyöturvallisuuden vastuualueet standardin SFS 6002 mukaan [7]

3.3.1 Oikeudet tehdä sähkötöitä

Itsenäisesti sähkötöitä tekemään kykenevä henkilö saa tehdä sähkötöitä yksin. Tällainen henkilö omaa työkokemusta tai on ainakin riittävästi opastettu työtehtäväänsä ja omaa soveltuvan koulutuksen. Alla olevassa taulukossa 1 on lueteltu yhdistelmät, jotka täyttämällä henkilö voi olla pätevä tekemään töitä itsenäisesti. Henkilö voi esimerkiksi olla suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja omaa työkokemusta sähkötöistä ainakin kuuden kuukauden ajalta. Ilman alan koulutusta henkilö voi olla itsenäisesti töitä tekemään kykenevä, jos hän on hankkinut kuuden vuoden kokemuksen sähkötöistä ja omaa riittävät perustiedot alalta. [5, s. 28.]

TAULUKKO 1. Vaatimukset itsenäisesti sähkötöitä tekeville henkilöille

	Koulutus	Sähkötyökokemus
1	Soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinto	Kuusi kuukautta
2	Sähköalan insinööri tai teknikko	Kuusi kuukautta
3	Soveltuva ammattitutkinto tai vastaava aiempi koulutus	Kuusi kuukautta
4	Soveltuva ammatillinen perustutkinto tai vastaava	Yksi vuosi
5	Riittävät perustiedot alalta, ei koulutusta	Kuusi vuotta

Soveltuva tekniikan ala on määritelty Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 516/1996 ja siihen tehdyissä asetuksissa 28/2003 ja 351/2010. Soveltuvalla alalla vaa-

ditaan tasosta riippuen 25–45 opintoviikkoa sähkötekniisiä kursseja. Sähkötekniisten kurssien tulee sisältää muun muassa seuraavia aineita:

- teoreettinen sähkötekniikka ja sähkömittaustekniikka
- sähköturvallisuusstandardit ja -säädökset
- sähkön jakelu- ja siirtoverkot
- sähkötyöturvallisuus
- rakennusten sähköverkot.

Kurssien tarkat sisällöt on määritelty asetuksessa 351/2010. Asetuksessa on määritelty myös, kuinka monta opintoviikkoa kutakin aihealuetta on käsiteltävä, jotta tutkinto on soveltuva. Opintojen ei tarvitse välttämättä olla pelkkiä teoriakursseja, vaan yhtä hyvin esimerkiksi harjoitustyöt ja laboratoriokurssit riittävät. [5, s. 28–34.]

Sähköalan ammattihenkilö on jo aiemmin määritelty itsenäisesti töitä tekemään kykenevä henkilö, eli henkilö, jolla on soveltuva koulutus ja kokemus. Ammattihenkilö kykenee välttämään sähkön vaarat ja osaa arvioida riskejä, joita sähkötoissa on ja suojautua tarvittaessa. Opastettu henkilö on opastettu sähköalan ammattihenkilön toimesta ja hän kykenee välttämään sähkön aiheuttamia vaaroja. Opastettu henkilö voi olla myös esimerkiksi sähköalan opiskelija tai muu henkilö, jolla on sähköistä taustaa, mutta ei täytä vielä sähköalan ammattihenkilön vaatimuksia. Maallikko on standardin SFS 6002 mukaan henkilö, joka ei ole opastettu eikä sähköalan ammattihenkilö. Toisin sanoen maallikko on henkilö, jolla ei ole kokemusta sähköalalta eikä alaan viittavaa koulutusta. [8, s. 11.]

3.3.2 Työskentely

Jännitteisten osien lähellä voidaan tehdä työtä, jos huolehditaan riittävästä etäisyydestä tai kosketussuojauksesta jännitteisiin osiin. Alle 1000V laitteistoissa lähityöalueen ulkomitta on ollut, ennen vuoden 2015 uutta SFS 6002-standardia, 0,7 m eli työ oli suoritettava vähintään 0,7 m etäisyydellä jännitteisistä osista. Uudistuneen standardin mukaisesti pienjännitteillä eli alle 1000V AC ja 1500 DC jännitetyöalueet ovat pienentyneet. Uuden standardin mukaan jännitetyöalue kulkee yllä mainituilla jännitteillä jännitteisen osan pinnassa eli jännitetyöalue on käytännössä poistunut. Uuden standardin mukana myös jännitteisten toimenpiteiden nimi on uudistunut käyttötoimenpiteik-

si. Jotta tahattomia kosketuksia ei synny jännitteisten osien kanssa, on työkohteeseen laitettava usein työskentelysuoja. Myös työskentelysuojan laittaminen paikoilleen luetaan käyttötoimenpiteeksi. Työskentelysuojan kiinnittämiseen jännitteiseen kohteeseen tulee käyttää tätä varten hankittuja jännitetyövälineitä. [8, s. 21–37.]

Jos jännitteiset osat voidaan suojata IPXXB-luokan mukaan eli sormi laitteeseen työntelessään ei voi osua jännitteisiin osiin, voidaan työ tehdä normaalina jännitteettömänä työnä. [5, s. 99.] Jännitteisiin osiin voidaan tehdä joitakin toimenpiteitä, jotka eivät ole jännitetyötä. Käyttötoimenpiteitä (entiset jännitteisiin osiin kohdistuvat toimenpiteet) ovat muun muassa pienjännitteellä tehtävät mittaukset, jännitteettömyyden toteaminen tai vaihtotyö, johon ei liity erikoisia riskejä sekä riviliitinten jälkikiristys, jos niiden kosketussuojaus on vähintään luokkaa IPXXB. [5, s. 94.]

TAULUKKO 2. Maallikoiden, opastettujen sekä ammattihenkilöiden oikeudet vaihtaa sulakkeita [8, s. 38–39]

Henkilö	Sulake	Ehdot
Maallikko riittävästi perhetyntynyt tai opastettu	enintään 25A tulppasulake	-virrallisena keskuksessa, jos jännitteisten osien koskettaminen on estetty
	yli 25A tulppasulake	-jännitteetön tai virraton keskuksessa, jossa jännitteisten osien koskettaminen on estetty
Opastettu henkilö	kahvasulake	-jännitteettömänä kytkinvarokkeessa -avaamalla syötön puoleinen erotuskytkin -jännitteisenä, mutta virrattomana, kun eristys on riittävä ja oikosulun vaara on pieni (käytettävä suojavarusteita)
Ammattihenkilö	suurjännitesulakkeet	
	kahvasulakkeet	-riittämättömästi suojatut
	kaikki muut sulakkeen vaihdot	-erityinen riski, valokaarivaara -virralliset sulakkeen vaihdot (työsuorituksesta vastaavan henkilön luvalla)

Uudessa SFS 6002 -standardissa korostetaan eroa asennustöiden ja käyttötoimenpiteiden välillä. Standardi määrittelee, että käyttötoimenpiteillä muutetaan laitteiston säh-

köistä tilaa eli usein kytketään, käynnistetään, pysäytetään tai erotetaan laitteita tai laitteistoja. Maallikot voivat tehdä pienoisjännite- tai pienjännitelaitteistoissa käyttötöitä, jotka voidaan tehdä, kun laitteisto on suojattu sormelta koskettamiselta eli ovat luokkaa IPXXB tai IP2X. Näitä töitä ovat muun muassa kytkinten käyttö, pääkytkimen avulla keskuksen erottaminen sekä vikavirtasuojan testit testipainikkeella. Opas-tettu henkilö saa näiden lisäksi tehdä käyttötoimenpiteitä, jos lähellä olevat jännitteiset osat on suojattu tahattomalta kosketukselta. [8, s. 21.] Sulakkeiden vaihto luetaan käyttötyöksi. Sulakkeiden vaihtoa voi maallikko tehdä, jos kosketussuojaus toteutuu eikä oikosulusta ole vaaraa. Yllä olevassa taulukossa 2 on kuvattu yksinkertaisesti, kuka saa vaihtaa sulakkeita ja mitä ehtoja niiden vaihtamiseen liittyy. [8, s. 38.]

4 MIPRON TOIMIALOJA KOSKETTAVAT ERITYISVAATIMUKSET JA -OHJEET

4.1 Vesi- ja energiahuollon järjestelmien turvallisuusvaatimukset

Vesi- ja energiahuollon järjestelmissä ei ole omia standardeista poikkeavia säädöksiä käytössä. Osa vesi- ja energiahuollon järjestelmistä toteutetaan räjähdysvaarallisissa tiloissa, joihin vaaditaan pätevyys työskennellä ATEX-tiloissa. ATEX-pätevyys ei kuitenkaan ole vesi- tai energijärjestelmien oma vaatimus vaan koskee kaikkia räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä myös muun muassa teollisuudessa kaivosympäristöjä. Puhtaan veden parissa työskentelevillä tulee myös olla vesityökortti (entinen vesihygieniapassi). Terveysturvallisuuslaki edellyttää vesityökortin suorittamista, jos työskennellään esimerkiksi joissain seuraavista laitoksista: vesihuoltolaitos, uimahalli tai kylpylä [9]. Vesilaitos- ja kaukolämpölaiteympäristöt sisältävät myös omia erikoispiirteitään, joihin tulee kiinnittää huomiota suunnittelussa ja työskentelyssä, kuten kosteus tai räjähdysvaaralliset tilat.

4.1.1 Räjähdysvaaralliset tilat

Kaikkien räjähdysvaarallisissa tiloissa työskentelevien sekä tiloja suunnittelevien ja työtä johtavien henkilöiden tulee olla tietoisia räjähdysvaarallisten tilojen erityisvaatimuksista. Tukes-ohje S10 määrittelee ATEX-tiloille omat sähköasennuksia koskevat standardit: SFS-EN 60079–14 (2009) Räjähdysvaaralliset tilat: Osa 14: Sähköasennus-

ten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen sekä SFS-käsikirja 604-2 (2009) Räjähdyksenvaaralliset tilat: Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto, Luku 3: Räjähdetilat [3]. Näissä standardeissa annetaan ohjeet, kuinka räjähdysvaarallisissa tiloissa työskennellään ja mitä erityisvaatimuksia esimerkiksi laitteilla on.

Räjähdyksenvaarallisten tilojen standardi SFS EN 60079-14 vaatii, että räjähdysvaarallisten tilojen suunnittelijoilla, asentajilla sekä työnjohtajilla on oltava riittävä pätevyys tehtävään. Pätevyys pitää pystyä osoittamaan tarvittaessa. ATEX-pätevyyden voi suorittaa esimerkiksi koulutuksena, jonka päätteeksi suoritetaan kirjallinen tentti kurssin sisällöstä. Tällaisista koulutuksista saadaan ATEX-pätevyyskortti, jolla pystyy helposti osoittamaan pätevyytensä tiloissa työskentelyyn. ATEX-tiloissa työskentelyyn ei kuitenkaan tätä korttia vaadita vaan pätevyys voi olla myös esimerkiksi yrityksen oma koulutus, jossa henkilöstö saa tarvittavat tiedot turvalliseen työskentelyyn räjähdysvaarallisissa tiloissa. [10.]

Yleisesti räjähdysvaarallisia tiloja ovat tilat, joissa voi esiintyä räjähdysvaarallisia ilmaseoksia sellaisia määriä, että työntekijät on suojattava räjähdysvaaralta. Räjähdyksenvaarallisten tilojen sisäänkäynneissä on oltava räjähdysvaarasta varoittava kilpi (kuva 3). Räjähdyksenvaarallisia tiloja esiintyy energian tuotannossa, veden käsittelyssä, kemianteollisuudessa ja muun muassa kaivosteollisuudessa. ATEX-tiloja voivat olla jätevedenpuhdistamot, joissa syntyvät mädätyskaasut saattavat muodostaa räjähdyskelpoisia kaasun ja ilman seoksia. Myös energiajärjestelmissä voi syntyä räjähdysvaarallisia kaasuja hiilipölyn ja ilman sekoituksesta. [10.]



KUVA 3. Räjähdyksenvaarallisista tiloista varoittava kilpi [11]

4.1.2 Vesilaitosympäristöt

Vesilaitoksilla työskenneltäessä on otettava huomioon ympäröivät olosuhteet sähkötöitä tehdessä. Erilaisissa oloissa laitteiden on oltava vaatimusten mukaisesti suojattuja. Esimerkiksi säiliöissä työskenneltäessä valaisimien on oltava suojausluokan 3 mukaisia eli suojajännitteisiä tai suojaerotettuja. Vesilaitoksilla voi syntyä myös staattista sähköä esimerkiksi kemikaalien pumppauksessa, joten muovisten ja sähköä huonosti johtavien astioiden käyttöä tulisi välttää. Metalliset esineet on maadoitettava, ja ne on yhdistettävä toisiinsa johtavasti. [12.]

Esimerkiksi vesilaitoksilla ja jätevedenpumppaamoilla on yleisten sähköturvallisuusohjeistusten noudattamisen lisäksi oltava erityisen varovainen. Laitoksilla voi olla pumppaamokaasuja, jotka voivat olla räjähdysherkkiä tai lisätä sähköniskun vaaraa tai olla vaarallisia ihmiselle hengitettäväksi. Tilat ovat usein kosteita, jolloin sähkötöiden tekeminen on riskialttiimpaa tai tilat voivat olla liukkaita. Sähkötöitä tehdessä on otettava huomioon nämä tekijät ja suojauduttava asiaan kuuluvalla tavalla tai vähennettävä riskiä tapaturmiin esimerkiksi poistamalla kosteutta tai etsiä vaihtoehtoisia tapoja tehdä työt vähemmän riskialttiissa ympäristössä.

4.1.3 Kaukolämpölaitosten turvallisuus

Kaukolämpölaitoksilla työskennellessä on muistettava vaaditut asianmukaiset suojavausteet. Suojavausteita tarvitaan useimmiten kuumuutta, kosteutta tai melua vastaan. Kaukolämpölaitoksilla on myös huomioitava räjähdysvaara ja siihen liittyvä asetus räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä 917/1996.

Kaukolämpölaitoksissa sähkötyökalujen käyttö esimerkiksi kaukolämpökaivossa vaatii suojausluokka 3n vaatimusten mukaiset suojajännitteiset tai suojaerotetut työkalut. Näiden suojaerotus- tai suojajännitemuuntajat on suojattava oikosululta ja ylikuormitukselta. Kaivoissa ja muissa ahtaissa tiloissa on noudatettava ahtaille ja mahdollisesti kosteille tiloille annettuja erityisohjeita, jotta sähkötyöt voidaan tehdä turvallisesti. [13.]

4.2 Teollisuusjärjestelmien turvallisuusvaatimukset

Teollisuusjärjestelmien turvallisuusohjeistus ja -vaatimukset vaihtelevat, koska teollisuudessa on monenlaista toimijaa. Eri aloilla on erilaiset turvallisuusvaatimukset ja riskitekijät, joihin pitää kiinnittää huomiota. Mipro toimittaa teollisuuteen turvajärjestelmiä, joista useimmat liittyvät kaivosteollisuuteen, kemianteollisuuteen tai konejärjestelmiin sekä ydinvoimalaitosten turvajärjestelmiin.

4.2.1 Kaivosteollisuus

Kaivosteollisuudessa keskitytään pääosin prosessien turvallisuuden varmistamiseen. Järjestelmän suunnittelussa ja toteutuksessa on useimmiten noudatettava standardeja IEC 61508 tai siitä prosessiteollisuuteen johdettua IEC 615011. Standardi IEC 61508 käsittelee sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallista turvallisuutta ja IEC 615011 vie saman aiheen käytännöllisemmälle tasolle prosessiteollisuudessa [14]. Kaivosteollisuudessa asiakas vaatii usein turvallisuuden eheystasoksi (Safety Integrity Level, SIL) SIL2 tai SIL3 -tasoa. Turvallisuuden eheystaso määritetään riskien ja vikojen todennäköisyyksien ja vaarallisuuden mukaan, jotta systeemin tiedetään toimivan mahdollisimman turvallisesti. [15.]

Kaivoksissa työskentelyssä on monia turvallisuusseikkoja, jotka on otettava huomioon sekä suunnittelussa että työn tekemisessä kaivoksessa. Kaivosteollisuudessa riskejä ovat muun muassa pöly, melu, kosteus, pimeys sekä lämpötilanvaihtelut. Näihin kaikkiin on varauduttava asianmukaisilla laitteilla jo suunnitteluvaiheessa sekä suojavausteilla, jos liikutaan työmailla. [16.] Kaivoksissa voi myös olla riski altistua radonille, jonka haitalliset vaikutukset on myös huomioitava, jos työmailla vierailaan. Säteilyturvakeskus STUK on antanut ohjeen ST 12.1, jossa on esitetty radonia koskevat vaatimukset maanalaisissa kaivoksissa ja louhintatyömailla [17].

4.2.2 Kemianteollisuuden ja konejärjestelmien turvallisuus

Kemianteollisuuden turvallisuuden varmistaminen perustuu suurelta osin turvalogiikoiden ja turvajärjestelmien suunnitteluun. Järjestelmillä taataan vakaat ja turvalliset reaktiot ja prosessit suurissakin tuotantolaitoksissa. Samoin kuin kaivosteollisuuden

turvallisuudessa, myös kemianteollisuudessa ja konejärjestelmissä vaatimuksina ovat useimmiten standardit IEC 61508 ja IEC 615011. Turvajärjestelmät toteutetaan yleensä SIL2 tai SIL3 -tasoisina asiakkaan vaatimusten mukaisesti. [15.]

Työmailla liikuttaessa tulee ottaa huomioon kemianteollisuudessa esimerkiksi mahdollinen liukkaus, joka johtuu kemikaalien käytöstä tai kosteudesta. Toteutettaessa turvajärjestelmiä aiemmat turvajärjestelmät voivat olla puutteellisia tai niitä ei ole vielä ollenkaan, joten konejärjestelmien parissa työskenneltäessä on otettava huomioon yleisesti työturvallisuus ja mahdolliset liikkuvat kuljettimet ja muut prosessin turvallisuuteen vaikuttavat erikoisvaatimukset.

4.2.3 Ydinvoimaan liittyvät turvallisuusjärjestelmät

Ydinvoima on vaarallista hallitsemattomana, joten turvallisuusjärjestelmien tärkeys ja toiminta korostuvat ydinvoimateollisuudessa. Ydinvoimaa säädellään hyvin monella standardilla, joihin kuuluvat muun muassa aiemmin mainitut IEC 61508 ja IEC 615011 sekä ydinvoimastandardit IEC 61513 ja IEC 62138, jotka käsittelevät ydinvoimalaitosten yleisiä järjestelmävaatimuksia sekä ohjelmistojen näkökulmaa ydinvoimalaitoksissa. Ydinvoimalaitosten turvajärjestelmissä käytetään myös standardeja IEC 61000-6-2 ja IEC 61000-6-4, jotka käsittelevät sähkömagneettisia vaatimuksia teollisuusympäristöissä. [15.]

Turvallisuusjärjestelmien luotettavuuden ja käytettävyyden on oltava huippuluokkaa turvallisuuden takaamiseksi joka tilanteessa. Omien IEC-standardien lisäksi ydinvoima-asiakkaat vaativat ISO 9001 -laatujärjestelmän mukaista toimintaa sekä SFS 6000- ja SFS 6002 -standardien noudattamista. Itse ydinvoimalassa työtä tehdessä on vähemmän huomioitavia asioita kuin muilla teollisuuden aloilla, koska ydinvoiman suojausmenetelmät ovat huippuluokkaa, eikä itse prosessiin pääse käsiksi jos ydinvoimala on jo käytössä. Ennen voimalan käyttöönottoa työskentely itse voimalassa on melko turvallista, mutta normaaleja työturvallisuuskäytäntöjä tulee silti noudattaa.

4.3 Rautatiealan turvallisuusvaatimukset

Rautatiealalla on paljon omia ohjeita ja turvallisuusvaatimuksia. Radanpidon tekniset ohjeet sisältävät lähes kaikki Liikenneviraston julkaisemat rautatieohjeet, jotta ne ovat

löydettävissä yhdestä paikasta. Radanpidon tekniset ohjeet sisältävät muun muassa sähkörataohjeet, radanpidon turvallisuusohjeet ja turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset [18]. Rautateille on myös tehty omia SFS-standardeja. Näitä ovat muun muassa standardit SFS-EN 50122-1, SFS-EN 50122-2 ja SFS-EN 50124-1, jotka käsittelevät rautatiesovellusten suojauksia sekä perusvaatimuksia [19].

Euroopan unioni on julkaissut rautatieturvallisuudirektiivin 2004/49/EY, jolla pyritään parantamaan ja yhtenäistämään koko EU:n rautatieturvallisuutta. Direktiivi koostuu säännöksistä koskien muun muassa turvallisuuden kehittämistä, turvallisuustodistuksia, turvallisuusviranomaisia ja onnettomuuksien tutkintaa [20]. Konkreettisia turvallisuusohjeita EU:n rautatieturvallisuudirektiivi ei esitä. Tästä johtuen rautateiden turvallisuusvaatimukset riippuvat edelleenkin voimakkaasti kansallisista määräyksistä ja vaatimuksista.

Rautatiellä liikuttaessa on otettava huomioon rautatieympäristö ja sen erityisvaatimukset. Työtä tehdään usein liikennöityjen rataosuuksien varrella, jossa täytyy varoa liikuvia junia sekä jännitteisiä ajolankoja sekä muita sähköistettyjä laitteita. Ajojohtimissa kulkee joko 25kV:n tai 2*25kV:n jännite, jolloin annettuja työskentelyetäisyyksiä on noudatettava. Uusia osuuksia rakentaessa myös maansiirtotyöt voivat olla käynnissä, jolloin tulee myös varoa radan ympäristössä työskenteleviä koneita ja henkilöitä. Turvalaitetiloissa voi olla suojaamattomia jännitteisiä osia, joten siellä liikuttaessa on noudatettava varovaisuutta.

4.3.1 Sähkörataohjeet

Liikennevirasto on julkaissut sähkörataohjeet (SRO) turvallisen työskentelyn varmistamiseksi sähköradalla ja sen läheisyydessä. Sähkörataohjeet määrittelevät radalla työskentelyssä noudatettavaksi sähköturvallisuuslain, sähköturvallisuusasetuksen, valtioneuvoston ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset, Rautatieviraston määräykset, Tukesin ja Liikenneviraston ohjeet sekä yleiset sähköturvallisuutta koskevat SFS-standardit. [21, s. 5.] Sähkörataohjeet ovat suurelta osin rinnakkaiset SFS 6002 standardiin ja ohjeissa viitataan paljon sähköturvallisuusstandardiin yleispätevänä dokumenttina. Sähkörataohjeissa annetaan myös joitakin omia ohjeita ja vaatimuksia koskien erityistyöskentelyä sähköradalla.

Työskenneltäessä radalla on noudatettava radanpidon turvallisuusohjeita (TURO) ja työntekijällä on oltava voimassa oleva ratatyöturvallisuuspätevyys. Sähköistetyllä radalla sähkötoisissa työskentelevien tulee täyttää Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 516/1996 mukaiset pätevyysvaatimukset eli olla päteviä työskentelemään itsenäisesti. [21, s. 18.] Sähkörataohjeissa määritellään muun muassa pienimmät työskentelyetäisyydet jännitteisistä osista, kuten ajojohtimista. Ohjeissa määritellään myös, minkälaisia koneita rautatiellä saa käyttää ja kuinka niiden kanssa on toimittava. Sähkörataohjeissa annetaan myös yksityiskohtaisia ohjeita, kuinka työmaadoitus suoritetaan ajojohtimeen ja kuinka paluujohdin työmaadoitetaan. [21, 18–39.]

4.3.2 Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)

Radanpidon turvallisuusohjeet sisältävät Liikenneviraston turvallisuuskäytäntöjä ja määräyksiä sekä toimintatapoja. Ohjeet pyrkivät parantamaan turvallisuutta radanpidossa ja työmailla. Ne sisältävät ohjeita muun muassa pätevyyksistä, suojavarustuksesta ja työtavoista rata-alueella.

Rautatiealueella saa työskennellä vain, jos työtehtävät vaativat sitä. Jotta rautatiealueella saa liikkua ja työskennellä, on ratatyöturvallisuuspätevyys (Turva) oltava suoritettuna. Tämän lisäksi perehdytys työmaahan ja sen olosuhteisiin vaaditaan. Kaikkiin laitetoissa tehtäviin töihin vaaditaan lisäksi turvalaitepätevyys, jonka edellytyksenä on ammattitaito sähköalalta. Turvalaitepätevyys sisältää turvalaitteita koskevia määräyksiä, tietoa kuinka työt vaikuttavat laitteiden toimintaan ja junien kulkuun sekä käytännön työvalmiuden turvalaitteissa. Turvamiespätevyys oikeuttaa toimimaan turvamiehenä ja tarvittaessa ohjaamaan tieliikennettä tasoristeyksessä [22, s. 34]. Turvamiespätevyyskoulutus pitää sisällään liikenteenohjauskoulutusta sekä erikoistilanteiden turvaamiskoulutusta. Kaikki vaadittavat pätevyudet sisältävät perustiedot rautateillä työskentelystä ja ohjeita, kuinka rautatiellä toimitaan eri tilanteissa. Rautatiealueilla työskentelevillä ja liikkuvilla henkilöillä on oltava näkyvillä kuvallinen henkilötunnistekortti, jossa on oltava maininta ratatyöturvallisuuspätevyydestä eli Turva-tarra liimattuna korttiin. Suojavarusteina tulee käyttää varoitusvaatetusta ja muita henkilönsuojaimia. Turvamiehillä varoitusvaatetus on oranssi, muut työntekijät eivät saa käyttää oranssia väriä. [22, s. 14–16.]

Työnantajan tulee perehdyttää kaikki sähköradalla työskentelevät ja liikkuvat henkilöt sähkörataan ja sen sähköturvallisuusohjeisiin. Myös työmaakohtainen perehdytys on annettava, jos se katsotaan tarpeelliseksi. [22, s. 17.] Työnantajan on huolehdittava, että henkilöstö sekä alihankkijat ovat päteviä työskentelemään rautatiellä. Työnantaja on velvollinen toimittamaan tiedot tarvittaessa Liikennevirastolle. [22, s. 37.] Rautatiealueella työskenneltäessä on alkoholin ja huumaavien aineiden alaisena työskentely kielletty [22, s. 22]. Rautatiealueella on noudatettava kaikkia annettuja turvallisuusohjeita.

4.3.3 Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset

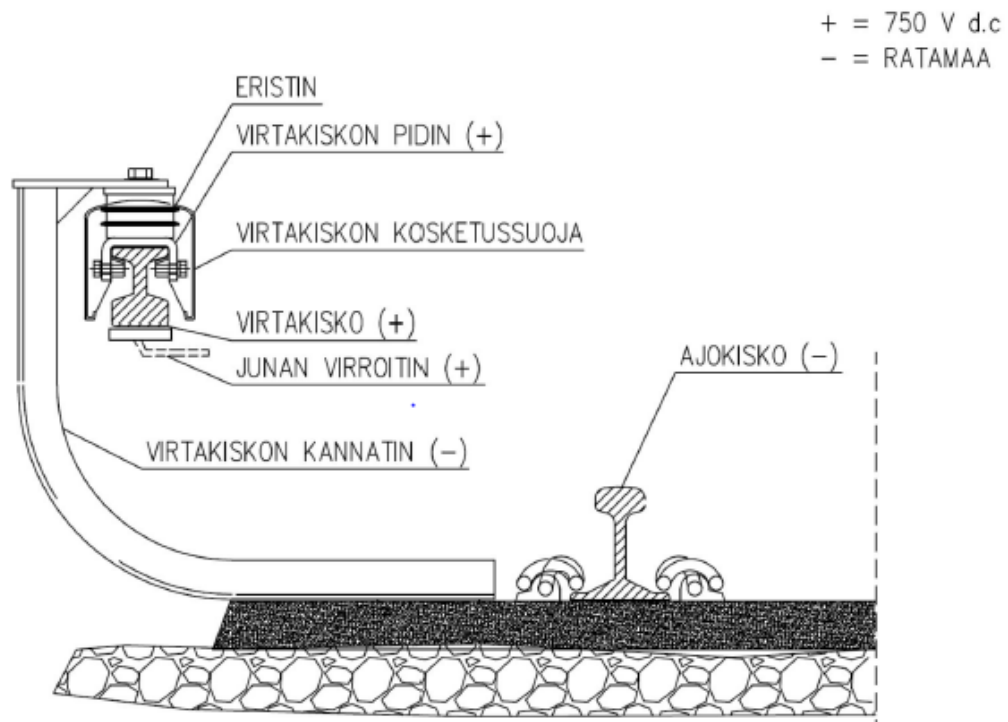
Turvalaitteiden virransyöttöasennuksissa voidaan poiketa SFS 6000 -standardisarjasta Liikenneviraston poikkeamaohjeella. Ohje on tehty vasta vuonna 2014, joten sitä ei vielä käytetä kovin laajasti. SFS 6000 -standardista poikkeamiseen tarvitaan myös kyseisen laitteiston käytönjohtajan kirjallinen suostumus, jotta tätä poikkeamaohjetta voidaan noudattaa. Yleiset sähköturvallisuusmääräykset ulottuvat verkkoliittymän tuloliittimiin (50 Hz), jonka jälkeen voidaan tarvittaessa noudattaa Liikenneviraston erikoisohjetta [23, s. 3].

Ohjeessa määritellään vaihteenkääntölaitteiden kaapeleiden poikkipinnat ja johdosuojaukset hiukan tavallisesta pienemmiksi, koska asetinlaite katkaisee jännitteen, jos vaihde ei saavuta päteasentoaan asetetun ajan, viimeistään noin 6 sekunnin, kuluessa. Ohjeessa määritellään myös UPS-laitteiden mitoitusvaatimukset normaalivaatimuksista poikkeaviksi sekä tarkennetaan sähkötilojen henkilö- ja laitesuojauksen vaatimuksia. [23, s. 4-6.]

4.4 Metron turvallisuusvaatimukset

Metrossa käytössä olevat turvallisuusvaatimukset noudattavat SFS 6002 -standardia ja ovat hyvin samanlaiset kuin rautatiejärjestelmien vaatimukset, mutta erilainen virransyöttötapa ja työskentely-ympäristö lisäävät omia vaatimuksiaan metron turvallisuuteen. HKL eli Helsingin Kaupungin Liikennelaitos on julkaissut ohjeita metroon liittyen. Metron toimintaohjeita on yhteensä yhdeksän kappaletta, joista MTO7 käsittelee yleistä työturvallisuutta ja MTO8 rata-alueen sähkötyöturvallisuutta.

Metrossa vallitsevat melko erityiset olosuhteet työympäristöksi. Metrorata on sähkö-
 aluetta, koska metron syöttö tapahtuu virtakiskossa, joka on kosketeltavissa. Metrossa
 käytössä oleva jännite on 750V tasavirtaa, joka aiheuttaa ihmiselle hengenvaaran.
 Metron virransyöttöä on kuvattu kuvassa 4. Virtakiskon lisäksi myös toinen ajokis-
 koista on hengenvaarallinen, koska se on eri potentiaalissa kuin ympäristö. Metrot
 liikennöivät minuuttien vuoroväleillä ympäri vuorokauden ja metrot saattavat ajaa
 molempia raiteita kumpaankin suuntaan. [24, s. 4.] Metrossa työskenneltäessä on nou-
 datettava varovaisuutta sekä virtakiskon, että liikkuvien metrojunien suhteen. Metro-
 liikennettä ei yleensä pysäytetä työskentelyn ajaksi, joten turvallisuusmääräyksiä on
 noudatettava. Metrotunneleissa työskenneltäessä on otettava huomioon myös tunne-
 leiden kylmä ja kostea ilmasto sekä ahtaat tilat.



KUVA 4. Metron virransyöttömenetelmä [25, s. 9]

4.4.1 Metron yleiset turvallisuusmääräykset

Metron toimintaohje 7, Yleiset turvallisuusmääräykset metroradalla liikkumista ja
 työskentelyä varten kertoo kaikki perusohjeet, jotka on tiedettävä ennen kuin työ met-
 rossa voidaan aloittaa. Ohje käsittelee metron erityisolosuhteita, rata-alueelle menoa ja
 liikkumista siellä sekä työskentelyä liikennöidyillä ja jännitteisillä radoilla. Ohje mää-
 rittelee myös, mitä pätevyyskysymyksiä työntekijöillä tulee olla. [24, s. 3.]

Rata-alueelle meno vaatii aina liikenteenohjauksen luvan. Luvan saamiseksi on kerrottava, missä ollaan, milloin ollaan ja mitä tehdään. Rata-alueella saavat liikkua vain henkilöt, joilla siihen on pätevyys tai turvatyöntekijän seurassa. Rata-alueelta poistumisen jälkeen on ilmoitettava liikenteenohjaukseen, että rata on vapaa ja turvallinen liikennöitäväksi normaalisti. Tunneleissa liikuttaessa radan vieressä on kulkutila, joka toimii suojatilana. Työskenneltäessä liikennöidyillä ja jännitteellisillä rataosuuksilla on käytettävä turvatyöntekijöitä, jotka varoittavat lähestyvistä junista riittävän ajoissa. [24, s. 6-7.] Näin radalla töissä olevat työntekijät ehtivät siirtyä suojatilaan. Turvatyöntekijä ei osallistu muihin tehtäviin töihin, vaan hänen tehtävänsä on valvoa lähestyvää junaliikennettä ja valvoa työryhmän turvallisuutta [24, s. 9].

Työnantaja vastaa työntekijöidensä vaadittavista pätevyyksistä. Radalla työskentelyyn vaaditaan metron ratatyöturvallisuuspätevyys, joka käsittää sähköturvallisuuskoulutusta muun muassa virtakiskosta, hätämaadoituksista, sallituista etäisyyksistä virtakiskoon sekä 750V vaikutuksista ihmiseen. Koulutuksessa annetaan tietoa radalla liikkumisesta ja yhteydenpidosta sekä rata-alueilla olevista työmaista ja niillä käyttäytymisestä. Turvatyöntekijänä toimimiseen vaaditaan metron ratatyöturvallisuuspätevyys sekä HKL:n ulkopuolisilta työntekijöiltä Trafin turvamiespätevyys tai riittävä kokemus metrotyöskentelystä. Turvatyöntekijän pätevyyden arvioi metron valvomomestari tai ratamestari, jotta turvatyöntekijä on varmasti kykenevä tehtäväänsä. [24, s. 13.]

4.4.2 Metron rata-alueen sähkötyöturvallisuus

Metron toimintaohje 8 käsittelee sähkötyöturvallisuutta rata-alueella tai sen välittömässä läheisyydessä. Toimintaohje antaa sovellus- ja lisäohjeita sähköturvallisuusstandardin SFS 6002 käyttämiseen. Ohjeesta selviää myös toimintatapa esimerkiksi virtakiskon jännitteettömäksi tekemiseen ja työmaadoitukseen. Ohjeessa on myös kerrottu toimintatavat sähkötapaturman varalta, jotta työntekijät osaavat toimia oikein tarvittaessa.

Metrojunien sähkönsyöttö tapahtuu virta- ja ajokiskojen kautta. Virtakisko toimii plusnapana ja ajokisko miinusnapana. Junien käyttöjännite on 750V, ja ne saavat virtansa virroittimen kautta virtakiskosta. Virtakisko, ajokiskot ja virroittimet ovat hengenvaarallisia niiden ja ympäristönsä potentiaalieron vuoksi. Työskentelyetäisyyksissä

noudatetaan SFS 6002:n määrittelemiä etäisyyksiä jännite- ja lähityöalueiden osalta. Tehtävät työt on ennalta suunniteltava, ja niissä on otettava huomioon muun muassa henkilön taitotaso, tehtävä työ sekä ympäristön olosuhteet [25, s. 8-10].

Kaikkien metron rata-alueella työskentelevien henkilöiden on oltava opastettuja tehtävään ja tunnettava sähköturvallisuuden vaatimukset ja ohjeet. Työtä tekevässä ryhmässä on oltava vähintään yksi henkilö, jolla on voimassaoleva ensiapukoulutus sekä valmius ensiapuun sähköiskujen ja palovammojen osalta. Työryhmässä voidaan myös nimittää sähköturvallisuusvahti, jos se koetaan tarpeelliseksi. Sähköturvallisuusvahti ei osallistu varsinaiseen työhön, vaan vastaa siitä, että työntekijät, työvälineet ja -koneet eivät joudu työskentelyetäisyyksiä lähemmäs jännitteisistä osista. Sähköturvallisuusvahdin tulee olla sähköalan ammattihenkilö. [25, s. 9-10.]

5 SÄHKÖTURVALLISUUSOHJEISTUS

Sähköturvallisuusohjeistus täydentää toimintajärjestelmän ohjeita sähköturvallisuuden osalta. Ohje täydentää SFS 6002 -standardia, jota tulee noudattaa sähkötöissä. Ohjetta voi käyttää myös perehdyttämiseen ja ohjeiden kertaamiseen ennen työmaalle lähtöä. Rautateiden laittiloihin on tehty aiemmin jo oma turvallisuusohje (JOH-000863), joka käsittelee erityisesti K50-releiden, -relepakkiin ja -vaihepakkiin työturvallisuutta.

5.1 Sähkötyöt Miprolla

Sähkötyöt Miprolla tehdään aina voimassa olevia säädöksiä, standardeja ja yleisiä työmaakäytänteitä noudattaen. Kaikki työt tehdään mahdollisimman turvallisesti, ja töitä tekevät vain ne henkilöt, joilla niihin on oikeudet. Sähkötöitä saavat tehdä vain työhön opastetut ja ammattitaitoiset henkilöt. Mipro ostaa asennustyöt lähes aina alihankintana, jolloin henkilöstön tehtäviin kuuluvat vain käyttöönoton aikaiset työt, erilaiset testit sekä vikatilannepäivystys eli pääosin vain käyttötoimenpiteitä.

Sähkötyöt tehdään aina jännitteettömänä. Jännitteettömyys täytyy todeta mittaamalla ennen töihin ryhtymistä asiaan kuuluvilla välineillä, esimerkiksi jännitteenkoettimella.

Jännitetöiden teko vaatii erillisen jännitetyökoulutuksen sekä sähkötöiden johtajan tapauskohtaisen kirjallisen luvan.

Miprolla sähkötöiden urakointiryhmä on S1. Jokainen työntekijä vastaa omasta työstään ja turvallisuudestaan sähkötöiden aikana. Sähkötyöt tehdään sähkötöiden johtajan valvonnassa, kun noudatetaan annettuja ohjeita. Sähkötöiden johtaja vastaa muun muassa sähkötöiden työturvallisuudesta, luovutettavien sähkölaitteistojen sähköturvallisuudesta ja sähköitä tekevien henkilöiden pätevyyksistä. Puutteet sähkötyöturvallisuudessa ja työvälineissä sekä mahdolliset sähkötapaturmat tulee ilmoittaa esimiehelle, joka välittää tarpeet eteenpäin.

5.2 Vaatimukset sähkötöiden tekemiseen

Automaatio- ja sähkötiloissa sekä testaustiloissa työskentelevillä henkilöillä eli suurella osalla Mipro työntekijöistä on oltava voimassaolevat sähkötyöturvallisuuskoulutukset (SFS 6002) sekä voimassaoleva työturvallisuus- ja ensiapukoulutus, työn turvallisen suorittamisen takaamiseksi. Liikennevirasto edellyttää, että kaikilla rautatiellä työskentelevillä työntekijöillä tulee olla ratatyöturvallisuus (Turva) suoritettuna. Rautatiellä laitetiloissa työskentelevillä tulee olla myös turvalaitepätevyys. Työtehtävistä riippuen työntekijöillä voi olla erilaisia pätevyksiä esimerkiksi turvamiespätevyys, laituripätevyys, vesityökortti ja ATEX-pätevyys.

Mipro tekee jonkin verran mittauksia, testausta sekä vianetsintää ja -korjausta sekä pienten laitteiden asennusta. Testaus- ja mittaustilanteissa on noudatettava erityistä huolellisuutta ja huolehdittava työturvallisuudesta samoin kuin kentällä työskennellessä. Kentällä tapahtuvissa testaustilanteissa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta, koska osa laitteistosta voi jo olla käytössä ja jännitteinen. Standardin 6002 mukaan mittauksia sähkölaitteistoissa saavat tehdä ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt sekä ammattihenkilön valvomat maallikot. Käytettävien mittalaitteiden on oltava turvallisia ja käyttötarkoitukseen sopivia. Mittauksessa on käytettävä sopivia suojavarusteita, jos esiintyy vaaraa koskettaa jännitteisiä osia. Omien laitteiden asennuksia sekä käyttötoimenpiteitä saa tehdä sähköalan ammattilainen tai riittävästi opastettu alan pohjatiedot omaava henkilö. [20, s. 61.] Ennen asennustöiden suorittamista on varmistettava oikeus tehdä asennustöitä. Käyttöönottotarkastuksen saa tehdä sähköalan ammattihenkilö, joka on pätevä tekemään tarkastuksia, eli hänellä tulee olla käyttöönotettavan

laitteiston mukainen sähköpätevyys (SP1 tai SP2) [26, s. 353]. Kentällä työskentelevillä on oltava hallussa sähköalan perustaidot, ja työmenetelmät tulee olla käyty läpi yhdessä työmaakohtaisessa perehdytyksessä. Useimmat kentällä työskentelevistä henkilöistä ovat sähköalan ammattihenkilöitä tai automaatioinsinöörin koulutuksen käyneitä, jolloin he omaavat sähköalan perustaidot ja työmenetelmät on käyty läpi. Miprolla maallikot eivät osallistu kentällä tehtäviin töihin.

Mipron dokumentissa sähkötyölista (HEN-000917) on määritelty työt, joita kukin työntekijä saa tehdä. Dokumentissa määritellään, mitä töitä opastetut henkilöt saavat tehdä ja muun muassa kuka voi toimia työnaikaisena sähköturvallisuuden valvojana. Sähkötyölistauksessa on otettava huomioon tehtävän työn luonne määriteltäessä oikeuksia tehdä eri töitä. Dokumentissa työt on jaettu käyttötoimenpiteisiin, opastettuihin asennustöihin sekä asennustöihin. Listauksessa määritellään myös työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojat. Kuten aikaisemmin jo todettu, standardi 6002 määrittelee työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan henkilöksi, joka on pätevä tekemään itsenäistä työtä. Työnaikaisen sähkötyöturvallisuuden valvojan tulee itse osallistua työhön tai tehdä se kokonaan itse [10, s. 53]. Dokumentissa JOH-001504 on listattu turvallisuuteen liittyvien järjestelmien työnaikaiset sähköturvallisuuden valvojat ja dokumentissa JOH-001448 on määritelty työnaikaiset sähköturvallisuuden valvojat vesi- ja energiahuollon järjestelmien osalta. Dokumenttien perusteella listassa ylimpänä ja työmaalla oleva henkilö toimii sähköturvallisuuden valvojana. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tehtävänä on selvitettävä työhön liittyvät vaaratekijät ja ryhdyttävä sähkötyöturvallisuuden kannalta tarvittaviin toimenpiteisiin, ennen kuin sähkötyö tai muu työ sähkölaitteiston läheisyydessä aloitetaan. Hänen tehtäviinsä kuuluu sähkötyöturvallisuuden valvonta ja standardin SFS 6002 noudattamisen valvonta.

5.3 Materiaali ja työvälineet

5.3.1 Kirjallisuus

Jotta työ voidaan suorittaa turvallisesti, on henkilöstöllä oltava työtä tukevaa kirjallisuutta saatavilla [27]. Näin työntekijällä on mahdollisuus suorittaa oma työnsä turvallisesti ja voimassaolevia standardeja noudattaen.

Ainakin seuraavat lait ja asetukset tulee olla työntekijöiden saatavilla:

- Sähköturvallisuuslaki (410/1996)
- Sähköturvallisuusasetus (498/1996)
- Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1466/2007)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä (516/1996)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä (517/1996)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta (1694/1993)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta (1193/1999).

Turvatekniikan keskuksen ohjeiden tulee myös olla työntekijöiden saatavilla:

- S4 Sähkölaitteisto ja käytönjohtajat
- S7 Sähkötöitä koskeva toimintailmoitus
- S10 Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit.

Asetusten ja Tukesin ohjeiden lisäksi työpaikalta tulee myös löytyä standardikokoelmat SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset, SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus sekä SFS käsikirja 601 Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot. Standardien tukena on oltava myös D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista sekä Sähkölaitteiden korjaajan opas, julkaisijana Sähkötieto ry.

5.3.2 Mittalaitteet, työvälineet ja suojavaarusteet

Tukesin ohje S7 määrittelee, mitä mittalaitteita sähkölaitteistojen tai sähkölaitteiden parissa toimivilta toiminnanharjoittajilta tulee löytyä. Näitä ovat seuraavat: yleismittari, eristysresistanssin mittauslaite, pihtiampeerimittari, vaihejärjestyksen ilmaisinsuojajohdinpiirien kunnon toteamiseen soveltuvat mittalaitteet, oikosulkuvirran määrittämiseen soveltuvat mittalaitteet ja jännitteenkoetin. Ohjeen mukaan ”Toiminnanharjoittajalla on lisäksi oltava käytettävissä toiminnan kannalta muut tarpeelliset mittalaitteet.” [27.] Tällä pyritään varmistamaan, että töissä käytetään tarpeellisia mittalaitteita työturvallisuuden varmistamiseksi. Edellä mainittujen lisäksi työpaikalta tulee myös

löytyä jännitetyövälineet, joita tarvitaan työskentelysuojien asentamiseen jännitteisiin kohteisiin sekä kahvasulakkeiden vaihtamiseen vaaditut vaihtokahvat suojahihalla.

Käytössä olevien mittareiden on oltava toimintakuntoisia. Mittareiden toimintakunnon valvonta kuuluu sähkötöiden johtajan vastuulle ja logistiikkavastaava huolehtii mittareiden kalibroinnista. Mittareiden valmistajat suosittelevat kalibrointia kerran vuodessa toimintakunnon säilyttämiseksi. Miprolla käytössä olevat mittarit lähetetään kerran vuodessa kalibroitavaksi valmistajalle tai muulle huoltajalle, josta ne saavat viralliset kalibrointitodistukset. Mittareiden tiedot ja kalibrointiajankohdat löytyvät dokumentista HAL-002245.

Työvälineisiin kuuluvat myös suojarusteet, joiden hankinnasta vastaa työnantaja. Työmaalla työskentelevillä tulee olla painatuksellinen varoitusvaatetus, suojalasit, kypärä, kuvallinen tunnistekortti sekä tarvittaessa kuulosuojaimet ja muut vaadittavat suojat. Tarpeen mukaan työmaalla on oltava mukana esimerkiksi kumisia tai muovisia suojalevyjä, varoituskylttejä ja lukkoja sekä suojamaskeja.

6 SÄHKÖSUUNNITTELUOHJEISTUS

6.1 Sähkösuunnittelussa vaaditut dokumentit [poistettu]

6.1.1 Suunnitteluvaiheen dokumentit [poistettu]

6.1.2 Testausvaiheen dokumentit [poistettu]

6.1.3 Rakentamisen ja käyttöönoton aikaiset dokumentit [poistettu]

6.2 Ohjeet suunnitteluun [poistettu]

6.3 Käytettävät ohjelmistot [poistettu]

6.4 Laitteiden tiedot ja elinkaari [poistettu]

6.4.1 Elinkaaren seuranta ja laiterekisteri [poistettu]

6.4.2 UPS-laitteet [poistettu]

7 POHDINTA

Työn näkyvimmit tulokset saatiin luomalla Miprolle sähköturvallisuusohje henkilöstön käyttöön sekä päivittämällä sähkötöiden teon ammattitaitovaatimukset. Sähköturvallisuuden osio pohjautui kirjallisuuteen ja oli melko selkeä osio. Työ sisälsi myös paljon selvittelytyötä liittyen sähkösuunnitteluohjeistuksen edistämiseen etsimällä sen ongelmakohdat.

Sähköturvallisuusohje mukailee kappaletta 5, reilusti lyhennettynä ja selkeytettynä versiona, jolloin se palvelee tarkoitustaan parhaiten. Ohjetta tulevat käyttämään lähes kaikki Mipron työntekijät, erityisesti sähkötöiden parissa toimivat sekä uusina taloon tulevat henkilöt. Uusien työntekijöiden on luettava ohje, jos he tarvitsevat työssään SFS 6002 -korttia. Sähköturvallisuusohjeen lukeminen on lisätty perehdytysuunnitelmaan toimialakohtaisten perehdytysten kohdalle. Ohje löytyy myös Mipron omalta tietosivustolta Mipro-Wikistä, jossa se on koko henkilöstön käytettävissä jatkuvasti. Ohje löytyy kirjallisuus- ja laitelistoineen liitteestä 2.

Työn ohessa päivitin myös sähkötyörekisterin (Mipron dokumenttinumero: HEN-000917) pätevyysiksi ja ammattitaitovaatimuksia eri sähkötöihin. Liitteestä 1 löytyy koulutusvaatimukset sekä työt, joita eritasoisilla pätevyyksillä saa tehdä. Tähän taulukkoon kerättiin myös sähkötöitä tekevän henkilöstön pohjakoulutuksen tiedot, koska

ne vaikuttavat olennaisesti henkilön pätevyyteen tehdä sähkötöitä. Mipron henkilöstön oikeudet sähkötöihin päivitettiin ja varmistettiin myös työn yhteydessä.

Työn pohjalta tuotettu myös ulkoisten vaatimusten lista, josta selviää, mitä sähköalan säädöksiä on noudatettava ja mitkä on otettava huomioon. Listauksessa on myös huomioitu eri toimialoja koskevat erityisvaatimukset, ja se on tarkoitettu sisäiseen käyttöön vinkiksi, mitkä kaikki julkaisut vaikuttavat yrityksen toimintaan. Listaus käsittää pääosin tässä opinnäytetyössä käytetyt lähteet.

Miprolla on otettu käyttöön SFS 6002 -verkkokurssi eräänä mahdollisuutena suorittaa sähkötyöturvallisuuskurssi. Itse pääsin testaamaan kurssia liittyen opinnäytetyöhöni. Verkossa olleet diat olivat hyvin tiivistettyjä ja sisälsivät vain tärkeää asiaa, jota avattiin tukimateriaalissa. Mielestäni kurssilla käytetty tukimateriaali oli todella hyvä ja nykyaikainen, eli se oli päivitetty jo vuoden 2015 SFS 6002 -standardin mukaiseksi. Testasin myös osakurssien välitenttien kysymyksiä, ja niistä välittyi hyvä kuva, millaisia kysymyksiä virallisessa lopputentissä on.

Itse kyllä suosittelisin SFS 6002 -verkkokurssia käytettäväksi yrityksessä. Sähköalaan perehtymättömälle henkilölle kurssi voi olla vähän hankala muun muassa monien erilaisten ja vaikeasti tulkittavien säännösten vuoksi, mutta sähköalaa opiskelleille sekä muille sähköön tutustuneille henkilöille kurssi on todella hyvä. Työaikaa ja matkakustannuksia säästyy, eikä kaikkea tarvitse omaksua kerralla. Koneelle jäävästä tukimateriaalista on varmasti hyötyä myöhemminkin, ja siitä voi tarvittaessa tarkastaa mieltä vaivaavat sähköturvallisuusseikat.

Opinnäytetyö kokonaisuudessa onnistui hyvin. Työ täytti tavoitteet, eli työstä saatiin kirjallinen sähköturvallisuusohje ja sähkösuunnittelun suurimmat ongelmakohtat löydettiin. Sähkösuunnittelun ongelmakohtien ratkaisemisesta riittää tekemistä vielä toiseenkin opinnäytetyöhön, joka on helpompi toteuttaa nyt, kun ongelmat tiedetään. Jatkokehitysmahdollisuudet varsinkin sähkösuunnitteluosion osalta ovat hyvät, ja sähkösuunnitteluohjeistus vaatii vielä paljon huomiota. Hyvän sähköturvallisuusohjeistuksen perusteella Mipron sähkötöiden johtajan on helppo pitää ohjetta yllä standardien muuttuessakin.

Opinnäytetyön seurauksena Mipron toimintajärjestelmää onnistuttiin kehittämään yhtenäisemmäksi ja sähkötöiden tekemiseen on nyt selkeät ohjeet, kuinka työt tehdään ja kuka saa tehdä sähkötöitä sekä mitä töitä voivat myös maallikot tai opastetut henkilöt tehdä. Työstä on varmasti hyötyä ainakin uusille työntekijöille, jotta yrityksen toimintatavat selkeytyvät. Työstä on hyötyä koko henkilöstölle, jotta vastuu ja toimintatavat ovat kaikkien tiedossa, eikä epäselvyyksiä töistä tule. Opinnäytetyöstä oli totta kai hyötyä myös itselleni. Erityistä hyötyä sain tutkimalla kaikkia toimialojen vaatimuksia. Vaatimuksia on todella paljon, enkä varmasti olisi läheskään näin perehtynyt asioihin ilman tätä opinnäytetyötä. Koen myös olevani valmiimpi työelämään opinnäytetyön ansiosta.

Opinnäytetyössä ei ilmennyt selkeitä ongelmakohtia työtä tehdessä. Työn tekeminen oli luontevaa, koska Mipro on yrityksenä tuttu. Olin työskennellyt Miprolla jo vuoden ennen opinnäytetyön aloittamista sähkösuunnittelun tehtävissä, jolloin tuntemusta sekä sähköturvallisuudesta että sähkösuunnittelun laadusta yrityksessä löytyi jo. Sähkösuunnittelun ongelmakohtien löytäminen olisi varmasti ollut haastavampaa ilman aiempaa kokemusta. Sähkösuunnitteluosioon olisi myös saanut käytettyä paljon enemmän aikaa, jos heti alusta lähtien rajausta pelkkien ongelmakohtien selvittämiseen ei olisi tehty.

LÄHTEET

1. Mipro Oy. WWW-dokumentti. <http://mipro.fi/>. Päivitetty 16.10.2015. Luettu 16.10.2015.
2. Sähkö ja hissit. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. WWW-dokumentti. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/> Päivitetty 25.2.2015. Luettu 8.5.2015.
3. S10-12 Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. WWW-dokumentti. <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S10-12-Sahkolaitteistojen-turvallisuutta-ja-sahkotyoturvallisuutta-koskevat-standardit/> Päivitetty 31.12.2012. Luettu 8.5.2015.
4. Työturvallisuuslaki. Finlex. WWW-dokumentti. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>. Päivitetty 21.4.2015. Luettu 8.5.2015.
5. SFS käsikirja 600-2. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS ry. 2012.
6. Primaonline. WWW-dokumentti. <http://sfs6002-koulutus.fi/tuote/yleinen-sahkotyoturvallisuus-sfs-6002-verkkokurssi/> Päivitetty 28.9.2015. Luettu 28.9.2015.
7. Sähkötyöturvallisuustietosivusto. Tampereen teknillinen yliopisto. WWW-dokumentti. <http://www.tut.fi/sahkotyoturvallisuus/tietosivusto/kooste>. Päivitetty 16.10.2015. Luettu 16.10.2015.
8. SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS ry. 2015.
9. Vesityökortti. Suomen Vesikoulutus. WWW-dokumentti. <http://www.vesityokortti.fi/> . Päivitetty 3.7.2015. Luettu 3.7.2015.
10. ATEX Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus. Turvatekniikan keskus. WWW-dokumentti. http://www.tukes.fi/tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/atex_rajahdeopas.pdf. Päivitetty 11.1.2008. Luettu 8.5.2015.
11. Suomen Teollisuusturvaviketurkku. WWW-dokumentti. <http://www.st-turkku.net/rajahdysvaarallinen-tila-10kpl-p-3037.html>. Päivitetty 16.10.2015. Luettu 16.10.2015.
12. Vesi- ja ympäristöhuollon oppimisympäristöjen turvallisuusopas. Opetushallitus. Pdf-dokumentti. https://turvallisuusoppaat.wikispaces.com/file/view/Korjaukset_taittoon_Vesi_ ja_Ymp% C3% A4ristoturvallisuusopas.pdf. Päivitetty 6.11.2013. Luettu 6.7.2015.
13. Kaukolämpöalan työsuojeluopas I. Energiateollisuus. Pdf-dokumentti. http://energia.fi/sites/default/files/raporttik6a_2011.pdf. Päivitetty 27.11.2014. Luettu 6.7.2015.

14. Functional Safety and IEC. International Electrotechnical Commission. WWW-dokumentti. <http://www.iec.ch/functionalsafety/> Päivitetty 17.7.2015. Luettu 17.7.2015.
15. Ikonen, Jaakko. Sähköpostiviesti 8.7.2015. Sales Manager. Mipro Oy. 2015.
16. Ammattinetti. TE-palvelut. WWW-dokumentti. http://www.ammattinetti.fi/ammattit/detail/14/15/456_ammatti. Päivitetty 17.7.2015. Luettu 17.7.2015.
17. Säteilyturvallisuus Luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa. Säteilyturvakeskus. Pdf-dokumentti. <http://www.finlex.fi/data/normit/3793-ST12-1.pdf> Päivitetty 2.2.2011. Luettu 17.7.2015.
18. Radanpidon tekniset ohjeet. Liikennevirasto. Pdf-dokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf7/radanpidon_tekniset_ohjeet_web.pdf Päivitetty 29.4.2015. Luettu 8.5.2015.
19. Sähkötyöturvallisuustietosivusto. Tampereen teknillinen yliopisto. WWW-dokumentti. <http://www.tut.fi/sahkotyoturvallisuus/tietosivusto/kooste>. Päivitetty 16.10.2015. Luettu 16.10.2015.
20. Rautatieturvallisuudirektiivi. Euroopan parlamentti ja neuvosto. WWW-dokumentti. http://turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/otkes/sovellettavalainsaadanto/KFoZbcMIp/2004_49_EY_Rautatieturvallisuudirektiivi.pdf. Päivitetty 3.6.2004. Luettu 8.5.2015.
21. Sähkörataohjeet. Liikennevirasto. Pdf-dokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b22_sahkorataohjeet_web.pdf. Päivitetty 31.2.2009. Luettu 8.5.2015.
22. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). Liikennevirasto. Pdf-dokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-06_turo_web.pdf. Päivitetty 7.4.2015. Luettu 8.5.2015.
23. Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset (3327/090/2014). Liikennevirasto. Pdf-dokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/ohje_2014_turvalaitteiden_virransyottoa_sennusten_web.pdf. Päivitetty 24.11.2014. Luettu 8.5.2015.
24. Yleiset turvallisuusmääräykset metroradalla liikkumista ja työskentelyä varten. Helsingin Kaupungin Liikelaitos. Pdf-dokumentti. ei saatavilla. Päivitetty 3.3.2014. Luettu 23.7.2015.
25. Metron rata-alueen sähkötyöturvallisuus. Helsingin Kaupungin Liikelaitos. Pdf-dokumentti. ei saatavilla. Päivitetty 12.12.2013. Luettu 23.7.2015.
26. SFS käsikirja 600-1. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS ry. 2012.

27. S7-12 Sähkötöitä koskeva toimintailmoitus. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. WWW-dokumentti. <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S7-12-Sahkotoita-koskeva-toimintailmoitus/>. Päivitetty 20.2.2012. Luettu 11.5.2015.

Sähkötyölistauksen pätevyysvaatimukset

Luokitus	Vaatimukset	Suoritettavat työt
Käyttötoimenpiteet (Mittaus, vianetsintä ja -korjaus)	Koulutus tai opastettu henkilö Rautatiellä oltava ratatyöturvallisuus (Turva) sekä turvalaitepätevyys suoritettuna	Käyttötoimenpiteet: käyttökytkimet, vikavirtasuojat, pääkytkimet ym. jos laitteisto suojattu sormelta/tahattomalta kosketukselta Kosketussuojatut sulakkeiden vaihdot max 25 A, kahvasulakkeet jännitteettömänä kahvasulakkeen vaihto jos oikosulun vaara on pieni ja suojajihaisella vaihtokahvalla lamppujen vaihto jännitteetön tai jännitteellinen kosketussuojattu Mittaus/korjaus yleensä pienoisjännite (alle 70V), voi vaihtaa rikkiinäisen 230V laitteen, jos on pikaliittimet
Opastetut asennustyöt	Soveltuva koulutus (sähkö, automaatio, IT: osittain) ja työkokemus tai opastus	Asennustyöt, joihin on annettu opastus. Esimerkiksi: testattavan laitteen syötön kytkeminen Suoritettavat työt riippuvat henkilöstä.
Asennukset	Ammattitaitoinen itsenäiseen työhön koulutus, työkokemus, pätevyys	Saa tehdä kaikki alle 1000V sähkötyöt ja niihin liittyvät mittaukset, myös: suurjännitesulakkeen vaihto kahvasulakkeen vaihto oikosulkuriskillä kahvasulakkeen ja yli 25A tulppasulakkeen vaihto moottorilähdössä, jossa kontaktorit Valvovat oman työnsä työnaikaista sähkötyöturvallisuutta!
Työnaikaisen turvallisuuden valvoja	Sähkötöitä itsenäisesti tekemään kykenevä ammattihenkilö, saa tehdä sähkötöitä yksin Rautatiellä hyvä olla RTV (ratatyöstä vastaava) suoritettuna	Valvoo työnaikaisen sähkötyöturvallisuuden toteutumista Tekee työn itse tai osallistuu työn suorittamiseen Pätevä itse tekemään valvomansa työn

Sähköturvallisuusohje

Sähköturvallisuusohjeistus täydentää standardia SFS 6002 sekä toimintajärjestelmän ohjeita sähköturvallisuuden osalta. Ohjetta voi käyttää myös perehdyttämiseen ja ohjeiden kertaamiseen ennen työmaalle lähtöä.

Sähkötyöt Miprolla

Sähkötyöt Miprolla tehdään aina voimassa olevia säädöksiä, standardeja ja yleisiä työmaakäytänteitä noudattaen. Sähkötöitä saavat tehdä vain työhön opastetut ja ammattitaitoiset henkilöt, joilla on oikeudet tehdä kyseisiä sähkötöitä. Työmaakohtainen perehdytys on oltava suoritettuna ennen työskentelyn aloittamista.

Sähkötyöt tehdään aina jännitteettömänä. Jännitteettömyys täytyy aina todeta mittamalla ennen töihin ryhtymistä asiaan kuuluvilla välineillä. Jännitetöiden teko vaatii erillisen jännitetyökoulutuksen sekä sähkötöiden johtajan tapauskohtaisen kirjallisen luvan.

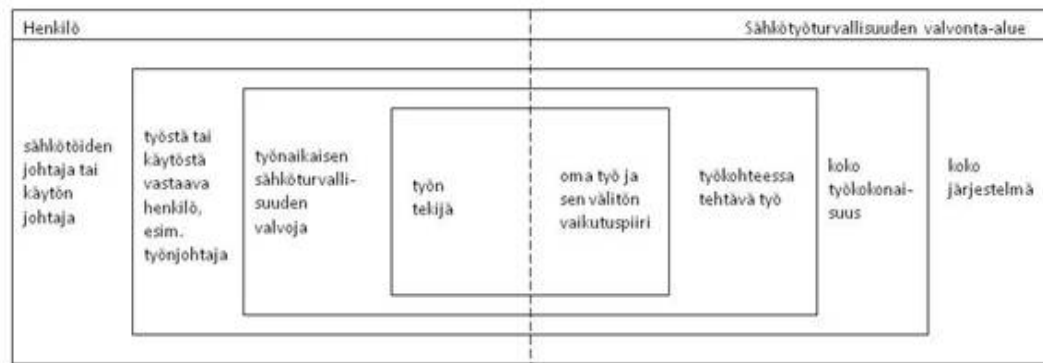
Jokainen työntekijä vastaa omasta työstään ja turvallisuudestaan sähkötöiden aikana. Sähkötyöt tehdään sähkötöiden johtajan valvonnassa, kun noudatetaan annettuja ohjeita. Miprolla sähkötöiden johtajana toimii Aki Luostarinen ja Mipron urakointiryhmä on S1. Puutteet sähkötyöturvallisuudessa ja työvälineissä sekä mahdolliset sähkötapaturmat tulee ilmoittaa esimiehelle, joka välittää tarpeet eteenpäin.

Oikeudet sähkötöihin ja työnaikaiset sähkötöiden valvojat

Mipron dokumentissa HEN-000917 on määritelty sähkötyöt, joita kukakin saa tehdä. Dokumentissa määritellään mm. työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojat, käyttötoimenpiteiden ja asennustoimenpiteiden tekijät. Työnaikaisen sähkötyöturvallisuuden valvojan tulee itse osallistua työhön tai tehdä se kokonaan itse ja olla pätevä tekemään itsenäistä työtä, jota hän valvoo. Dokumenteissa JOH-001504 ja JOH-001448 on lisätty toimialoitain työnaikaiset sähköturvallisuuden valvojat. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tärkein tehtävä on varmistaa työn turvallinen suorittaminen. En-

Mipron sähköturvallisuusohje

nen sähkötyön aloittamista, on sähkötyöturvallisuudesta vastaavan selvittävä työhön liittyvät vaaratekijät ja ryhdyttävä sähkötyöturvallisuuden kannalta tarvittaviin toimenpiteisiin.



Kuva: Sähkötyöturvallisuuden vastuualueet standardin SFS 6002 mukaan

Vaatimukset sähkötöiden tekemiseen

Automaatio- ja sähkötiloissa sekä testaustiloissa työskentelevillä henkilöillä täytyy olla SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskurssi suoritettuna sekä voimassaoleva työturvallisuus- ja ensiapukoulutus. Toimialojen vaatimukset on huomioitava sähkötöitä tehtäessä.

Mittaukset ja testaus

Testaus- ja mittaustilanteissa on noudatettava erityistä huolellisuutta ja huolehdittava työturvallisuudesta samoin kuin kentällä työskennellessä. Käytettävien mittalaitteiden on oltava turvallisia ja käyttötarkoitukseen sopivia. Mittaus- ja testitilanteissa on käytettävä sopivia suojarusteita, jos esiintyy vaaraa koskettaa jännitteisiä osia.

Käyttötoimenpiteet

Käyttötoimenpiteitä saavat suorittaa opastetut henkilöt, jos laitteisto on suojattu tahattomalta kosketukselta. Käyttötoimenpiteisiin kuuluvat esimerkiksi pääkytkimen kääntäminen, vikavirtasuojan testaus ja automaattisulakkeiden palauttaminen toimintakuntoon.

Mipron sähköturvallisuusohje**Asennustyöt**

Ennen asennustöiden suorittamista on varmistettava oikeus tehdä asennustöitä. Asennustöiksi luetaan esimerkiksi testaustilanteissa kaapin syötön kytkeminen paikoilleen.

Materiaali ja työvälineet**Kirjallisuus**

Jotta työ voidaan suorittaa turvallisesti, on henkilöstöllä oltava työtä tukevaa kirjallisuutta saatavilla. Näin työntekijällä on mahdollisuus suorittaa oma työnsä turvallisesti ja voimassaolevia standardeja noudattaen. Vaadittava kirjallisuus on määritelty Tukesin ohjeissa S5 ”Turvallisuustutkinnot” ja S10 ”Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit”.

Ainakin seuraavat lait, asetukset ja standardit tulee olla työntekijöiden saatavilla:

Julkaistu	Kokoelma	Sijainti
Sähköturvallisuuslaki (410/1996) ja sähköturvallisuusasetus (498/1996)	SFS-käsikirja 600-2	Kirjasto (2krs. pientä keittiötä vastapäätä)
Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1466/2007)	SFS-käsikirja 600-2	Kirjasto (2krs. pientä keittiötä vastapäätä)
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset: sähköalan töistä (516/1996), sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä (517/1996), sähkölaitteiden turvallisuudesta (1694/1993) ja sähkölaitteistojen turvallisuudesta (1193/1999)	SFS-käsikirja 600-2	Kirjasto (2krs. pientä keittiötä vastapäätä)
Turvatekniikan keskuksen ohje: S4 Sähkölaitteisto ja käy-		http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-

Mipron sähköturvallisuusohje

tönjohtajat		Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/
Turvatekniikan keskuksen ohje: S7 Sähkötöitä koskeva toimintailmoitus		http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S7-12-Sahkotoita-koskeva-toimintailmoitus/
Turvatekniikan keskuksen ohje: S10 Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit		http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S10-12-Sahkolaitteistojen-turvallisuutta-ja-sahkotyoturvallisuutta-koskevat-standardit/
SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset	SFS-käsikirja 600-1	Kirjasto (2krs. pientä keittiötä vastapäätä)
SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus		Kirjasto (2krs. pientä keittiötä vastapäätä)
SFS käsikirja 601 Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot		Kirjasto (2krs. pientä keittiötä vastapäätä)
D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, Sähkötieto ry		Kirjasto (2krs. pientä keittiötä vastapäätä)
Sähkölaittekorjaajan opas, Sähkötieto ry		Kirjasto (2krs. pientä keittiötä vastapäätä)

Mittalaitteet ja muut välineet

Tukesin ohje S7 määrittelee, mitä mittalaitteita sähkölaitteistojen tai sähkölaitteiden parissa toimivilta toiminnanharjoittajilta tulee löytyä. Osa vaadittavista laitteista voi löytyä myös henkilökohtaisista pakeista, kuten yleismittarit, mutta kaikkia laitteita saa käyttöön tarpeen mukaan.

Laite		Sijainti
Yleismittari	Fluke-233	Logistiikkavastaava

Mipron sähköturvallisuusohje

Eristysresistanssin mittauste	Fluke 1653	Välivarasto, kaappi
Pihtiampeerimittari	Fluke 1653 Fluke i410	Välivarasto, kaappi Logistiikkavastaava
Vaihejärjestyksen ilmaisim	Fluke 1653	Välivarasto, kaappi
Suojajohdinpiirien kunnan toteamiseen soveltuvat mittalaitteet	Fluke 1653	Välivarasto, kaappi
Oikosulkuvirran määrittämiseen soveltuvat mittalaitteet	Fluke 1653	Välivarasto, kaappi
Jännitteenkoetin	Yleismittari/Fluke	Logistiikkavastaava/ Välivarasto, kaappi
Muut tarpeelliset	Kysy esimieheltä!	

Käytössä olevien mittareiden on oltava toimintakuntoisia. Mittareiden valmistajat suosittelevat kalibrointia kerran vuodessa toimintakunnan säilyttämiseksi. Logistiikkavastaava huolehtii mittareista ja niiden kalibroinnista. Miprolla käytössä olevat mittarit lähetetään kerran vuodessa kalibroitavaksi valmistajalle tai muulle huoltajalle, josta ne saavat viralliset kalibrointitodistukset. Mittareiden tiedot ja kalibrointiajankohdat löytyvät Soveliasta dokumentista HAL-002245.

Suojavarusteet

Työvälineisiin kuuluvat myös suojavarusteet, joiden hankinnasta vastaa työnantaja. Työntekijä vastaa hankittujen suojavarusteiden käytöstä ja kunnosta. Työmaalla työskentelevillä tulee olla painatuksellinen varoitusvaatetus, suojalasit, kypärä, kuvallinen tunnistekortti sekä tarvittaessa kuulosuojaimet ja muut vaadittavat suojat. Tarpeen mukaan työmaalla on oltava mukana esimerkiksi suojalevyjä, varoituskylttejä ja lukkoja sekä suojamaski.

Muita sähkötyöturvallisuuteen liittyviä ohjeita

Rautateiden laittiloihin on tehty aiemmin jo oma turvallisuusohje (JOH-000863), joka käsittelee erityisesti K50 releiden, relepakkien ja vaihdepakkien työturvallisuutta.

Metron ohje → MTO8

Rautateiden ohje → Sähkörataohjeet, TURO