



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Sami Hukka

Sähkötyöturvallisuus Skanska Rakennuskone Oy:ssä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

28.04.2021

Tekijä Otsikko	Sami Hukka Sähköturvallisuus Skanska Rakennuskone Oy:ssä
Sivumäärä Aika	36 sivua + 2 liitettä 28.04.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Automaatiotekniikka
Ohjaajat	Tuoteryhmävastaava Juha Vesikallio Lehtori Kai Virta
<p>Tämä insinöörityö toteutettiin toimeksiantona Skanska Rakennuskone Oy:lle tavoitteena kehittää ja ylläpitää yrityksen sähköturvallisuutta, havainnollistaa kehityskohteita yrityksen toimintatavoista, kaluston kunnossapidosta, sähköturvallisuudesta, työmailla tehtävistä asennuksista sekä perehdytyksestä.</p> <p>Työssä käytiin läpi olennainen osa Skanska Rakennuskoneen sähköturvallisuutta koskevia standardeja ja sähköturvallisuuslakia, sähkölaittekorjaamoja käsittelevää materiaalia, sähköturvallisuudesta koostuvia nimikkeitä ja työmaakohtaisia ongelmia.</p> <p>Työnaikana havainnollistettiin ongelmakohtia ja riskitekijöitä, joihin puuttumalla on mahdollista kehittää sähköturvallisuutta ja yleistä työturvallisuutta yrityksessä ennalta ehkäisemällä potentiaaliset vaaratilanteet.</p>	
Avainsanat	sähköturvallisuus, sähköturvallisuus, sähkölaittekorjaamo, huolto

Author Title	Sami Hukka Electrical Safety at Skanska Rakennuskone Oy
Number of Pages Date	36 pages + 2 appendices 28 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Automation Technology
Instructors	Juha Vesikallio, Category Superintendent Kai Virta, Senior Lecturer
<p>This thesis project was assigned by Skanska Rakennuskone Oy in purpose to improve and maintain the company's occupational safety in electrical work. The aim of the study was to find existing problems and weaknesses from the company's maintenance of equipment, electrical workplaces, installations made at the worksites and from introduction to work.</p> <p>This study examined the essential parts of electrical standards, electrical safety laws, material concerning electrical repair shops, work titles concerning the electrical work organization and problems at worksites to ensure the company's electrical safety.</p> <p>During the study problems and risk factors were found and by addressing these issues it is possible to prevent the potential dangers by developing and improving occupational and electrical safety in the company.</p>	
Keywords	electrical work organization, safety in electrical work, electrical repair shop, maintenance

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköstandardit, -lait ja -asetukset	2
2.1	Sähköstandardit	2
2.2	Sähkötöitä koskevat lait ja asetukset	4
3	Sähkötyöpaikat ja Nurmijärven toimipiste	4
3.1	Sähkölaitekorjaamot	5
3.1.1	Työkalut	5
3.1.2	Testaus ja kokeilu	5
3.1.3	Vikasuojaus työskentelypaikoilla	6
3.1.4	Paloturvallisuus	7
3.1.5	Sähkölaitekorjaamon hätäkytkentä	7
3.2	Nurmijärven toimipiste esimerkkinä	8
4	Sähkötyöorganisaatio ja vastualueet	10
4.1	Sähkötöiden johtaja	10
4.2	Työstä vastaava henkilö	11
4.3	Sähkölaitteiston käytöstä vastaava henkilö	11
4.4	Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja	11
4.5	Sähköalan ammattihenkilö	11
4.6	Opastettu henkilö	12
4.7	Maallikko	12
5	Työmaan aikaisten sähköasennusten vaarat ja tapaturmat	13
5.1	Sähkön vaarallisuus ja sähköiskun seuraus	14
5.2	Sähkötapaturmiin liittyvät riskitekijät	15
5.2.1	Huolimattomuus ja yksintyöskentely	15
5.2.2	Kiire	16
5.2.3	Nollavika	16

5.2.4	Vaihe- ja nollajohtimen ristiinkytkentä	17
5.2.5	Työmaalla tehtävät asennukset ja kunnossapito	17
5.3	Työmaan aikaiset sähköasennukset	18
5.3.1	Toimitila- ja asuintalorakennustyömaat	19
5.3.2	Infra ja tunnelityömaat	23
6	Kyselyn tulokset, parannusehdotukset ja kehityskohteet	26
6.1	Kyselyn tulokset	27
6.2	Parannusehdotukset ja kehityskohteet	33
7	Yhteenveto	36
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Kytkenkäkaavio koestuskeskuksessa	
	Liite 2. Sähkötyöorganisaatio	

Lyhenteet

CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique; Sähköalan standardisointijärjestö Euroopassa.
IEC	International Electrotechnical Commission; kansainvälinen sähköalan standardisointijärjestö.
ISO	International Organization for Standardization; kansainvälinen sähköalan standardointijärjestö.
SESKO	Sähkö- ja elektroniikka-alan kansallinen standardointijärjestö.
SFS	Suomen standardisoimisliitto.
SFS EN	Suomen standardisoimisliiton hyväksymä eurooppalainen standardi.
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.
TATE	Talotekniikka.
TAK	Työmaa-alakeskus.
TPK	Työmaapääkeskus.
TTS	Työturvallisuus suunnitelma.
VYK	Vikavirta ja ylivirtasuojauskeskus.

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Skanska Rakennuskone Oy:n toimeksiannosta. Työn ensisijainen tavoite on luoda menetelmät, joilla ylläpidetään ja parannetaan Skanska Rakennuskoneen sähkötyöturvallisuutta. Tässä opinnäytetyössä käsitellään määräyksiä, sähkötyöorganisaatiota, sähköön liittyviä vaaroja työmailla ja lopuksi ehdotetaan tapoja, joilla pidetään yllä yrityksen sähkötyöturvallisuutta, työmaa-asennusten dokumentointia sekä parannetaan sähkölaitteiden kunnossapitoa ja niiden dokumentaatiota. Työssä oleellisena osana ovat myös työmaa-aikaiset sähköasennukset, jotka ovat tärkeä osa tilaajan tarjoamia palveluita.

Opinnäytetyössä selvitetään toimipisteiden sähkötyöturvallisuustarpeita, kuten sähkötyöorganisaatiota, huoltohenkilökunnan perehdytyksiä ja koulutuksia, työvälineitä, työpisteitä ja -vaiheita, kaluston huoltotarpeita sekä työmaa-asennuksiin liittyviä määräyksiä. Näitä selvitettyjä tietoja sovelletaan opinnäytetyön lopussa parantamaan yrityksen työturvallisuutta ja toimintatapoja. Tämä opinnäytetyö tulee toimimaan työkaluna, jonka avulla muita toimipisteitä ohjeistetaan parantamaan käytäntöjä ja varmistamaan standardien noudattamista.

Skanskalla työturvallisuuskulttuuri on korkeassa arvostuksessa ja korkealla tasolla, minkä takia työturvallisuuteen suhtaudutaan vakavasti. Skanska Rakennuskoneella on Skanska-konserniin kuuluvien osastojen ja muiden rakennusalan yritysten tavoin tavoitteena nolla tapaturmaa, joten tästä syystä on tärkeää, että sähkötyöskentelyyn liittyvät olosuhteet ovat standardien, asetusten ja lakien mukaiset.

Skanska Rakennuskoneen Nurmijärven toimipisteellä ei ollut omaa sähkökaluston huoltopistettä, vaan tila oli jaettu muiden osastojen kanssa, joka toimi huoltopisteenä. Vuonna 2020 tapahtuneen muuton seurauksena uusiin tiloihin tehdyt muutokset ovat olennainen osa tarvittavaa työturvallisuuden parantamistavoitetta. Skanskalle on lisäksi tärkeää, että muiden osastojen henkilökunta, yritysasiakkaat sekä vierailijat voivat liikkua turvallisesti Skanska Rakennuskoneen toimipisteiden tiloissa.

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä tiedossa olevat puutteet ovat seuraavat: sähkötyöorganisaatiokaavio, sähkölaitteiden kirjallisesti määritellyt huolto- ja kunnossapito-ohjeet, pl. ne laitteet, joissa on valmistajan huolto- ja kunnossapito-ohjeet, sähkölaitteiden huoltopisteet ja sähkölaittekorjaamon tilat. Nämä puutteet koskevat vain Nurmijärven toimipistettä. Muille toimipisteille tullaan tekemään tarkastus ja parannusehdotukset tämän opinnäytetyön materiaalin pohjalta. Tällöin tarkistetaan toimipisteiden vaatimukset.

Tässä opinnäytetyössä esitetty materiaali tulee toimimaan avustavana työkaluna yritykselle tulevaisuudessa, jonka avulla pyritään parantamaan ja ylläpitämään sähkötyöturvallisuutta yrityksen tulevaisuutta ajatellen.

2 Sähköstandardit, -lait ja -asetukset

Sähköstandardit, -lait ja -asetukset määrittelevät, miten sähköasennuksia tai sähköhuoltotöitä tulee suorittaa eri olosuhteissa. Standardeilla varmistetaan käytettävien sähkölaitteiden ja järjestelmien turvallisuus ja yhteensopivuus. Lait, jotka koskevat Skanska Rakennuskone Oy:tä viittaavat asetuksiin, asetukset koostuvat osittain standardeista. Standardit ovat kirjallisia julkaisuja, jotka käsittelevät esimerkiksi hyviä asennustapoja, vaatimuksia ja suosituksia asennuksille. Standardit luovat eri aloilla työskenteleville arkeen sujuvuutta, turvallisuutta ja yhtenäisyyttä liiketoimintaan. Standardit huomioivat kansalliset tarpeet kansallisina lisäyksinä, joita ovat esimerkiksi pohjoismaiden vaihtelevat ja haastavat keliolosuhteet. (1.)

2.1 Sähköstandardit

Euroopan alueella käytetyt standardit laatii CENELEC ja Suomessa käytetään näitä standardeja, jotka SESKO on kääntänyt suomen kielelle ja muokannut Suomen kansallisten lisäysten perusteella. SFS (Suomen standardisoimisliitto) julkaisee nämä standardit vahvistettuaan niiden oikeellisuuden. Suomessa on käytössä myös SFS EN (Suomen standardisoimisliiton hyväksymä eurooppalainen standardi) -versioita, jotka ovat englanninkielisiä standardeja, sillä kaikista standardeista ei ole saatavilla suomenkielisiä käännöksiä.

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 33§ ja 84§ mukaan TUKES (turvallisuus- ja kemikaalivirasto) julkaisee luettelon (ks. taulukko 1) niistä standardeista, joita noudattaen katsotaan lain vaatimusten täyttyvän sähkölaitteiston rakenteelle ja sähkötyöturvallisuudelle. (2.)

Taulukko 1. TUKES-ohje S10. (3.)

Sähkölaitteistot	
SFS 6000 (2017)	Pienjännitesähköasennukset (Standardisarja, joka sisältää 39 kpl erillisiä standardeja)
SFS 6001 (2018)	Suurjännitesähköasennukset
SFS-EN 60079-14 (2015) + AC (2016)	Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen
SFS-käsikirja 604-2 (2017)	Luku 3 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto, Luku 3: Räjähdetilat
SFS-EN 50107-1 (2003)	Valomainokset ja valopurkausputkien asennukset yli 1 kV mutta alle 10 kV tyhjäkäyntijännitteellä. Osa 1: Yleiset vaatimukset
SFS-EN 50191 (2011)	Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö
SFS-EN IEC 62485-2 (2018)	Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikalliset (Vastaa tekniseltä sisällöltään standardia SFS-EN 50272-2 (2001))
SFS-EN 50119 (2010) + A1 (2013)	Railway applications. Fixed installations. Electric traction overhead contact lines
SFS-EN 50122-1 (2011) + A1 (2011) + A2 (2016) + A3 (2016) + A4 (2017)	Railway applications. Fixed installations. Electrical safety, earthing and bonding. Part 1: Protective provisions against electric shock
SFS-EN 50122-2 (2011)	Railway applications. Fixed installations. Electrical safety, earthing and the return circuit. Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems
SFS-EN 50124-1 (2017)	Railway applications. Insulation coordination. Part 1: Basic requirements. Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
SFS-EN 50341-1 (2014) + SFS-EN 50341-2-7 (2015)	Vaihtosähköilmajohtot yli 1 kV jännitteillä. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Yhteiset määrittelyt, Osa 2-7 Suomen kansalliset velvoittavat määrittelyt (Standardeja sovelletaan myös enintään 1 kV:n ilmajohtoihin osan 2-7 soveltamisalan mukaisesti)
Sähkötyöturvallisuus	
SFS 6002 (2015) + A1 (2018)	Sähkötyöturvallisuus (Lisäys A1 2018 ei varsinaisesti muuta standardin asiasisältöä)

Standardiluettelo TUKES-ohje S10 on Tukesin ylläpitämä luettelo, johon TUKES päivittää yleisiä turvallisuusvaatimuksia ja standardeja. Viimeisin Tukesin julkaisema versio on vuodelta 2019. Tavallisesti luettelo on päivitetty kerran vuodessa. (2.)

Skanska Rakennuskone Oy käyttää muun muassa tiedonlähteenä taulukossa 1 listattuja standardeja ja sähköturvallisuuslakia tarjotessaan työmaasähköistyspalveluita asiakkailensa. Näitä standardeja noudattamalla Skanska Rakennuskone Oy pystyy tarjoamaan asiakkailensa laadukkaan palvelun, turvalliset sähkölaitteet ja työntekijöillensä turvalliset työskentelyolosuhteet työmaasähköjen läheisyydessä.

2.2 Sähkötöitä koskevat lait ja asetukset

Sähkötyötä säätelevään lainsäädäntöön työntekijät pääsevät käsiksi Finlexin verkkosivuilta työpaikalta löytyvillä tietokoneilta, tableteilta tai henkilökohtaisilta työpuhelimilta käyttämällä omia Skanska-tunnuksia. Sähkötyöturvallisuuden lainsäädäntöä koskeva teos löytyy myös fyysisenä kopiona sähkötöiden johtajan työhuoneesta. Kirja päivitetään vuosittain ja on nimeltään: Sähköalan säännökset 2020.

Skanska Rakennuskone Oy:ssä sähkötöiden johtajalla on työssä käytettävien sähköstandardien ja sähkötyöturvallisuutta koskevat kirjalliset versiot työhuoneessa Nurmijärven toimipisteellä. Työntekijät voivat tarkistaa tai pyytää sähkötöiden johtajaa tarkistamaan sähköstandardeista toimintamallit, vaatimukset ja määräykset.

3 Sähkötyöpaikat ja Nurmijärven toimipiste

Skanska Rakennuskoneen kaikilla toimipisteillä ei löydy rajattuja sähkölaittekorjaamoja, vaan tilat ovat yhteydessä muiden osastojen kanssa, eli tilat ovat jaettuja tiloja kustannussyistä, sillä kaikilla toimipisteillä ei ole mahdollisuutta erilliseen rakennukseen, jossa sähkötöitä voitaisiin suorittaa. Sähkötiloihin pääsy tulee kuitenkin estää vierailijoilta ja maallikoilta.

Kaikilla toimipisteillä ei kuitenkaan suoriteta sähkötöitä, vaan niissä suoritetaan pelkästään komponenttien vaihtoja tai tarvittaessa ulkopuolista sähköalan ammattilaista. Sähkötyöt suoritetaan jännitteettömästi ja vain tarvittaessa tai työvaiheen lopussa laitteisiin kytketään jännite, kun laitteelle tai kojeelle tehdään käyttöönotto- tai kunnossapitotarkastukset turvallisuuden takaamiseksi loppukäyttäjälle SFS 600-1:n mukaisesti. (4.)

3.1 Sähkölaitekorjaamot

Sähkölaitekorjaamon tiloihin saa päästää omatoimisesti vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt ja vierailijat voivat päästä tiloihin opastettuina ammattilaisen seurassa. Näissä tiloissa työskentelevien henkilöiden tulee noudattaa SFS 600-2 -sähkötyöturvallisuusstandardia ja sähkötyöturvallisuuden säädöksiä. Sähkölaitekorjaamon tiloihin vievät ovet ja kulkuväylät tulee varustaa varoituskilvillä, jotka kieltävät asiattomilta pääsyn näihin tiloihin. Jos sähkölaitekorjaamon tiloissa tapahtuu työtä, josta voi aiheutua vaaraa muille, tulee mahdollisesta vaarasta ilmoittaa asianmukaisilla varoituskilvillä. (5; 6.)

Sähkölaitekorjaamoista ja niiden asennuksista tulee olla ajan tasalla olevat dokumentit ja merkinnät. Tapaturmien varalta sähkölaitekorjaamoilta tulee löytyä sähkötapaturmien ensiavusta kertovat ohjeet, kohteen katuosoite ja hätäpuhelinnumero. (5; 6.)

3.1.1 Työkalut

Sähkölaitekorjaamoilla suositellaan käytettäväksi standardin SFS-EN 60900 mukaisia työkaluja riippumatta siitä, suoritetaanko työ jännitteettömänä. Jännitetyössä tulee noudattaa standardin mukaisia vaatimuksia työkaluille ja työmetodeille. Työkalut ovat standardin SFS-EN 60900 mukaisesti suojattuja niin, että työkaluissa metalliset kosketuspinnat on suojattu tarpeeksi eristävällä materiaalilla 1 kV vaihtovirtaan asti sähköiskun estämiseksi. (5; 6.)

3.1.2 Testaus ja kokeilu

Laitteiden, jotka ovat korjattavana tai huollettavana, testaus tulee suorittaa mahdollisuuksien mukaan perussuojauksella varustettuna. Kaikkia toimenpiteitä ei voi suorittaa kuitenkaan täysin kosketukselta suojattuna, jolloin mahdollisuuksien mukaan tulee käyttää suojuksia tai esteitä tilapäisenä suojana. Työvälineissä ja mittalaitteissa tulee käyttää eristystä tai kotelointia laitteiden normaalien rakennestandardien mukaisesti, myös korjaustyössä. (5; 6.)

Mikäli jokin laitteisto käyttää nimellisjännitteenä yli 1000 V:n vaihtojännitettä tai 1500 V:n tasajännitettä, tulee koepaikka rajata muusta tilasta joko pysyvästi tai tilapäisesti SFS-

EN 50191:n mukaisesti. SFS-käsikirja 600–2:2018 sisältää myös SFS-EN 50191 -liitteen. (5; 6.)

3.1.3 Vikasuojaus työskentelypaikoilla

Vikasuojaus tulee järjestää sähkölaitekorjaamoissa käytettäville laitteilla aina SFS 6000-4-41 -standardin mukainen vikasuojaus. Vikasuojauksella ei kuitenkaan voida suojautua jännitteisen osan ja nollajohtimen tai kahden eri vaiheissa olevan jännitteisen osan kosketukselta. (5.)

Vikasuojaus voidaan toteuttaa sähkölaitekorjaamoissa ja sähkölaboratorioissa kahdella eri tavalla. Vaihtoehdot ovat vikasuojauksen toteuttamisessa suojaerotus tai käyttämällä mitoitus toimintavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkintä syötön automaattisessa poiskytkennässä. Suojaerotusmuuntajaa käytettäessä vikasuojaimena tulee muuntajan täyttää standardin SFS-EN 61558-2-4 vaatimukset. (5.)

Vikasuojausta voidaan täydentää huolehtimalla siitä, että korjauspaikkojen, testauspaikkojen lattiat ja työpöytien kosketeltavien pintojen resistanssi on määräysten mukainen, mutta tämä ei kuitenkaan ole varsinainen vikasuojausmenetelmä. 500 V:n nimellisjännitteellä resistanssin tulisi olla vähintään 50 kohm ja nimellisjännitteen noustessa yli 500 V:n tulisi resistanssin olla vähintään 100 kohm niin, että nimellisjännite pysyy alle 1000 V:n vaihtojännitteellä ja 1500 V:n tasajännitteellä. (5.)

Työskentelypaikoilla eristävä lattia tai työpöydänpinta ei ole varsinainen vikasuojausmenetelmä, vaan näillä luodaan lisäturvallisuutta muiden suojausmenetelmien rinnalle kasvattamalla resistanssia sähkönjohtavuuden vähentämiseksi. Mikäli työpisteellä oleva työpöytä on seinää vasten ja seinä on johtavaa materiaalia, kuten profiili peltiä, tulisi seinä eristää 2,3 m:n korkeuteen asti materiaalilla, joka toimii eristeenä, kuten Gyproc-levyllä tai vanerilla. Mikäli huoltotilan katon korkeus olisi esim. 2,2 m, tulee myös katto eristää eristävällä materiaalilla. (5.)

Työpöydissä runkomateriaali voi olla metallia, mutta silloin runko ei saa olla johtavassa yhteydessä lattiaan, eikä työpöydän runko saa olla kiinteästi kiinnitetty, kuten pulteilla ankkuroituna lattiaan tai seinään. Raskaita koneita ja laitteita ei koske edellä mainitut

vikasuojausmenetelmät, mikäli se on vaikeasti toteutettavissa tai aiheuttaa kohtuutonta haittaa. Eristävyyttä testattaessa käytetään standardin SFS 6000-6 liitettä 6A. (5.)

Työskentelypaikoilla löytyvistä pistorasioista tulee selvittää riittävät tiedot eli jännite, teho tai virta ja suojaustapa. Työpisteen ja työskentelypaikan valaistus tulee olla riittävän kirkas niin, ettei se kuitenkaan aiheuta häikäisyä. (5.)

3.1.4 Paloturvallisuus

Sähkölaittekorjaamossa palokuorma koostuu rakennuksessa käytetyistä materiaaleista, kaluston materiaalista, varaosien- ja laitteiden pakkauksista, kaapeleiden ja ym. rakennuksen sisällä olevista asioista. Koska kyseessä on sähkölaittekorjaamo, tulee sähköpalojen riski ottaa huomioon, ja myös sen torjunta. Sähköiskuvaaran takia sähkölaittekorjaamoissa ei voi käyttää vedellä toimivaa sprinklerijärjestelmää tai muuta vastaavaa järjestelmää, vaan sähkölaittekorjaamo tulee varustaa hiilidioksidi- tai jauhesammuttimella. Sammuttimen tulee täyttää palokuorman mukainen luokitus, joka on edellä mainittujen materiaalien mukainen, eli ABC-luokitus. Sähkölaittekorjaamoon pätevät normaalit määräykset palovaroittimien sijoittelun ja järjestelmän suhteen. (5; 7; 8.)

3.1.5 Sähkölaittekorjaamon hätäkytkentä

Sähkölaittekorjaamoissa työskentelyalueiden jännitteet tulee pystyä katkaisemaan luotettavasti ja nopeasti hätäseis-painikkeista. Hätäkytkentää varten asennetut kytkimet tulee olla helposti sekä tunnistettavissa että käytettävissä. Ohjausvirtapiirillä toimivaa hätäkytkentäpainiketta käytettäessä tulee kytkimen väriltään olla punainen keltaisella taustalla. Kytkin voidaan myös toteuttaa sijoittamalla hätäseis-painike päävirtapiiriin. (5.)

Kytkimen tunnistettavuuden parantamiseksi tulee molemmilla kytkentätavoilla merkitä kytkimen välittömään läheisyyteen ”hätäseis”-teksti. Hätäkytkentälaitteen tulee pystyä katkaisemaan täysi kuormitusvirta työskentelyalueelta ohjattaessa hätäkytkentää pää- tai ohjausvirtapiirillä. Avaimella varustettu hätäseis-painike estää jännitteen kytkemisen vahingossa, kun hätäseis-painiketta on käytetty. (5.)

3.2 Nurmijärven toimipiste esimerkkinä

Sähkölaitteiden huoltopiste on muuttanut Nurmijärven toimipisteellä vuoden 2020 elokuussa huoltotilojen uudistuksien ja järjestelyjen ohella, jonka takia muutostyöt ovat jääneet tekemättä täysimääräisesti. Tässä osiossa puututaan muutoksen yhteydessä jääneisiin puutoksiin.



Kuva 1. Nurmijärven toimipiste, sisäänkäynti sähkölaittekorjaamon tiloihin.

Nurmijärven toimipisteen sähkölaittekorjaamon huoltotiloihin pääsee kulkemaan avaimella, jolloin ulkopuolisilla henkilöillä ei ole pääsyä huoltotilaan ilman asianmukaista

valvontaa. Ovista puuttuu kuitenkin asianomaiset varoituskilvet opinnäytetyön tekohetkellä. Nurmijärven toimipisteellä kaikille työntekijöille on annettu perehdytys tilassa liikkumiseen, eli muiden osastojen työntekijät pystyvät kulkemaan turvallisesti sähkölaitekorjaamon tiloissa.

Rakennuksen korkeiden seinien ja seinän materiaalin ansiosta työpisteet voidaan sijoittaa seiniä vasten ilman, että ne tarvitsevat lisäeristystä, kuten tilanteessa, jossa seinä olisi johtavaa materiaalia, tulisi seinä eristää 2,3 m:n korkeuteen asti.



Kuva 2. Työpiste varustettuna koestuskeskuksella.

Työpisteet koostuvat vanhoista ja uusista työpisteistä. Osasta uusista työpisteistä puuttuu työpöydän päältä eristävä kumimatto, mutta työpöytien materiaali on puuta, jonka eristysvastus on riittävä. Kuvan 2 työpöydälle on kuitenkin lisäeristykseksi lisätty kumimatto. Vanhoilla työpisteillä ei ole työpöydälle sijoitettu kohdevalaistusta. Kaikista työpisteistä puuttuu lattian ja työpöydän välistä lisäeristys, mutta työpöytä ei ole kuitenkaan johtavassa yhteydessä suoraan maahan tai seinään, eikä työpisteitä ole ankkuroitu ra-

kennuksen pintoihin kiinni. Työpisteet on varustettu koestuskeskuksilla, ja niiden kytkentäkaaviot löytyvät kannen takaa. Liitteessä 1 on koestuskeskuksen sisältä löytyvä kytkentäkaavio koestuskeskuksen toiminnan havainnollistamiseksi.

4 Sähkötyöorganisaatio ja vastualueet

Sähkötyöorganisaatio Skanska Rakennuskone Oy:ssä päivitettiin tämän opinnäytetyön yhteydessä, sillä opinnäytetyön kirjoitushetkellä Skanska Rakennuskoneella oli vain ohjeistukset työmaan aikaisten asennusten sähkötyöturvallisuuden valvojan osalta. Sähkötyöorganisaatiokaavio löytyy liitteestä 2. Toimipisteillä on ollut myös epäselvyyksiä vastuu henkilöistä ja työntekijöillä heidän tekemästään sähkötyöstä. Sähkötöiden valvojan rooli on määrätty asennusryhmän kokoneimman mukaan, eli työvuosien perusteella, ellei toisin ole sovittu.

Skanska Rakennuskoneen kokonaisvaltaisesta sähkötyöturvallisuudesta vastaa työmaasähkökaluston tuoteryhmävastaava, joka toimii myös yrityksen sähkötöiden johtajana. Tuoteryhmävastaava täten sitoutuu ylläpitämään omaa ammattitaitoaan jatkuvasti taatakseen asiakkaille sekä omalle henkilökunnalle turvalliset laitteet, välineet ja työskentelyolosuhteet. Sähkötöiden johtajalla on myös vastuu työmaa-aikaisten asennusten luovutuksesta asiakkaalle, työmaalla käytettävän sähkökaluston asianmukaisesta huollosta sekä sähkötöitä tekevien henkilöiden ammattitaidosta ja tehtäviin opastuksesta. (2; 4; 9; 10.)

4.1 Sähkötöiden johtaja

Yrityksen tulee nimetä sähkötöiden johtaja ennen toimien aloittamista, joka vastaa sähkölaitteiden ja sähkölaitteistojen rakennus-, huolto- ja korjaustöistä. Sähkötöiden johtajan vastuulla on ylläpitää omaa osaamistaan ja hänen vastuullansa on sähköturvallisuuslain noudattaminen. Sähkötöiden johtajan tulee siis kiinnittää seuraaviin asioihin huomiota: sähkölaitteiden ja -laitteistojen kunnossapito, sähkötöitä tekevien asentajien ammattitaidon taso ja opastuksen taso heille kuuluviin tehtäviin. Sähkötöiden johtajan ei tarvitse olla läsnä henkilöstön palkkauksessa, mutta sähkötöidenjohtajan tulee varmistua palkatun henkilön ammattitaidon tasosta. (2; 4; 9.)

4.2 Työstä vastaava henkilö

Sähkötöiden johtaja toimii yleensä työstä vastaavana henkilönä, mutta aina sähkötöiden johtaja ei pysty vastaamaan jokaisesta työstä, jolloin sähkötöiden johtaja nimeää kirjallisesti työstä vastaavan henkilön. Jokaiseen työhön tulee nimetä sähkötöistä vastaava henkilö. Työ voidaan jakaa useammalle sähköalan ammattihenkilölle, mutta yhden henkilön tulee kuitenkin vastata kokonaisuudesta. Nämä tehtävät voidaan luottaa kokonaisuutena vain itsenäiseen työhön kykenevälle sähköalan ammattilaiselle. (2; 4; 9.)

4.3 Sähkölaitteiston käytöstä vastaava henkilö

Käytönjohtaja vastaa sähkölaitteistojen parissa työskentelevien asentajien ammattitaidosta ja opastuksesta sekä sähkölaitteiden käytöstä ja huollosta sähkötyöturvallisuuslakien mukaisesti. (4; 9.)

4.4 Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja

Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tulee kyetä itsenäiseen työhön ja hänen tulee olla sähköalan ammattilainen. Sähköturvallisuuden valvoja valvoo henkilökohtaisesti työn tekemistä tai suorittaa työn kokonaisuudessaan omatoimisesti. Sähkötöiden johtaja nimeää jonkun asentajista työnaikaisen sähkötyöturvallisuuden valvojaksi, jos työryhmässä ei ole varsinaista työnjohtajaa. (4; 9.)

4.5 Sähköalan ammattihenkilö

Sähköalan ammattihenkilö on opastettu henkilö sähkötöihin, jonka katsotaan olevan riittävän ammattitaitoinen valvomaan ja tekemään itsenäisesti koulutustaan ja työkokemustaan vastaavaa sähkö- ja käyttötyötä. Lisäksi sähköalan ammattihenkilön tulee täyttää jokin seuraavista koulutus- ja työkokemusvaatimuksista:

- Hän on suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut työkokemusta sähkötöistä kuudenkuukauden ajalta.

- Hän on suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut työkokemusta sähkötoista kuudenkuukauden ajalta.
- Hän on suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman ammattitutkinnon ja hankkinut työkokemusta sähkötoista kuudenkuukauden ajalta.
- Hän on suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut työkokemusta sähkötoista kuudenkuukauden ajalta.
- Hänellä on kuuden vuoden työkokemus sähkötoista ja riittävät alan perustiedot.

Edellä luetelluista koulutus- ja työkokemusvaatimuksista voidaan poiketa, jos kyseessä on samankaltainen sähkölaitteisiin tai laitekokonaisuuksiin kohdistuva sähkö- tai käyttötyö, kuten elektroniikkalaitteiden huolto- ja korjaustyöt. Yksinäisiin töihin kykenevä henkilö katsotaan olevan riittävän ammattitaitoinen tekemään kyseisiä töitä, jos hänellä on kahden vuoden työkokemus kyseisistä sähkötoista. Jos henkilö on käynyt soveltuvan sähköalan koulutuksen, on hänellä oltava koulutuksen lisäksi vuoden työkokemus kyseisistä sähkötoista. (4; 9; 10.)

4.6 Opastettu henkilö

Ammattihenkilöt voivat opastaa ja opettaa maallikolle sähkötyön aiheuttamat vaarat. Kokemuksen ja tietotaidon karttuessa sähköstä hänestä tulee opastettu henkilö. Koulutus täyttää sähköturvallisuuslain 1135/2016 83§ ja sen nojalla noudatettavan sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002:/2015 liitteen X.9 n lain edellyttämästä annettavasta sähkötyöturvallisuuskoulutuksesta maallikoille ja opastetuille henkilöille. (4; 6; 9.)

4.7 Maallikko

Maallikko on henkilö, jolla ei ole työkokemusta, koulutusta tai tutkintoa sähkötoista, eikä häntä ole opastettu tekemään sähkötoita. Maallikko saa kuitenkin suorittaa muutamia

määriteltyjä pieniä sähkötöitä, jos hän varmasti osaa tehdä ne oikein ja luotettavasti. Maallikot, joiksi suurinta osaa työmaan henkilökunnasta voidaan kutsua, saavat tehdä seuraavia käyttötoimenpiteitä, korjaus- ja asennustöitä ja muita sallittuja töitä ilman ohjeistusta työmaalla: (10; 11.)

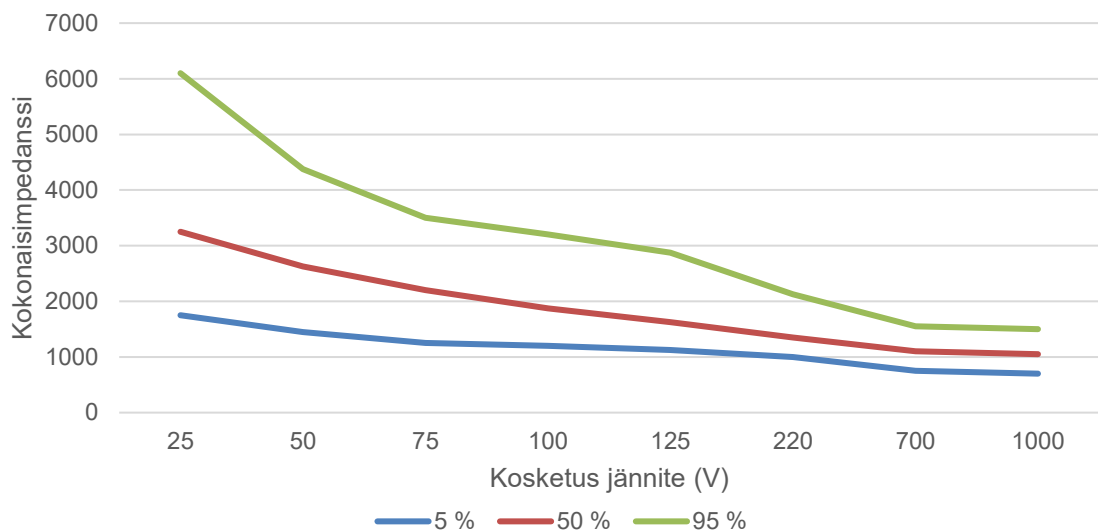
- Lauenneen automaattisulakkeen tai johdonsuojakatkaisijan ja vikavirtasuojan asettaminen toimintakuntoon. Jos automaattisulake, johdonsuojakatkaisija tai vikavirtakytkin laukeaa uudestaan, tulee hänen pyytää sähköalan ammattilainen paikalle tekemään vikaselvitys ja vaadittavat korjaustoimenpiteet.
- Vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus testipainikkeella.
- Jännitteettömyyden toteaminen hyväksytyllä jännitteenkoettimella, kun kyseessä on jokaiselle sähkönkäyttäjälle sallitut työt.
- Yksivaiheisen jatkojohdon korjaus ja teko.
- Sähkölaitteen rikkoutuneen yksivaiheisin liitäntäjohdon ja pistotulpan vaihto.
- Sähkölaitteiden mekaanisten osien korjaaminen edellyttäen, että laitteen kosketus- ja vesisuojaus eivät muutu.
- Sähköasennusten purku, kun ne ovat luotettavasti ja kokonaan jännitteettömiksi todettuja.

5 Työmaan aikaisten sähköasennusten vaarat ja tapaturmat

Skanskalla, kuten muillakin rakennusalalla olevilla yrityksillä, on nolla tapaturmaa -ta-voite, joka on tärkeässä roolissa työturvallisuudessa rakennustyömailla. Tämän takia hyvä perehdytys auttaa tunnistamaan työmaalla piilevät sähkötyöturvallisuusriskit ja auttaa toimimaan vahingon sattuessa oikein. Sähköiskun vaaraa vähätellään hyvin yleisesti maallikoiden keskuudessa.

5.1 Sähkön vaarallisuus ja sähköiskun seuraus

Ihmiskehon raajat vastaavat kukin noin 750 ohmin vastusta, mutta impedanssiin vaikuttavat myös seuraavat tekijät: ihon kosteus ja epäpuhtaus, kosketuspinta-ala jännitteisen osan kanssa, kosketus jännitteen suuruus sekä taajuus. Vaihtovirran kohotessa yli 200 V:n, ihmiskehon impedanssin suuruudella ei ole merkittävää vaikutusta jännitteiseen osaan koskettaessa. (12.)



Kuva 3. Taulukon 2 ihmiskehon impedanssin arvot 50 Hz:n vaihtovirralla.

Ihmiselle sähkön vaarallisuus ja vaarallisuuden tasoon vaikuttavat sähkövirran voimakkuus, kestoaika, kulkureitti sekä taajuus. Ohmin lakia tarkkailemalla voidaan havainnoida seuraavan kaavan avulla virran voimakkuus (I), kosketusjännitteen suuruus (U) ja ihmisen kehon impedanssi (Z).

$$I = \frac{U}{Z}$$

I on virta

U on jännite

Z on impedanssi.

Taulukko 2. Ihmiskehon impedanssin arvot 50 Hz:n vaihtovirralla. (12.)

Kosketus jännite (V)	Kehon kokonaisimpedanssin arvot, jotka eivät ylitä		
	5 %	50 %	95 %
	Prosenttiosuudella väestöstä		
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
125	1125	1625	2875
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550
1000	700	1050	1500
Asymptooninen arvo	650	750	850

5.2 Sähkötapaturmiin liittyvät riskitekijät

Sähkötapaturmat voivat johtua esimerkiksi työnjohtajan tai työntekijän huolimattomuudesta, yksintyöskentelystä, kiireestä, käytettävän kaluston väärinkäytöstä tai kunnosta. Perehdytyksen puutteellisuus sähkön vaarallisuudesta kasvattaa myös riskiä joutua sähkötapaturmaan. Hyvällä perehdytyksellä ja kaluston yhteisillä huolto-ohjeistuksilla parannetaan työturvallisuutta, sillä työntekijöiden tietoisuus mahdollisista riskeistä vähentää vaaratilanteita.

5.2.1 Huolimattomuus ja yksintyöskentely

Työturvallisuuslaki säätelee työskentelyä ja tässä tapauksessa nimenomaan yksintyöskentelyä. Työnantajan tulee huolehtia siitä, että haitta tai vaara yksintyöskentelyssä eliminoidaan kokonaan, jos se on mahdollista. Jos haittaa tai vaaraa ei voida poistaa kokonaisuudessaan, tulee haitta tai vaara minimoida muilla toimenpiteillä. (2.)

Yksintyöskentely nähdään riskinä, koska tapaturman sattuessa avun saaminen on hitaampaa tai jopa mahdotonta. Ihmisen luonteen takia hän ei voi huomata ympärillään

olevia vaaroja keskittyessään työhönsä, jolloin havainnointivirheet ja niiden arviointi kasvavat. Tästä syystä työt pyritään suorittamaan kahden tai useamman hengen ryhmissä, jolloin työturvallisuus paranee. Yksin työskenneltäessä tulee tehtävästä työstä laatia työsuunnitelma, jossa arvioidaan riskit turvallisen työn mahdollistamiseksi. Jos vaaratekijöitä ei voida eliminoida tehtävästä työstä, tulee työ suorittaa vähintään kahden hengen tiimeissä.

5.2.2 Kiire

Kiire nähdään työmailla riskinä sen takia, että työntekijän tulee saada työ valmiiksi laiminlyöden huolellisuus tai turvallisuus, jolloin virheiden esiintymisen riski kasvaa. Kiire aiheuttaa myös asioiden unohtamista kuten työvaiheiden väliin jättämisen, esim. kiinnityspulttien momenttiin kiristämisen tai suojauksen ja henkilösuojaimien käyttämisen. Myös turvallisuustoimenpiteet saatetaan jättää tekemättä, kuten sähkökeskuksen lukitseminen tai kohteen jännitteettömäksi toteaminen. (13.)

Kiire työnjohdon osalta saattaa johtaa aikataulutuksen puutteelliseen tai virheelliseen suunnittelemiseen, varaosien tai materiaalin tilaamisen virheellisyyksiin sekä puutteellisten tai virheellisten ohjeiden antamiseen.

5.2.3 Nollavika

Laitteistoissa, joissa on kolmivaihepiiri, voi esiintyä vaaralliseksi esiintymäksi kutsuttu nollavika. Nollavialla tarkoitetaan tilannetta, kun kolmivaihepiiristä katkeaa järjestelmän nollajohdin, joka voi myös olla sähkönsiirrossa maa, eli PEN-johdin. Nollavikaisessa järjestelmässä voi esiintyä normaalin jännitteen sijaan jopa 400 V yhdessä vaihejohtimessa. (14; 15.)

Nollavian voi tunnistaa sähkölaitteiston oudolla käyttäytymisellä, kuten valojen palamisena kirkkaana, himmeänä tai vaihtelevana ja siihen voi vaikuttaa sähkölaitteiden kytkeminen päälle tai pois päältä. Kontaktorit ja releet saattavat pitää jännitetason vaihtelun takia särinä, tai ne saattavat kytkeytyä pois päältä ja päälle jatkuvalla syötöllä.

Jos nollavikaa on syytä epäillä, ei metallikuorisiin laitteisiin tai muihin kojeisiin, joissa on johtava tai muutoin huonosti eristävä rungon rakenne, tule koskea paljaalla kädellä, sillä sähköiskun vaara on hyvin suuri nollavian sattuessa. Sähköt tulee kytkeä pois pääkytkimestä, mikäli sen voi turvallisesti tehdä, ja sähköverkon haltijalle tai työmaan sähköistä vastaavalle sähkötyönjohtajalle tulee tehdä ilmoitus epäilystä viasta.

5.2.4 Vaihe- ja nollajohtimen ristiinkytkentä

Työmailla käytettävien voimavirtajohtojen kytkennöissä ilmenee ajoittain jatkojohtoja, joista löytyy ristiin kytketty vaihe- ja nollajohdin. Nämä jatkojohdot ovat yleensä maallikon tekemiä, mutta muutamia tapauksia on, joissa asennusvirhe on tapahtunut valmistajan asennushenkilön tai huoltohenkilön toimesta. Tilanteessa, kun L1 ja N on kytketty ristiin, on L1 – N -liittimien välillä jännite 230 V, L2 – N- ja L3 – N -liittimien välillä 400 V, eli kolmivaihepiirissä L1-jännite on 400 V, L2-jännite on 230 V ja L3-jännite on 230 V. Ristiinkytkentä aiheuttaa 1-vaihejärjestelmissä useimmiten laitteen rikkoontumisen, mikäli laite kytketään ristiin kytkettyyn vaihejohtimeen. 3-vaihejärjestelmissä laite ei välttämättä vaurioidu, mutta laite ei välttämättä myöskään käynnisty, jonka seurauksena laite saattaa laukaista johdonsuojan tai polttaa sulakkeen ottaessaan muilta vaihejohtimilta ylivirtaa.

5.2.5 Työmaalla tehtävät asennukset ja kunnossapito

Skanska Rakennuskone käyttää työmaalle-perchedytyksessään muun muassa seuraavia ohjeistuksia. Työmailla jokaisen työntekijän tulisi huolehtia työmaan aikaisten sähköjen kunnossapidosta omien kykyjen ja tietotaitojen mukaan esimerkiksi pitämällä jatkojohdot poissa kulkuväyliltä asentamalla nämä mahdollisuuksien mukaan seinille tai kattoon suunnitelluille reiteille, tarkastamalla pistotulpan pään ja jatkojohdon mahdollisilta vaurioilta sekä laitteen kosketus suojauksen eli jännitteisiltä osilta suojaavan kerroksen tai kuoren kunnan silmämääräisellä tarkistuksella. Vialliset laitteet tai kaapelit tulee korjata sähköalan ammattilaisen toimesta tai poistaa laitteet tai kaapelit käytöstä. (13.)



Kuva 4. Työmaakeskuksen vaurioitunut pistorasia.

Myös työmaasähkökeskuksen pistoke tulee tarkistaa pistotulppaa kytkettäessä, sillä huono kontakti jännitteisten osien välillä kuumentaa metallipintoja, jolloin kosketukselta suojaava suojaeriste menettää eristäviä ominaisuuksiaan ja pahimmassa tapauksessa voi sytyttää sähköpalon tai pistokkeesta voi saada sähköiskun, mikäli jännitteeseen osaan muodostuu kosketusmahdollisuus. Työmaa olosuhteissa pistokkeiden ja pistotulppien vaurioituminen on hyvin yleinen ongelma, joka johtaa komponenttien ylikuumenemiseen, sillä pöly, vesi, hiekka, savi ja muut aineet luovat huonoja kontaktipintoja laitteistojen kytkentäpintoihin. Tämän takia huollon yhteydessä on tärkeä puhdistaa sähkölaitteiden kontaktipinnat.

5.3 Työmaan aikaiset sähköasennukset

Työmailla tulee noudattaa standardien mukaisia hyviä asennustapoja ja työmaa-aikaisien syöttökaapeleiden merkitsemistä. Näin vikatilanteessa pystytään katkaisemaan virralisen kohteen virran syöttö ja minimoimaan henkilö- ja materiaalivahingot. Kaapeleiden merkitseminen ei kuitenkaan ole pelkkiä vikatilanteita varten, vaan pitää yllä järjestystä ja vähentää tilanteita, joissa henkilö kytkee väärästä paikasta sähköt pois. Näin voidaan

estää esimerkiksi kerrostalon valaistuksen poiskytkentä, jolloin työntekijä ei jää pimeyteen tai satuta itseään työskenneltäessä tai kulkiessa pimeässä.

Työmaan aikaisiin sähkökuviin tulee merkitä syöttökaapeleiden sijainti mahdollisimman tarkasti, sillä näin syöttökaapeleiden lähellä työskentelevien turvallisuus paranee. Syöttökaapelit ovat yleensä erilaisten maansiirtokoneiden ja ajoneuvojen tiellä, jolloin vauriot voivat myös olla massiivisia työmaan verkolle hetkellisesti työmaan toiminnan kannalta, mutta myös koneille, ajoneuvoille ja niiden kuljettajille.

Työmailla täytyy ottaa huomioon työmaa-aikaisten asennusten lisäksi myös valtakunnallinen sähköverkko, mikäli sellainen on työmaan lähetyvillä. TTS tulee olla tehtynä aina, kun työskennellään syöttökaapeleiden lähetyvillä, jotta työntekijät ovat tietoisia potentiaalisista vahingoista, vaaroista ja vahingon sattuessa toimintamalleista. Yleensä keski- ja suurjännitelinjojen, eli 1–36 kV:n ja 110–400 kV:n lähellä työskenneltäessä esim. kairakoneella, ajoneuvonosturilla tms. työkoneella korostuu TTS, jotta työntekijä osaa toimia oikein ja välttää omaisuus- ja henkilövahingot.

5.3.1 Toimitila- ja asuintalorakennustyömaat

Toimitila- ja asuinrakennustyömailla yleisimpiä virheitä on valaistuksen heikko laatu, puuttuminen tai väärin asentaminen. Valaistuksen heikolla laadulla ja puuttumisella voidaan kuvata liian harvakseltaan asennettua valaistusta tai kokonaan puuttuvaa valaistusta esim. porraskäytävissä, jolloin kompastumisen riski kasvaa.



Kuva 5. Espoon Lippulaiva, porraskäytävän valaisu LED-nauhalla.

Tämä on myös jokaisessa tilassa mahdollista, sillä tummaa sähkökaapelia tai muuta vastaavaa johtoa, letkua, putkea tai muuta kapeaa esinettä on hankala nähdä pimeässä tai hämärässä. Valaistuksen voi asentaa myös väärin, eli liian kirkkaan valaistuksen käyttäminen, jolloin tilojen valoero kasvaa ja vähemmän valaistulle alueelle siirryttäessä ihmisen hämäränäkö ei riitä havaitsemaan kaikkia esteitä, joita mahdollisesti esiintyy hämärässä.



Kuva 6. Espoon Lippulaiva, vikavirranlaukeamisesta pimentynyt lohkoalue.

TATE:n (talotekniikan) valmistumisen edistyessä useimmiten väliaikaiset sähkökaapelit ripustetaan TATE:n alapuolelle niiden kiinnityksiin, jolloin saksilavanostimella kuljettaessa voi olla hankalaa nähdä puutteellisessa valaistuksessa väliaikaisia sähkökaapeleita. Tiloissa, kuten lämmönjakohuoneessa, voivat väliaikaiset sähköasennukset pimeässä aiheuttaa työturvallisuusriskin, jos ne ovat alle 2 metrin korkeudessa.



Kuva 7. Vaurioitunut jatkojohto haalausreitillä.

Syöttökaapelit ja muut jatkojohdot luovat osaltaan riskejä työmaille, eli lattialla tai maassa lojuvat kaapelit muun muassa kompastumisen muodossa. Mikäli lattialla olevan kaapelin yli raahataan tai kuljetaan toistuvasti yli, saattavat suojaavat eristekerrokset vahingoittua, jolloin sähköiskun vaara kasvaa. Tämän vuoksi työmaa-aikaisten syöttökaapeleiden reitit tulee sijoittaa pois lattioilta ja kiinnittää seinille, kattoon tai TATE:n kiinnityksiin. Työmaiden pihalla kulkevien väliaikaisten sähkökaapeleiden sijoittaminen suojaan paikkaan voi olla hankalaa, joten ne tulisi sijoittaa väliaikaisesti työmaa-aitoihin tms. kohteisiin. Kulkuväylille sijoitettaessa tulee kaapelit suojata asianmukaisesti esim. yliajosuojalla.



Kuva 8. Saksilavanostimet pysäköity lataukseen 125 TAK eteen.

Toimitila- ja asuntorakennustyömailla varastointitilaa on myös usein hyvin rajallinen määrä, jolloin sähkökeskusten eteen varastoidaan erirakennus vaiheissa käytettäviä materiaaleja tai jätteenkäsittelyyn meneviä roskakasoja. Työmailla ilmenee tilanteita, joissa sähkökäyttöisiä saksinostimia ja muita vastaavia työkoneita viedään turhan lähelle sähkökeskusta lataukseen. Tämä puolestaan luo omaisuus- ja henkilövahingoille suuren riskin, sillä sähkökeskukselle pääsy nopeasti voi olla tapaturman sattuessa jopa mahdollista.

5.3.2 Infra ja tunnelityömaat

Tunnelityömailla käytetään sähkönsiirrossa 400 V:n sijaan 690 V:n ja 1000 V:n syöttölinjoja, sillä syöttävienlinjojen pituudet voivat olla hyvinkin pitkiä: useita kilometrejä ja jännitteenalenemaa kompensoidaan nostamalla jännitettä.

Tunneleissa käytettävät työkoneet toimivat 690 V:n ja 1000 V:n nimellisjännitteellä, kuten betoniruiskutuslaitteet, Jumbo- ja Boomer-poralaitteet sekä muut työkoneet. Sähkölinjo-

jen rakentamisessa vältetään ilmalinjojen käyttöä, sillä niiden altistuminen infran työmailla käytettävien koneiden korkeudelle kasvaa huomattavasti ja toisena syynä on maa-kaapelin helpompi korjattavuus kaapelivaurion sattuessa paikkaamalla kaapeli tai vaihtamalla kaapeli kokonaan uuteen. Jännite alennetaan heittomuuntajalla perinteisille 230 V:n ja 400 V:n nimellisjännitteellä toimiville laitteille, kuten kohdevalaistukselle, latureille sekä jäte- ja vesipumpuille.



Kuva 9. Tunnelityömailla käytettävä VYK.

Jännitteen korottaminen ei kuitenkaan ole riskitöntä, sillä jännitteen kasvaessa kasvaa myös läpilyönnin mahdollisuus eli kaapeleiden ja laitteiden suojaeristyksen merkitys korostuu entistä enemmän henkilö- ja omaisuusvahingon kannalta.

Läpilyönnillä tarkoitetaan, kun eristyksen yli vaikuttaa jännite, jolloin eristeen lävitse kulkee vuotovirta. Mikäli vuotovirta kasvaa, tarkoittaa tämä eristeessä tapahtuvia sähköpurkauksia tai eristyksen vaurioitumista. Kun eristeen eristävyys katoaa täydellisesti, kutsutaan tätä täydelliseksi läpilyönniksi, jolloin syntyy voimakkaasti ionisoitunut ja hyvin kuuma kanava nimeltä valokaari, joka kulkee eristeen lävitse. (16.)

Sähkölaitteiden kytkentäliittimien puhtauden merkitys kasvaa myös jännitteen kasvaessa, sillä osat kuumentuvat entisestään likaisissa liittimissä, ja sähköpalon riski on suurempi. Tästä syystä laitteiden kunnossapidon ja käytettävien kaapelityyppien merkitys korostuu normaaliin kiinteistö- tai asuintalotyömaahan nähden.



Kuva 10. Sulkavuoren jätevesipuhdistamo Tampereella, VYK-syöttökaapelin ripustus.

Tunnelityömailla työmaa-aikaisten syöttökaapeleiden suojaus tulee suorittaa standardien mukaisesti, mutta tämä luo itsestään jo uusia haasteita, sillä tunnelityömaaolosuhteet ovat haastavia. Kaapelit suojataan maan pinnalla tunnelinsuun ja muuntajien välillä ja tunnelin sisäänkäynnistä jonkin matkaa. Sähkökaapelit ripustetaan seinällä tai katossa kulkevalle väliaikaiselle arinalle niin, etteivät ne ole välittömässä vaarassa vaurioille. Tunnelin kattoon kiinnittäessä huomioidaan korkein käytettävä kone tai laite ja tälle vaaroitaisuus niin, ettei kattoon kiinnitetty arina ja sitä myöten sähkönsyöttökaapeli tai -kaapelit vaurioidu käytettävistä koneista tai laitteista.

Tunneleissa tehtävien räjäytyksien aikana syntyy pieniä teräviä kiviä, jotka saattavat läpäistä suojaputkituksen ilman suurempaa jälkeä, jolloin kaapelivaurio ilmenee eristys-

vastusmittauksissa, mutta vaurion löytäminen muuttuu entistä haasteellisemmaksi olosuhteiden vuoksi. Räjähdyksien aikana kaikki tunnelissa olleet sähkökaapelit ja laitteet tulee tarkastaa mahdollisten vaurioiden varalta tekemällä silmämääräinen tarkistus ja eristysvastusmittaus. Näin tunneleissa räjähdyksille altistuneet kaapelit ja laitteet voidaan todeta turvallisiksi tunnelissa työskenteleville. Vuotovirtamittarit tuovat lisäturvallisuutta tunnelityömaille.

Yleisvalaistuksen järjestäminen tunnelityömaille on suuri haaste, joten sähkötyöturvallisuuslakiin nojautuen tunnelityömaalla työskentelevien työntekijöiden tulee pitää omaa valonlähdettä, kuten kypärään liitettävää valaisinta mukana. (2.)

6 Kyselyn tulokset, parannusehdotukset ja kehityskohteet

Kysely suoritettiin Microsoft Officen Forms -kyselyllä. Kyselyssä tuli esiin hyviä, sekä parannettavia puolia Skanska Rakennuskone Oy:n toiminnan kannalta. Nykyisen sähkötyöiden johtajan kanssa käydään kyselyssä ilmennyt palaute läpi ja käsitellään erikseen tämän opinnäytetyön ulkopuolella.

Kysely suunniteltiin sähkölaitteiden huolto- ja asennushenkilökunnan kannalta ja kyselyyn vastasivat lisäksi sähköä käyttävien laitteiden, kuten nosturien, hissien ja nostimien kanssa työskenteleviä asennus- ja huoltohenkilöitä ja heidän esimiehiään. Ajatuksena oli, että esimies, joka ei ole sähkötyöiden johtaja tai sähkötyöstä vastaava henkilö, tietää alaistensa työskentelyn vaatimista sähköturvallisuuteen liittyvistä kysymyksistä. Kyselyssä oli myös mukana työmailla työskenteleviä henkilöitä.

6.1 Kyselyn tulokset

Onko sinulla voimassa oleva sähkötyöturvallisuuskortti?



Kuva 11. Sähkötyöturvallisuuskortti.

Sähkötöitä tekevillä henkilöillä tulee olla voimassa oleva sähkötyöturvallisuuskortti, pl. sähkötyöt, jotka on sallittu maallikolle. Opastettuhenkilö tarvitsee siis opastettuja sähkötöitä varten voimassa olevan sähkötyöturvallisuuskortin täyttääkseen laissa asetetut momentit (2). Tämän kysymyksen kohdalla "Ei"-vastanneet henkilöt, joilla ei ole sähkötyöturvallisuuskorttia, olivat Skanska Rakennuskoneen muiden osastojen esimiehiä. Heidän alaisensa kuitenkin suorittavat sähkötöitä pääsääntöisesti jännitteettömänä esim. hissien ja nosturien huoltotöissä, kuten liittimien kiristystä tai yksittäisten komponenttien vaihtoja.

Pääsy sähköstandardeihin

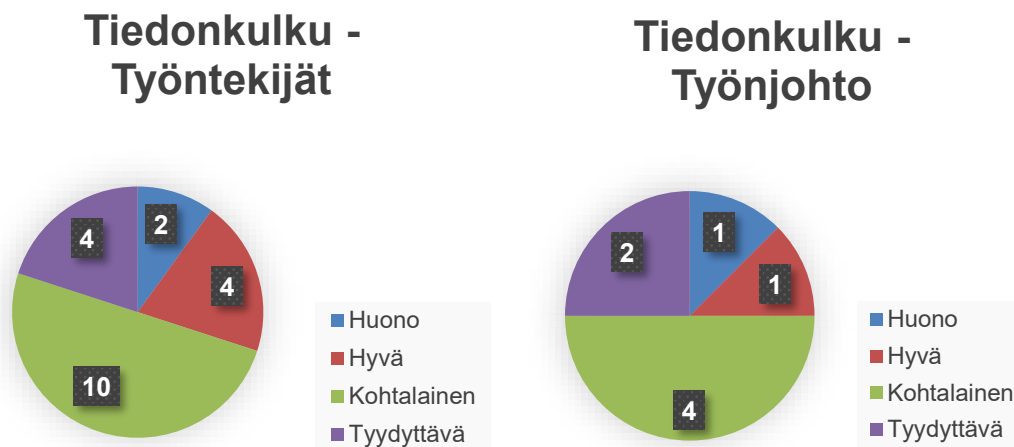


Kuva 12. Sähköstandardit ja sähkötyöturvallisuuskirjallisuuteen pääsy.

Kuvan 12 kysymyksessä kartoitettiin kyselyyn vastanneiden pääsyä sähkötyöturvallisuutta ja sähköstandardeja koskevaan kirjallisuuteen. Vastanneista henkilöistä vain 9

tiesi varmasti pääsystä ja valtaosa vastanneista ei tiedä tai tietää, ettei hänellä ole tietoa, mistä kyseiseen kirjallisuuteen voisi mahdollisesti päästä käsiksi.

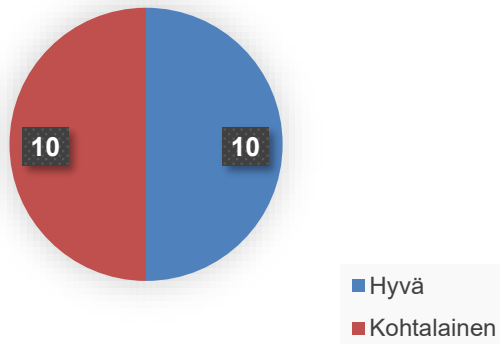
Henkilöt, jotka tiesivät pääsystä sähköstandardeihin, omistavat joko entuudestaan itse standardeja tai pääsevät sähkötoiden johtajan hallinnoiman kirjallisuuden kautta käsiksi kyseiseen materiaaliin.



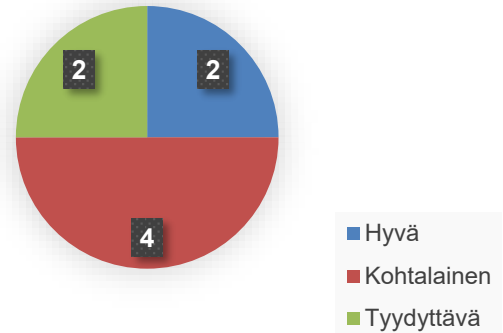
Kuva 13. Tiedonkulku työntekijöille.

Kuvan 13 perusteella saadun palautteen tieto työntekijöiden ja työnjohdon välillä kulkee kyselyyn vastanneiden mielestä pääosin kohtalaisesti, mutta tässä on selvästi parantamisen varaa. Hyvä tiedonkulku luo turvallisen ja ajan tasalla olevan työympäristön myös työturvallisuuden kannalta, etenkin työmaan vaihtelevissa ja jatkuvasti muuttuvissa olosuhteissa. Kyselyssä ilmeni, että etenkin suurissa kohteissa perehdytyksen puutos muuttuneiden olosuhteiden suhteen jää vähäiseksi tai informaatio ei kulje käytännössä työntekijälle asti. Työnjohdon tehtäviin kuuluu oleellisen tiedon saattaminen työntekemisen kannalta paremmin työntekijöille, mutta myös työntekijöiden tulee kiinnittää huomiota viestinnän välisiin yhteyksiin työnjohdon kohdalla.

Varusteet - Työntekijät



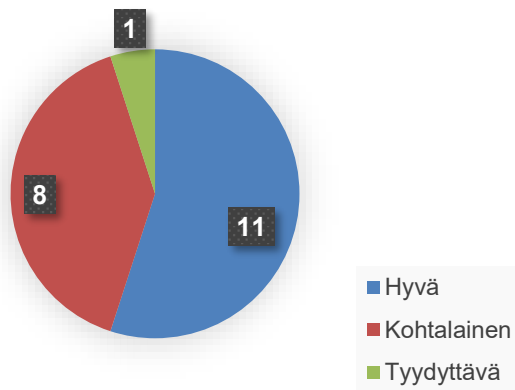
Varusteet - Työnjohto



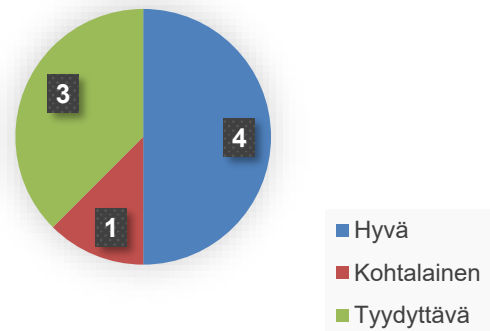
Kuva 14. Työntekijöiden varusteet.

Työntekijät ovat kuvan 14 perusteella tyytyväisiä varusteidensa kuntoon ja niiden hankintaan. Työnjohto on samaa mieltä työntekijöiden kanssa suurimmaksi osin työntekijöiden varusteista. Työnjohdolla on kuitenkin velvollisuus valvoa työntekijöiden varusteiden kuntoa, eli tyydyttävät vastaukset voi selittää mm. varusteiden pienet vauriot tai esim. vaatteiden heijastinpintojen heijastavuuden menettäminen käytön ja pesun seurauksena. Heijastinpinnan heijastavuuden menetys johtaa pimeässä vaikeammin havaittavaan henkilöön, joka luo työturvallisuusriskin esimerkiksi työkoneiden lähellä liikuttaessa.

Työkalut - Työntekijät



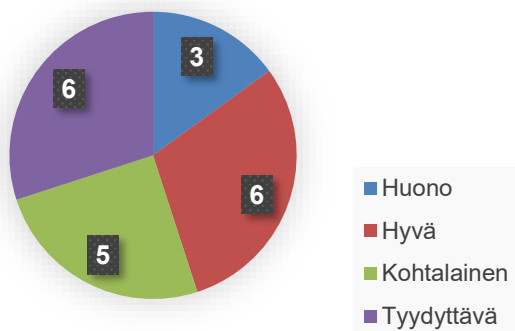
Työkalut - Työnjohto



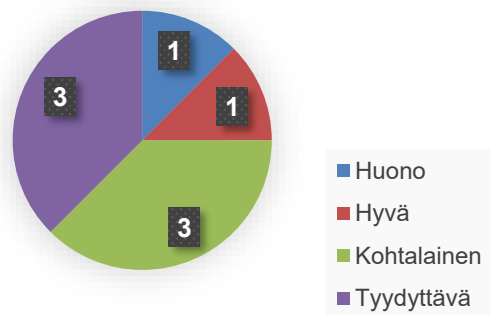
Kuva 15. Työntekijöiden käytössä olevat työkalut

Työntekijöiden käytössä olevat työkalut ovat pääosin hyvät ja laadukkaat joitakin yksittäisiä työkaluja lukuun ottamatta. Työkalut ovat monipuoliset, mutta työnjohto on huomannut, että työkalujen suhteen olisi parannettavaa tai niissä on puutteita. Kyselyssä kirjallisen palautteen kohdassa ilmestyi toive, että jokaiselle työntekijälle, joka tekee sähköitä, tulisi hankkia kompaktit jännitteenkoettimet, jotka mahtuvat haalareiden taskuun.

Perehdytys - Työntekijät



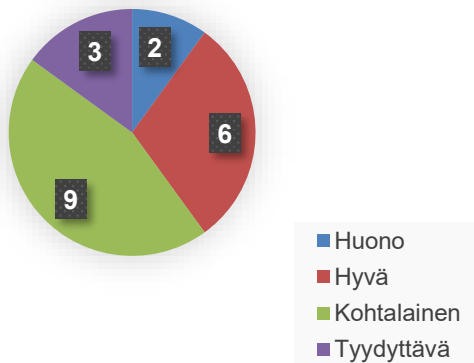
Perehdytys - Työnjohto



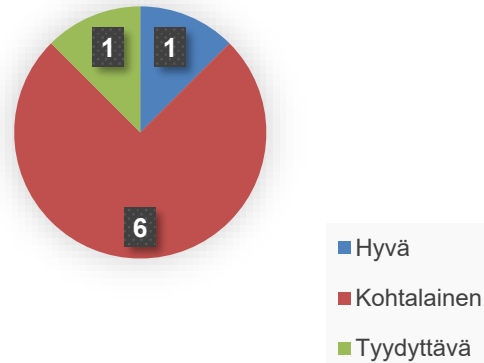
Kuva 16. Työntekijöiden perehdytys.

Työntekijöiden perehdytyksessä on selvästi eriasteista perehdytystä, jonka myös työnjohto on huomannut vastausten perusteella. Perehdytys on työturvallisuuden kannalta tärkeimpiä kulmakiviä työtapaturmien välttämiseksi ja ennaltaehkäisyssä.

Asennustehtäviin opastuksen laatu - Työntekijät



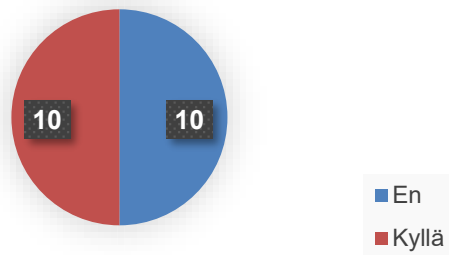
Asennustehtäviin opastuksen laatu - Työnjohto



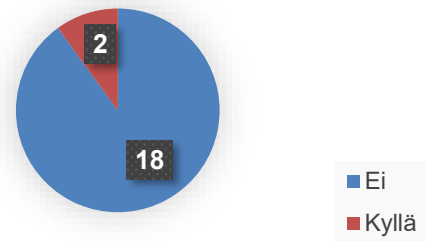
Kuva 17. Asennustehtäviin opastus.

Asennustehtäviin opastuksessa työntekijöiden ja työnjohdon välillä on samankaltaista jakaumaa. Kirjallisen osuuden vastausosiossa työntekijöillä oli kuitenkin yhtenäinen näkemys siitä, että työnjohtajien tulisi tarkastaa asennuskohde, järjestää ja sopia paremmin asennustehtävät ja niihin liittyvät muut mahdolliset toimenpiteet esim. liikenteen ohjaus mahdollisten ilmalinja-asennusten kannalta. Nykyinen tyytymättömyys johtuu asennustehtävien organisoimattomuudesta ja epäselvistä tai puuttellisista ohjeistuksista. Työnjohdon tulisi myös vaatia työmaiden yhteyshenkilön tai tilaajan osalta, että työmaalla sovitut esivalmistelut ovat toteutuneet sovittujen yksityiskohtien mukaisesti.

Oletko tehnyt jännitetyötä?



Onko sinulla jännitetyö koulutus?



Kuva 18. Jännitetyötä koskevat kysymykset.

Jännitetyötä tehdäkseen tulee työntekijällä olla jännitetyökoulutus. Kyselyn perusteella 20 vastanneesta työntekijästä, 10 henkilöä, eli puolet on tehnyt jännitetyötä, joista vain 2 vastanneella on siihen soveltuva jännitetyökoulutus. Työntekijöille tulisi siis järjestää jännitetyökoulutus, jotta he tiedostavat jännitetyön riskit eivätkä tietoisesti suorita työtehtäviään jännitteisenä vaarantaen omaa tai muiden työturvallisuutta piittaamattomuudesta.

Koetko tekemäsi sähkötyön turvalliseksi?



Kuva 19. Tehty sähkötyö

Kuvassa 19 nähdään, että 2 työntekijää 20 työntekijästä ei koe tekemäänsä sähkötyötä turvalliseksi. Tämä johtuu osittain kyselyn osiossa aikaisemmin esiintyneiden puutteiden takia. Henkilöt, jotka eivät kokeneet tehtyä työtä turvalliseksi, johtui kuitenkin siitä, että he eivät ole varmoja, kenen puoleen he voivat kääntyä ongelmatilanteissa ja normaali-

leissa työolosuhteissa. Pääosin asennustehtävissä ilmenevissä tilanteissa on työturvallisuuden peruspuitteita, kuten huonot kulkutiet, työalueen raivaus tai työntekemisen edellyttämiseksi on jäänyt hoitamatta esimerkiksi liikenteen ohjaus ilmalinjan asennuksen tai purkamisen ajaksi.

6.2 Parannusehdotukset ja kehityskohteet

Skanska Rakennuskone otti käyttöönsä tämän opinnäytetyön aikana osana tarvittavia parannuksia Sähköinfo Severi -palvelun, jotta työntekijöille ja työnjohdolle taattaisiin pääsy standardeihin helpommin. Online-palvelussa on kirjallisiin versioihin verrattuna etuna myös tiedon päivittyminen nopeammin ja tiedon etsimisen helpottuminen hakukoneen avulla.

Skanska Rakennuskone käyttää Skanska-konsernin yleistä perehdyttämismateriaalia, mutta sähkötyöturvallisuutta koskeva luku on vajaa nähden muuhun perehdytysmateriaaliin. Skanska-konsernin perehdytyksiin tulisi lisätä sähkötyöturvallisuutta koskevaa materiaalia, sillä se on monelle työntekijälle arkipäiväinen työturvallisuusriski työmailla.

Työmaalla käytettävän kaluston turvallisuuden ja toimivuuden kannalta tarvitaan ajan tasalla oleva dokumentaatio kaluston huollosta ja käyttöohjeista. Skanska Rakennuskone käyttää Iris-kalustoportaalijärjestelmää, johon huoltohenkilökunta pystyy merkitsemään huoltotiloissa löytyvistä päätelaitteista esim. kaluston huollossa tapahtuneista komponenttien vaihdoista. Tämä auttaa kustannusten seuraamisessa sekä kaluston ikääntyessä niiden kunnan ja laadun varmistamisessa kaluston käyttäjälle.

Iris-kalustoportaalin huoltotilan ominaisuuksia ei kuitenkaan käytetä vielä aktiivisesti puutteellisen ohjeistuksen ja osittain hankalan käytettävyyden takia muuhun kuin kaluston kuittaamiseen vuokralta palautuneeksi ja palautuneesta huolletuksi ja valmiina käyttöön otettavaksi. Kaluston huoltodokumentit täytetään toistaiseksi manuaalisesti.

Laitteiden huoltoon, joihin ei löydy valmistajan ohjeistuksia, tulisi luoda omat kalustokohtaiset ohjeet, joissa huomioidaan kaluston tarpeet. Nämä ohjeet tulisi olla kaikille saatavilla huoltojärjestelmässä ja näiden ohjeiden tulisi olla selkokielellä selitettynä. Näihin ohjeisiin tulisi myös päivittää tarpeen tulleen huomionarvoisia vihjeitä, kuten harvinaisen

vian etsinnän selvitys, jotta kaluston käyttökohteessa laitteen käyttäjä pystyisi hänelle lain sallimissa rajoissa suorittamaan vianselvityksen. Yhtenäisillä ohjeistuksilla huollon laatu pysyisi mahdollisimman tasaisena toimipisteiden välillä.

Skanska Rakennuskone on siirtymässä uuteen kalustojärjestelmään lähitulevaisuudessa, jolloin laitteiden huoltodokumenttien sähköistäminen olisi hyvä suorittaa samassa yhteydessä. Työntekijöiden kunnollinen perehdyttäminen järjestelmiin on myös tarpeellista.

Työmaa-asennuksien dokumentointi on toteutettu myös digitalisaatioon nähden vähäisesti, eli tavoitteena on käyttää Congrid-palvelun ominaisuuksia, joilla voidaan luoda työmaalle tietokanta työturvallisuuden lisäksi myös esim. työmaan aikaisista sähköasennuksista, josta löytyisivät tarvittavat tiedot mm. työmaakeskusten käyttöönotosta, laajennettavuuden ja vikatilanteiden kannalta olennaiset tiedot työmaan sähköverkon kalustosta ja niiden määrästä. Vikatilanteiden kannalta kuvadokumentaatio nopeuttaa asentajien varautumista, kun tiedossa on etukäteen esimerkiksi työmaakeskuksen-, laitteen- tai koneenmalli. Tieto käytetyistä komponenteista viallisessa sähkökeskuksessa, laitteessa tai koneessa helpottaa myös varosilla varautumista. Dokumentaatiosta olisi myös apua maahan kaivetun sähkön syöttölinjan sijainnin ja käytetyn syöttökaapelin tietojen kannalta. Myös viallisen kohteen osoittaminen ja löytäminen luonnistuu helpommin kaikille osapuolille, kun osapuolet pääsevät samaan dokumenttiin käsiksi.

Työmailla sähkökeskusten vikavirtasuojat tulisi testata vähintään puolen vuoden välein, mutta näistä ei pidetä kirjaa. Työmaaolosuhteiden takia vikavirtasuojat sähkökeskuksissa laukeavat melkein jokaisesta keskuksesta erinäisistä syistä, jolloin vikavirtasuojia on täyttänyt tehtävänsä ja sen toiminta varmistettu. Tämä ei kuitenkaan takaa sitä, että jokainen keskus työmaalla toimii vikatilanteessa, eli työmaille olisi hyvä luoda sähkökeskusten vikavirtakytkimien tarkastuspöytäkirja. Talven aikaan sähkönkulutuksen ollessa kaikista korkeimmillaan työmailla olisi sähkökeskusten tarkastus lämpökameralla suotavaa, sillä lämpökamera havaitsee kuumat liitokset, jolloin kohteeseen voidaan suorittaa ennakoivaa huoltoa ja välttää mm. sähköpalo tai sähkötapaturma.

Jokaisella työmaalla tulisi ottaa käytännöksi sähkökeskusten kaapelitulojen ja -lähtöjen merkkkaus kaapeleiden molempiin päihin, joista selviäisivät vähintään seuraavat tiedot:

syötön tulo mistä, syötön lähtö minne, syöttävän kaapelin merkitys ja mahdollisesti pidemmällä kaapeleilla myös sähkökaapeleiden pituus. Näillä tiedoilla jokainen työntekijä ymmärtäisi, mikä kaapeli on mikäkin, eikä irrottaisi esimerkiksi lämmityksen tai valaistuksen johtoja vahingossa. Tämä tyyli selventää työmaakeskuksista lähteviä jatkojohtorypäitä ja luo turvallisempaa ympäristöä työmaille.

Kommunikaatiota Skanska Rakennuskoneella tulisi parantaa muun muassa kommunikoimalla enemmän asentajien kanssa ja myös informoimalla tilaajia aikatauluista. Monessa tapauksessa tilaajan kanssa on sovittu asennuksen päivämäärä, mutta tilaaja on yleensä odottanut asentajien saapuvan klo 7 työmaalle, mutta todellisuudessa, riippuen työn laajuudesta, asentajat saattavat saapua työmaalle lastattuaan oikeat varusteet ja tarvikkeet esimerkiksi vasta klo 10.

Toimipisteillä olisi hyvä olla keskitetyt pisteet, joissa käydään aamupalaverin muodossa läpi suunnitellut työlisterit tulevista asennuksista tarkemmin yhden tai kahden viikon ajalle, asennusten uudelleen aikataulutuksen tarpeen mukaan, asennusten asianmukaisesta dokumentoinnista sekä oleellisista asioista työnkannalta työntekijän ja työnjohdon kanssa.

Toimipisteillä työpisteiden aluerajaukset, kulkuteiden merkkaukset ja väliaikaiset varastointialueet voitaisiin merkata lattiaan havainnollistamisen parantamiseksi. Myös hätäpoistumistiet tulee varmistaa. Tällä tavoin estetään mm. materiaalin varastointi sähkökeskusten-, kulkuteiden- tai hätäpoistumisteiden eteen. Nämä dokumentaatiot tulisi löytyä myös yleisesti ilmoitustaululta tai ilmoituspisteeltä.

Sähkötöiden johtajalle kehitetään aikataulujärjestelmä, josta löytyy koostetusti kohteiden, jotka vaativat sähkötyöturvallisuuslain mukaiset tarkastukset, tarkastusvälit, työntekijöiden uusintakoulutusaikataulut ja muut sähkötyöturvallisuuden kannalta oleelliset tarpeet. Aikataulutusrjestelmällä pidetään huoli siitä, että dokumentaatiot pysyvät ajan tasalla ja työntekijöiden koulutukset kunnossa. Huoltotilojen tarkastukset kuuluvat myös aikataulutusrjestelmään tärkeänä osana dokumentointia.

7 Yhteenveto

Tämän insinööriyön aikana käsiteltiin Skanska Rakennuskoneen sähkötyöturvallisuutta, joka on pääsääntöisesti hyvällä tasolla, eikä vakavia puutoskohteita löytynyt, mutta parannuskohteita ja kehityskohteita havainnoitiin useammassa tilanteessa. Parannuskohteet työturvallisuuden kannalta korjataan välittömästi, kuten sähköinfopalvelun käyttöönotto ja korjaamon kulkuoville asianmukaisten kylttien asennus. Kehityskohteita otetaan työstettäväksi yksitellen ja niiden valmistumisen mukaan ne otetaan käyttöön.

Työn aikana käydyn kyselyn vastaus tuloksiin, kuten tiedonkulkuun ja työtehtäviin opastuksen laatuun on mahdollisesti vaikuttanut siirtyminen kirjallisiin ohjeistuksiin Covid-19-pandemian takia. Kontakteja työntekijöiden kanssa on vähennetty tarttumisen leviämisen estämiseksi, joka on mahdollisesti vaikuttanut tiedonkulkuun. Koronatartuntojen vähentyessä otetaan käyttöön kerran viikossa tapaaminen, jolla pyritään parantamaan työntekijöiden ja työnjohdon välistä kommunikaatiota.

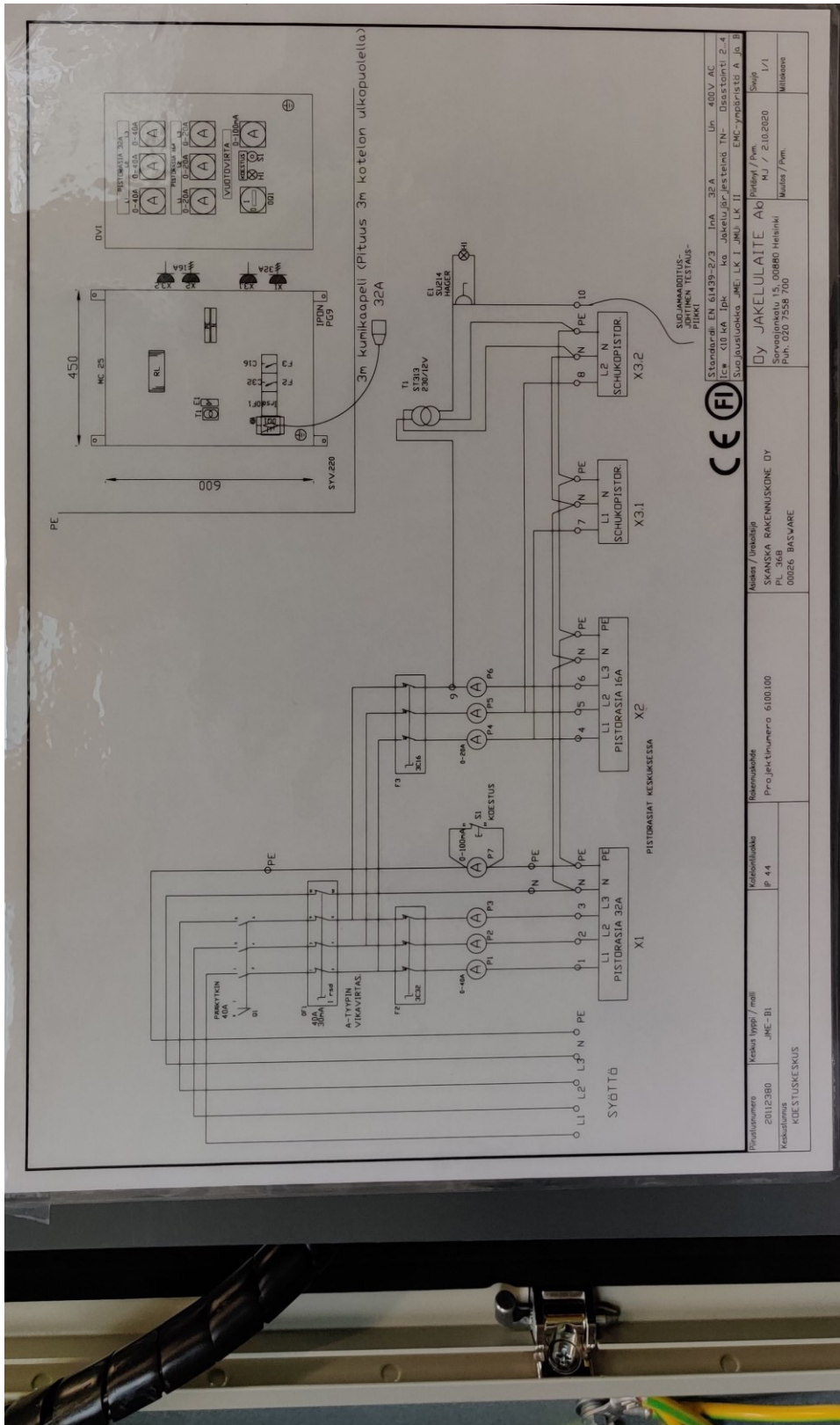
Lopputuloksena työssä käsitellyn materiaalin, kyselyn, ehdotettujen parannuksien ja kehityskohteiden osalta työssä onnistuttiin herättämään työntekijöiden keskuudessa tunne, että heidän työskentelytapojen turvallisuudesta ja hyvinvoinnista välitetään. Välittämisen ilmaiseminen kysymällä työntekijöiltä ja heidän kanssaan keskustelemalla tuottaa työntekijöille turvallisuuden tunnetta, joka edesauttaa yrityksen kehittämistä ja pitää työntekijät terveenä työssä. Työturvallisuutta kehittäessä ei toisaalta saa tuottaa työntekijälle tunnetta, joka vaikuttaisi hänen tekemäänsä työhön hankaloittamalla työntekemistä, vaan kehitysehdotukset tulee esittää työntekijöille niin, että ennakkoluulot käydään lävitse konkreettisesti tarpeen mukaan, jolloin työturvallisuuden vaikutus on hyväksi heille itselleen sekä yritykselle.

Lähteet

- 1 Mitä standardi tarkoittaa? Verkkodokumentti. <<https://sfs.fi/standardeista/mikaon-standardi/>>. Luettu 29.12.2020.
- 2 Sähköalan säännökset 2020. Espoo, 2020.
- 3 Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit 2019. Verkkodokumentti. <<https://tukes.fi/documents/5470659/8178747/Luettelo+S10-2019+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6ty%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit/aac8d149-4409-7c08-2e5b-f67c33def1b4/Luettelo+S10-2019+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6ty%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit.pdf>>. Luettu 5.1.2021.
- 4 SFS 600-1-1 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1–1: Yleisvaatimukset (SFS 6000 osat 1–6). 2017, Lokakuu, (1.painos).
- 5 SFS 600-1-2 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1–2: Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset (SFS 6000 osat 7–8). 2017, Lokakuu, (1.painos).
- 6 SFS 6002:2015 Sähkötyöturvallisuus. 2018, Elokuu.
- 7 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2017. Verkkodokumentti. <<https://tukes.edilex.fi/fi/lainsaadanto/20170848?toc=1>>. Luettu 19.1.2021.
- 8 Sammuta oikein. Verkkodokumentti. <<https://www.paloturvallisuus.info/Portals/2/Materiaalit/Esitteet/Sammutaoikein.pdf>>. Luettu 19.1.2021.
- 9 Sähkötyöturvallisuus laki. Verkkodokumentti. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135>>. Luettu 11.1.2021.
- 10 Sähköpätevyudet ja työalueet. Verkkodokumentti. <<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkopatevyudet-ja-tyoalueet#37ebd0d9>>. Luettu 19.1.2021.
- 11 Tee se itse -sähkötyöt. Verkkodokumentti. <<https://tukes.fi/koti-ja-vapaa-aika/kunnostus-ja-remontointi/tee-se-itse-sahkotyot#37ebd0d9>>. Luettu 19.1.2021.
- 12 Sähköinfo Oy. 2017. D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Painokurki.

- 13 Skanska oppimisympäristö. Verkkodokumentti. <<https://one.skanska.com/skanskan-oppimisymparisto>>. Luettu 10.12.2020.
- 14 Tunnista nollavika. Verkkodokumentti. <<https://www.vantaanenergiasahkoverkot.fi/sahkokatkot/tunnista-nollavika/>>. Luettu 10.1.2021.
- 15 Tunnista nollavika. Verkkodokumentti. <<https://www.oulunenergia.fi/oulun-energia/sahkoverkkopalvelut/viat-ja-keskeytykset/tunnista-nollavika/>>. Luettu 10.1.2021.
- 16 Aro M, Elovaara J, Karttunen M, Nousiainen K, Palva V. Suurjännitetekniikka. Helsinki: Otatieto Oy, 2003. (Otatieto).

Kytentäkaavio koestuskeskuksesta



Sähkötyöorganisaatio

Tämä liite on vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

Sähkötyöorganisaatio

Tämä liite on vain yrityksen sisäiseen käyttöön.