



Indusoituminen maakaapeleihin

Viljami Tiainen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2023

Tekniikan ala

Insinööri, sähkö- ja automaatiotekniikka

Tiainen Viljami

Indusoituminen maakaapeleihin

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2023, 45 sivua

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikka. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

NRC Group Finlandilla oli käynyt tapaturma työmaalla. Kaapeloinnin yhteydessä oli oletettua jännitteetöntä kaapelia katkaistaessa tullut kaapelista sähköisku, epäily kohdistui kaapelikelaan indusoituneeseen jännitteeseen. Aiheesta tuli selvä tarve tutkia sitä, että onko mahdollisuus että, yrityksen pitäisi omia työtapojaan tai ohjeistuksiaan päivittää.

Tavoitteeksi tuli tutkia standardien, väyläviraston ja muiden toimijoiden ohjeita ja verrata näitä yrityksen omiin ohjeisiin. Opinnäytetyön aikana käytiin ilmiötä läpi ja mahdollisia tilanteita missä indusoitumista voisi tapahtua. Aihe oli hyvin tarpeellinen koko alalle, koska tällaista asiaa ei ollut huomioitu monessakaan työohjeessa.

Työn lopussa saatiin tulos ja yritykselle myös toimintaehdotus ohjeiden päivitykseen eli tuplavarmistus kaapelia katkaistaessa. Opinnäytetyön aikana aiheesta oli paljon keskustelua yrityksen sisällä ja myös ulkopuolelta tuli hieman kiinnostusta aiheeseen. Työstä oli varmasti apua yrityksen ohjeistuksiin jatkossa.

Avainsanat (asiasanat)

Rautatiet, Sähkörata, Kaapelointi, Indusoituminen, Sähkön vaarat

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Esim. opinnäytetyön liitteen salassapitoperuste, ks. raportointiohjeen luku 4.1.2

Tiainen Viljami

Induction into ground cables

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2023, 47 pages

Field of engineering. Electrical and automation engineering. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

NRC Group Finland had had an accident at the construction site. In connection with the cabling, when the supposed de-energized cable was cut off, an electric shock had occurred from the cable, the suspicion was directed at the voltage induced in the cable coil. There was a clear need to investigate whether there is a possibility that the company should update its own working methods or guidelines.

The aim was to study the guidelines of the standards, the Finnish Transport Infrastructure Agency and other operators and compare them with the company's own guidelines. During the thesis, we went through the phenomenon and possible situations where induction could occur. The topic was very necessary for the whole industry, as such an issue had not been taken into account in many work instructions.

At the end of the work, the result was obtained and the company also received a proposal for action to update the instructions, i.e. double verification when cutting the cable. During the thesis, there was a lot of discussion on the topic within the company and there was also some interest in the topic from outside. The work certainly helped with the company's guidelines in the future.

Keywords/tags (subjects)

railways, electric railways, cabling, induction, electricity hazards

Miscellaneous (Confidential information)

For example, the confidentiality marking of the thesis appendix, see Project Reporting Instructions, section 4.1.2

Sisältö

1	Johdanto	3
1.1	Opinnäytetyön taustat ja tavoitteet	3
1.2	Tutkimusmenetelmä	4
2	Toimeksiantaja ja aihe	4
2.1	Toimeksiantaja	4
2.2	Sähkömagneettinen Indusointi	5
2.3	Työtapaturma.....	6
3	Elementit	7
3.1	Kaapelikelat	7
3.2	Kaapelimäärä keloissa	9
3.3	Sähkötatarakenne	10
4	Teoria	12
4.1	Varastoituminen.....	12
4.2	Indusoituminen työnaikana	13
5	Työsuoritteen kuvaus	15
5.1	Kiskopyöräkaivinkoneella kaapelointi	15
5.2	Kaapelivaunulla kaapeloiminen	18
6	NRC Group Finlandin ohjeistukset	20
6.1	Työohjepohja.....	20
6.2	Projekteilla tehdyt työsuunnitelmat	22
7	Väylän ohjeistukset	22
8	Standardien kannanotot	23
8.1	SFS 6002	23
8.2	Viestintäviraston määräyksen 43 perustelut ja soveltaminen	24
9	Maadoitus	25
9.1	Jännitetyökäsine suojauksena.....	25
9.2	Varauksenpurkutyökalu	26
9.3	Toisen pään maadoittaminen	26
10	Käytännön testaus	27
10.1	käytännön testi.....	28
10.2	Tulosanalyysi	28
11	Tulokset ja pohdinta	28
11.1	Tulokset	28

11.2 Pohdinta	30
Lähteet	31
Liitteet	34

Liite 1. NRC GROUP Finland kaapelien asennus kaapelikanavaan kaapelivaunuista TLT-suunnitelma LUONNOS	34
---	----

Liite 2. NRC GROUP Finland sisäinen raportti tapaturmasta	40
---	----

Liite 3. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma Lappeenranta ulkolaitteet kaapelointi	41
--	----

Liite 4. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma LUIMA ulkolaiteurakka ULU turvalaitekaapeleiden aeraus.....	42
--	----

Liite 5. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma Myllykoski tilapäinen asetinlaite turvalaitekaapeloinnista.....	43
--	----

Liite 6. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma Oulun ulkolaitteet kaapelointi.....	44
--	----

Liite 7. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma Tampere-Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen kaapelointi.....	45
---	----

Kuviot

kuvio 1. Kaapelikela.....	8
---------------------------	---

kuvio 2. Kaapelikeloja	8
------------------------------	---

kuvio 3. 25 kv sähköratarakenne (RATO 5 2018, 34)	11
---	----

kuvio 4. Johtimen magneettikenttä	13
---	----

kuvio 5. Generaattorin toiminta	14
---------------------------------------	----

kuvio 6. Kiskopyöräkaivinkone.....	16
------------------------------------	----

kuvio 7. Havainnekuva kiskopyöräkaivinkoneen kaapelinvetotyöstä	17
---	----

kuvio 8. Kaapelivaunu	19
-----------------------------	----

kuvio 9. Havainnekuva kaapelointivaunusta suhteessa ajolankaan.....	20
---	----

kuvio 10. alumiinimaadoitus keskijännitekaapelissa.....	27
---	----

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön taustat ja tavoitteet

Rautatiealan töissä kaapeloiminen maakaapeleilla on yleinen työvaihe, lähes jokainen turvalaitteisiin liittyvä projekti alkaa sillä ja kyseistä työtä tehdään kiskojen päällä. Kiskojen yläpuolella oleva sähköratarakenne tuo kaapelointityöhön oman haasteensa. 25 kilovoltin ajolanka luo ympärilleen magneettikentän ja voi aiheuttaa indusoitumisen vaaraa. Tässä opinnäytetyössä tullaan käymään läpi sähköradan perusasiat ja sen luoma indusoitumisen vaara suhteutettuna kaapelointityöhön.

Aikaisemman kappaleen asioiden pohjalta on todettava, että kaapeloinnin yleisyyden takia tulee rautatiealan töissä tutkia sitä mahdollisuutta, että onko nykyisissä työohjeissa tai ohjeistuksissa indusoitumisen vaara otettava paremmin huomioon. Työtehtävissä on mukana lähtökohtaisesti aina sähköalan ammattihenkilöitä mutta indusoitunut virta voi silti olla todella vaarallinen, koska sitä ei välttämättä osaa odottaa tai päätellä johtuen siitä, ettei sitä yksinkertaisesti voi näkemällä varmistaa.

NRC Group Finland on rautatiemaailmassa iso ja luotettava urakoitsija, jolla on Suomessa ja muissa pohjoismaissa monia erilaisia projekteja käynnissä ja lähes jokaiseen liittyy tavalla tai toisella turvalaitteet ja kaapelointi. Uusia projekteja turvalaitteisiin liittyen tulee lähes jokaisessa urakkahankkeessa, ja ne voivat olla myös itsessään oma kokonaisuus. Esimerkkinä voidaan mainita LUIMA eli Luumäki-Imatra-kaksoisraidehankkeeseen kuuluva ULU-urakka, joka on NRC Group Finlandin urakka missä rakennetaan uudelle kaksoisraidealueelle uusi turvalaitejärjestämä ja mukana on noin 25 kilometrin urakka-alueella runkokaapelointia noin 200 kilometriä. Indusoitunut jännite on usein työvaiheissa riskitekijä rautatiealan työmailla ja aiheuttanut mahdollisesti työtapaturmia NRC Groupin työmailla, joten asialle on tullut tutkimustarvetta sitä kautta. Syy miksi puhutaan, että mahdollisesti tuottanut on se, ettei voida varmuudella todeta jälkikäteen indusoitumista.

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus saada selville, onko nykyinen toimeksiantajan työtapo ja työohjeistus sellainen, jota olisi parannettava tai muutettava. Toimeksiantaja eli NRC Group on tuonut

itse aiheen esiin ja päättänyt tälle tutkimustarpeen. Opinnäytetyössä tullaan käymään läpi eri toimijoiden kuten väylän ja NRC Groupin työohjeita. Näitä työohjeita on tarkoitus vertailla toisiinsa ja selvittää standardien näkemys asiaan. Myös erilaisia näkökulmia tullaan opinnäytetyössä hakemaan ulkomaisilta toimijoilta ja kaapelitoimittajilta. Laskun ja käytännön testin avulla on tarkoitus luoda pohjaa sille, kuinka vaarallinen indusoituva jännite on.

1.2 Tutkimusmenetelmä

Tämä työ on tarkoitus toteuttaa kehittämistutkimuksena. Lähtökohta on se, että aiheeseen tarvitaan muutostarpeen tutkintaa ja tuloksena olisi tarkoitus syntyä selvitys sille millaiselle muutokselle on tarvetta vai onko nykyiset toimintatavat riittävät. Kehittämistutkimukselle on ominaista, että se sijoittuu toimintatutkimuksen ja kehittämistyön välimaastoon (Piironen & Tanskanen, 2013. 6).

Tarkoituksena on tutkia mikä on toimeksiantajan ohjeiden taso verrattuna siihen mitä sen pitäisi olla standardien ja muiden tutkimuksien perusteella. Aihe pyritään rajaamaan tarvittavaan laajuuteen, jotta voidaan luotettavasti todeta, onko yrityksellä päivitettävää ohjeisiin. Aihetta ei ole rautateilla tutkittu ja teoksia löytyy verrattain vähän yleisellä tasolla Suomesta ja kansainvälisistä tutkimuksista.

2 Toimeksiantaja ja aihe

2.1 Toimeksiantaja

Vuonna 2011 perustettu NRC Group on norjalainen johtava raideinfra-alan toimija pohjoismaissa, yritys toimii kolmessa maassa Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa. Suomessa toimiva osa on nimeltään NRC Group Finland ja se työllisti 2022 1960 ihmistä erilaisissa infra-alan tehtävissä ja sillä on Suomessa 5 päätoimipistettä ja 17 alue- ja projektitoimipistettä. Liikevaihto vuonna 2022 oli 700 miljoonaa euroa. NRC Group Finlandilla on neljä eri divisioonaa; rakentaminen, kunnossapito, materiaalipalvelut ja konepalvelut. Esimerkiksi rakentamisen divisioonassa jakautuu vielä omille osastoilleen rautatierakentaminen ja sähkörakentaminen. (Tietoa meistä, 2023)

NRC Group Finland tunnettiin aikaisemmin nimellä VR Track josta se irtaantui yrityskaupassa 2019 nykyiselle nimelleen, tämän johdosta ammattimaista historiaa löytyy 150 vuoden kokemuksella joka takaa vankan pohjan suomalaisessa rautatieympäristössä. (Tietoa meistä, 2023)

Rautatierakentamisen puolesta yritys on suomen suurin, asiantuntemusta löytyy kattavasti rautatietekniikan lisäksi infrarakentamisesta, esimerkiksi ratainfraan ulkopuolisesta sähkö- ja siltarakentamisesta. Sähkö- ja turvalaiteteknisiä palveluita liittyen ratainfraan. NRC tarjoaa ohjaus- ja turvalaitteiden rakentamisena, kulunvalvontalaitteiden asennuksena, sähköratojen rakentamisena, vahvavirtalaitteiden asennuksena sekä kaapelointitöinä ja kaapelointikartoituksina. (Tietoa meistä, 2023)

2.2 Sähkömagneettinen Indusointi

Tässä kappaleessa käsitellään tekninen osuus indusoitumisesta, kuinka se toimii ja mitkä sen perusteet on. Tämä osio perehdyttää käämeihin, tutkii niitä sähköpiireissä ja selvittää kuinka indusoitunut virta vaikuttaa. Käsitellään myös energian varastoitumista kaapelikeloihin .

Sähkömagneettinen induktio on Faradayn lain mukainen sähkömagneetiikan laki. Lain on Michael Faraday luonut vuonna 1831 kun hän huomasi suljettuun johdinsilmukkaan muodostuvan jännitteen, kun magneettia liikutettiin sitä kohti, tai siitä poispäin eli muutettiin magneettikenttää. (Väljä, J. 2010, 11) Faradayn lain teoreettista perustaa pidetään todella monimutkaisena.

Ilmiötä käytetään siis esimerkiksi generaattoreissa, joilla tuotetaan sähköä, eli käytännössä puhutaan pohjasta koko nykyiselle sähkökäytölle. Faradayn induktiolaki Käämeille on (Faradayn laki N.d.)

$$E = -N d\Phi/dt \tag{1}$$

Jossa E on indusoitunut lähdejännite.

N silmukoiden lukumäärä käämissä.

$d\Phi/dt$ on magneettikentän muutosnopeus.

Faradayn laki sähkömagneettisesta induktiosta kertoo sen, että magneettivuon muutos tietyn silmukan lävitse indusoi silmukkaan sähkömotorisen voiman, josta käytetään lyhenteenä smv. ja tämän voiman yksikkö on voltti. (Sähkömagneettinen induktio N.d., 89) Tästä voi päätellä, että magneettikenttä ei itsessään vielä tee mitään indusoituvaa jännitettä ympärilleen, ennen kuin magneettikentässä tapahtuu muutoksia. Jos silmukka liikkuu vakiona pysyvässä magneettikentässä, niin se voi luoda sähkömotorista voimaa. Indusoituvan sähkömotorisen voiman polariteetti on sellainen, että se pyrkii luomaan silmukkaan virtaa, joka kumoo ulkoisen magneettikentän muutoksen. Sähkömotorinen voima ei ole minkään kahden pisteen välinen jännite vaan se laskeaan aina suljetun silmukan yli.

Virrallinen johdin muodostaa ympärilleen magneettikentän ja tälle on matemaattisesti luotu yhteys Amperen lailla. Amperen lain mukaan, sähkövirta muodostaa johtimessa kulkiessaan ympärilleen magneettikentän. (Amperen laki selkeästi n.d.) Laista voidaan päätellä, että virran kasvaessa magneettivuo kasvaa.

Yksinkertaisesti selitettynä kun magneettikenttää ympärilleen luovan johtimen lähellä liikutetaan käämiä magneettikenttään ja pois niin liike muuttaa magneettikenttää ja luo käämille jännitteen. Normaalisti faradayn laissa asia on toisinpäin, eli magneettikentän muuttuessa ja käämin ollessa sen vaikutusalueella se luo sähköjännitteen käämiin mutta opinnäytetyössä sovellettavaan asiaan tuo menee myös toisinpäin samalla tavalla eli kelan liikkuessa magneettikentän lähellä voi kelaan indusoitua jännite.

2.3 Työtapaturma

Työtapaturmat otetaan NRC Group Finlandissa vakavasti ja tämä opinnäytetyön aihe tuli ajankohittaiseksi vuonna 2020 tapahtuneesta työtapaturmasta. (NRC Tapaturma 398624 2020) Tämä tapaturma oli tapahtunut projektilla, jossa käytetään kaapeloinnissa kaapelivaunua. Normaali kaapelointityövaihe käynnissä ja tapahtumapaikkana Jalasjärven liikennepaikka. Asennettu kaapeli oli katkaistu kaapelileikkureilla ja tästä oli työmies saanut sähköiskun ja todennäköiseksi syyksi todettiin indusoitunut jännite tapaturman jälkikäteen tehdyissä arvioinneissa. Tapahtumahetkellä oli

sähköradassa ollut jännite päällä, ajolanka oli siis jännitteellinen. Lisäksi havaintona oli, että kaapelia leikatessa ei käytetty jännitetyökäsineitä, ainoastaan jännitetyökaapelileikkuri oli käytössä. Jännitetyössä vaaditaan kaksoisvarmistus mutta kaapelointia ei yleisesti pidetä jännitetyönä.

Jatkotoimenpiteenä projektilla pidettiin turvallisuustuokio aiheesta ”kaapelin turvallinen leikkaaminen”. NRC henkilökunnalle saatavilla olevaan kaapelin asennus kanavaan kaapelivaunusta työvaiheen laatu ja turvallisuussuunnitelmapohjaan sähkötöiden johtaja lisäsi tekstin:

Sähköradan tai suurjännitelinjojen läheisyydessä työskenneltäessä, kaapeliin voi indusoitua jännite, mikä voi olla vaarallinen. Kaapelit pyritään työmaadoittamaan toisesta päästä. Mikäli tämä työmaadoittaminen on mahdotonta suorittaa, suhtaudutaan kaapeleihin kuten jännitteellisiin kaapeleihin. Varsinkin katkaisutilanteissa käytetään jännitetyökaluja ja jännitetyökäsineitä. Kaapelikeloilla olevat jännitteelliseksi indusoituneet päät eristetään tarvittaessa ja vältetään niiden koskettelua työn aikana.

Lisäksi toimenpiteeksi käynnistettiin tämä insinööri työ aiheesta alkamaan vuonna 2021. (NRC Tapaturma 398624 2020)

3 Elementit

Seuraavissa kappaleissa käydään työhön kuuluvien elementtien tiedot läpi. Tarkoituksena on tuoda selvennystä aiheeseen ja siinä oleviin asioihin. Elementeillä tässä tarkoitetaan kelaa ja siinä olevaa kaapelia, jotka yhdessä muodostavat sähkökelan.

3.1 Kaapelikelat

Työn peruselementti on kaapelikela. Kaapelikelat ovat yleensä puisia ja niitä on saatavilla erikokoisia. Se minkä kokoisena kaapelikelat tuodaan työmaalle, riippuu saatavuudesta ja myös siitä kuinka paljon kaapelia on tilattu. Mitä isompi kela, sitä enemmän kaapelia mahtuu. Isommat tilaukset kuten 20 kilometrin tilaukset tulevat monessa kelassa. Korkeimmillaan riippuen kaapelista mitä kelalle laitetaan keloihin, mahtuu 1000–2000 metriä MCMO tyyppistä kaapelia. Kelan on tarkoitus myös suojata kaapelia ja oikein käsiteltynä se myös onnistuu. Kelat on valmistettu niin, että

kaapelin voi pyörittää kelalle mutta kelan laipat silti ylettävät ensimmäisenä maahan mahdollistaen kelan pyörittämisen maassa ilman pelkoa kaapelin rikkoutumisesta. (Prysmian group 2022)
Alla on kuviossa 1 esitetty Wersovoodin arkistoista puinen kaapelikela (Wersowood 2022).



kuvio 1. Kaapelikela.



kuvio 2. Kaapelikeloja

Yläpuolella kuviossa 1 ja 2 on esimerkkikuvia miltä puinen kela näyttää ilman kaapelia ja kaapelin kanssa. K18 kela eli 180 cm halkaisijaltaan oleva kela painaa täynnä kaapelia monia tuhansia kilogrammoja maksimissaan. Kaapelikeloilla on siis painoa paljon, joten niiden käsittely ei ole kevyttä.

Keloilla on eri valmistajia. Esimerkkinä Versowood tekee keloja asiakaskäyttöön, mutta itse kaapelimyyntiä ei Versowoodilla ole vaan toimittavat kelojaan kaapelivalmistajille ja siitä kelat löytävät työmaille. Toisilla valmistajille kuten Reka ja Prysmian Group on omat kelat useimmiten käytössä. Keloilla on omat palautusohjeet ja niiden kierrätystä rohkaistaan laittamalla myyntivaiheessa pantti kelalle. (Prysmian group 2022) Keloja ei ole pakko palauttaa pelkästään sille toimijalle jolta kela on ostettu, kelan palautuksille itsessään on myös olemassa kelanpalautus.fi sivu, josta voi noudon tilata riippumatta siitä, minkä valmistajan keloja on palautettavana. (Ohjeet, 2022)

3.2 Kaapelimäärä keloissa

Seuraavaksi käsitellään kelojen ominaisuuksia, jos ne puretaan käytännössä sähkötekniseksi käämiksi. Käytännön esimerkkeinä tässä on käytetty tällä hetkellä käynnissä olevan projektin kaapelikeloja, joista on katsottu mitat paikan päällä. Tämä näyttää monta kierrosta tulee käämille milläkin kaapelityypillä, ohessa taulukko

Taulukko 1. Kaapelityyppien kierrokset kelalla

Tyyppi	kela-koko ^{*1)}	kieppimäärä / cm ^{*2)}	leveys ^{*3)}	kaapeleita per kerros ^{*4)}	pi-tuus ^{*5)}	pituus yhdelle kierrokselle ^{*6)}
MCMK 4x10+10	K16	6 kaapelia / 10 cm	84 cm	50 kpl	1500 m	3–4 m
MCMO 12x1x1,5	K16	6 kaapelia / 10 cm	84 cm	50 kpl	1000 m	3–4 m
MCMO 27x1x1,5	K16	5 kaapelia / 10 cm	84 cm	42kpl	1000 m	3–4 m
MCMO 27x1x2,5	K16	5 kaapelia / 10 cm	84 cm	42kpl	800 m	3–4 m
MCMO 37x1x1,5	K16	5 kaapelia / 10 cm	84 cm	40 kpl	1000 m	3–4 m
MCMO 61x1x1,5	K20	3 kaapelia/ 10 cm	100.5 cm	30 kpl	1000 m	3–4 m

- *1) Kelakoko, eli kelan kokomerkintä. Kertoo, kuinka iso on kelan laipan säde.
- *2) Kieppimäärä. Kertoo, kuinka monta kaapelia menee vierekkäin yhdessä kerroksessa.
- *3) Kertoo kuinka leveä on se alue missä kaapelit ovat kerroksittain
- *4) Kertoo kuinka monta menee yhteen kerrokseen kaapeleita vierekkäin.
- *5) Kertoo normaalin pituuden, kun on täysi kela.
- *6) Kuinka paljon yhdessä kierroksessa kuluu kaapelia.

Kaapelikelat on mittailtu ja tiedot todettu LUIMA ULU projektin kaapeleilla NRC GROUP Finlandin työmaalla.

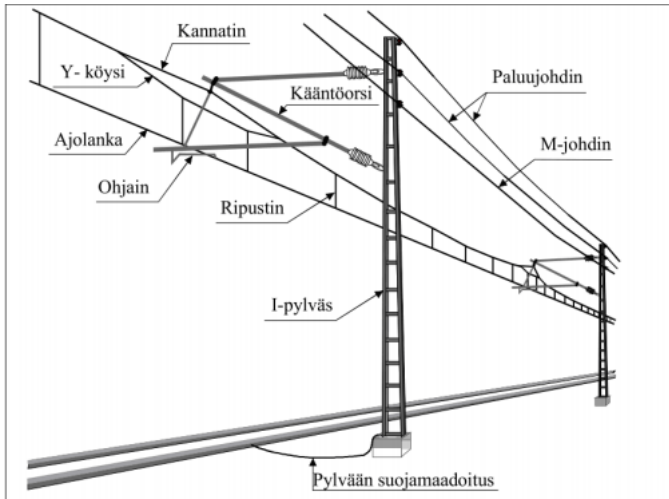
3.3 Sähköratarakenne

Suomen rataverkoilla on käytössä 25 kV tai kaksi kertaa 25 kV sähköistysjärjestelmät. Sähköratarakenteessa Rautateillä on syöttö- ja välilytkinasemia, ratajohdon johtimia, ratajohtojen kannatusrakenteita kuten sähköratapylväitä, portaaleja ja kääntöorsia. Sähköratarakenteeseen kuuluu myös imumuuntajia, radanvarsisäästömuuntajia, erottimia ja eristimiä. (RATO 5 2018, 21)

Sähkövetoisten kalustojen näkökulmasta katsottuna sähkönsyöttö on samanlainen koko Suomen n. 3200 kilometrin mittaisella sähköistetyllä rataverkolla, riippumatta siitä onko käytössä 25 kV vai 2 x 25kV järjestelmä. Rataverkolla on 88 syöttöasemaa, joista sähkönsyöttö tulee. Syöttöasemiin tulee 110kV syöttö, joka muutetaan rautateille sopivaksi 25kV jännitteeksi. (RATO 5 2018, 4)

Ratajohdon rakenne kokonaisuutena yhdistyy ajojohtimesta, mahdollisesta paluujohtimesta tai vastajohtimesta ja kannatusrakenteiden muodostumasta. Ajojohdin on ratajohdon osa, joka koostuu radan yläpuolelle ripustetusta ajolangasta ja kannattimesta, sekä niihin liittyvistä erilaisista liittännöistä, potentiaali- ja virtaliittimistä, eristimistä. Kokonaisuus sisältää myös syöttö- ja ohitusjohtimien liitynnät ajojohtimeen ja ajolankaan merkittävästi vaikuttavaan kääntöorren ohjaimeen. Ajolanka on sijoitettu niin, että se antaa sähköllä liikkuvalla kalustolle sen yläpuolelta sähkövirtaa.

Kannatusosat lukuun ottamatta ohjain, kuten kääntöorret, pylväät, portaalit, perustukset ja muut johtimet kuten paluujohtimet jne. eivät ole osa yhteen toimivuuden osatekijänä olevaa ajojohdinta. (RATO 5 2018, 34) Alla olevassa kuvio 3 voi nähdä ratajohtorakenteen 25kV järjestelmässä.



kuvio 3. 25 kv sähköratarakenne (RATO 5 2018, 34)

Imumuuntajajärjestelmässä on 1:1 virtamuuntajia eli imumuuntajia. Paluujohtin yhdistetään paluukiskoon imumuuntajien puolella välissä. Imumuuntaja siis pakottaa paluuvirran kulkemaan paluujohtimen kiskonliitäntäpisteestä (PKL) paluujohtimeen, joten tämä tarkoittaa, että paluuvirran kulkema matka kiskossa on korkeintaan puolet imumuuntajavälin pituudesta. Imumuuntajien väli saa olla korkeintaan 2,6 km ja tällä varmistetaan, että kiskopotentiaali ja viestijohtoihin indusoituneet virrat jäävät riittävän pieniksi. Imumuuntajan on tarkoitus imeä kuormitusvirta lähes kokonaan ja suurin osa myös vikavirrasta. (RATO 5 2018, 21) Joiltakin rataosilta imumuuntajat on jätetty poikkeusluvan turvin pois, radan impedanssin pitämiseksi tarpeeksi pienenä paluukiskon rinnalle on asennettu reduktiojohtin (R-johdin). Reduktiojohtin yhdistetään paluukiskoon varmistetusti 300–500 m välein. Reduktiojohtin alueella jokainen pylväs on maadoitettu suoraan paluukiskoon. (RATO 5 2018, 66)

Ajolangan koko rautateillä on pääraiteilla 100 mm^2 ja sivuraiteilla normaalisti 80 mm^2 . Ratapihoilla missä tiheää liikennettä käytetään 100 mm^2 ajolankaa. Ajolanka on kuparia. Ajolangalla on kannatin ja sen poikkipinta-alaksi on määritelty 50 mm^2 ja 70 mm^2 ja se on materiaaliltaan pronssia. (RATO 5 2018, 67). 25kV johtimen etäisyys on määritelty kiskojen selän muodostamasta

tasosta vähintään 5,6 metriin ja maksimissaan 6,5 metriin. Myös paluujohtimelle ja M-johtimelle on sama vähimmäis- etäisyys. Normaalisti ajolanka on korkeudessa 6,15 metriä. Johtimen etäisyys ei muutu ratanopeuden takia mihinkään vaan on joka tilanteessa vakio. (RATO 5 2018, liite. 1)

4 Teoria

4.1 Varastoituminen

Ensimmäiseksi tarkastellaan asiaa sähkötekni- sen kelan avulla. Kelat varastoivat energiaa itseensä, kun niissä kulkee virtaa. Energia jää varastoituneeksi kelan magneettikentän ansiosta. (Hutasu.net, 2017) Tämän takia keloja käytetään usein luomaan sähköpiireihin vakautta, koska niistä tippuu energia hitaasti (Silvonen 2017, 1). Tämä vaatii tilanteen, jossa on myös vastusta mukana mikä ottaa kelan energiaa. Tämä luo mahdollisuuden siihen, että suurta energianmuutosta ei tarvitse joissakin kohteissa koska kela tiputtaa energiaa piiriin vielä sähköön pois ottamisen jälkeen. Varastoitunut kela ei menetä energiaansa, ellei sillä ole jotain mihin purkaa sitä. Kun kelaan johdetaan virtaa, se varastoituu ja jos se ei ole virran pois kytkemisen jälkeen enää piirissä, jossa on purkautumismahdollisuutta varastoitunut energia jää kelaan. Varastoituneen kelan menettäessä virtansa, tapahtuu ilmiö nimeltään Diracin deltafunktio. Diracin deltafunktio tarkoittaa, että kun virta ei pääse enää kulkemaan kelalta mihinkään tulee kelalle suuri impulssimainen jännitteen kohoaminen. Kyseistä ilmiötä käytetään esimerkiksi loistelamppujen sytyttimissä. (Silvonen 2017, 14)

Suojautuminen ilmiöltä sähkötekni- sessä piirissä tehdään kondensaattorilla tai vastuksella, johon ylimääräinen energia pääsee purkautumaan. Kondensaattorin ollessa rinnankytkettynä kelan kanssa energia purkautuu kondensaattoriin. Vastuksen ollessa rinnankytkettynä kelan kanssa energia purkautuu vastuksen kautta.

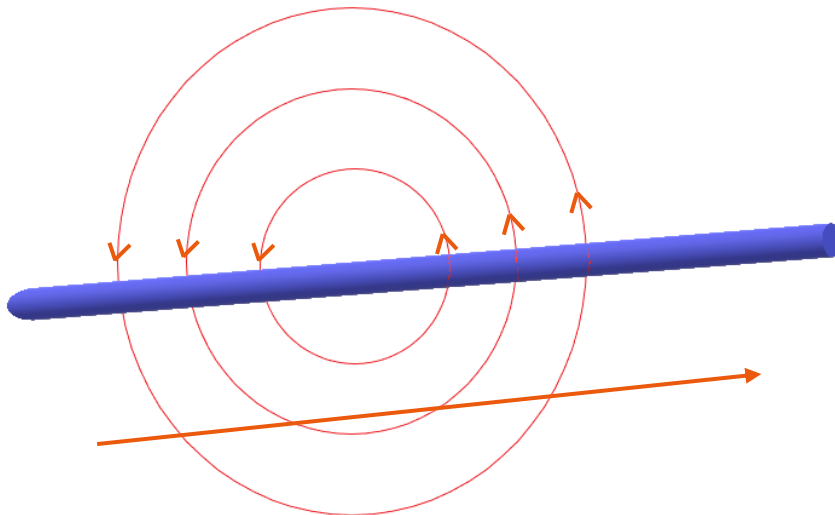
Asian tarkastelussa maastossa olevien isojen kaapelikelojen kohdalta voidaan siis sanoa, että jos kaapelikelaan kohdistuu virran indusoitumista kelaan ja se loppuu niin kaapelikelaan voi tässä tapauksessa muodostua hyvinkin suuri jännitepiikki. Jännite purkautuu pois seuraavan kerran, kun se johtuu kuormaan, tämä kuorma voi olla ihminen, joka katkaisee kaapelin tai muu vastus. Huomioida täytyy myös se, että jokaiseen kaapelin säikeeseen muodostuu oma jännitteensä. Kaapelikelan molempien päiden ollessa oikosuljettuna jännite ja virta olisivat oletetusti paljon isompia.

Näin ollen kytkentätyössä kaapilla jännitteet todennäköisesti pysyvät indusoitumisen takia hyvin pieninä.

4.2 Indusoituminen työaikana

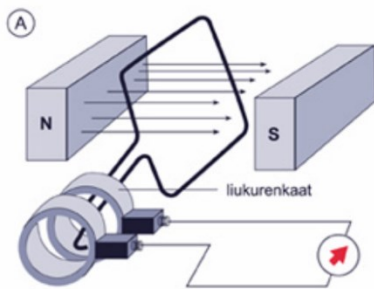
Kaapelikelaa tarkasteltaessa opinnäytetyön aikana huomioitiin, että esimerkiksi MCMO 61x1x1,5 kaapelikelassa indusoituminen tulisi tapahtumaan yhteen säikeeseen kerrallaan. Yhdessä kelassa olisi siis 61 omaa käämiä vieritysten johtuen siitä, että jokainen on eristetty toisistaan. Tämän takia normaalissa kaapeloinnissa vaarallisen jännitteen indusoitumisen vaara kelaan on epätodennäköistä.

Faradayn kaavan mukaan jännitettä muodostuu kelaan, joka pyörii kohtisuoraa magneettikenttää vasten, kaapeloinnissa kela pyörii magneettikentän suuntaisesti. Tämän takia kelan pyöriminen ei vaikuta indusoituvaan virtaan ratkaisevasti. Tämän voi visuaalisesti kuvailla, kun piirretään virralista johdinta kuvaava viiva ja sen ympärille sen tuottama magneettikenttä (Magnetic field of Current N.d.).



kuvio 4. Johtimen magneettikenttä

Tässä kuviossa on punainen viiva mikä kuvaa kaapelikelan liikkumista magneettikentässä, eli magneettikentässä liikkuva kela, joka ei pyöri vasten magneettikenttää vaan magneettikentän suuntaisesti ei faradayn kaava päde. Vaikka kyseessä onkin vaihtosähkökenttä niin silti kelan pyöriminen ei aiheuta muutoksia magneettikenttään. Muutoksia tulisi, jos magneettivuon muutosnopeudessa tulisi muutoksia eli joko kaapeli menisi pois ja takaisin magneettikentästä tai sitten kela pyörisi 90 astetta eri suunnassa kuten generaattorin toiminnassa. kuten seuraavassa kuviossa voimme nähdä (Sähkövirran synnyttäminen N.d.)



kuvio 5. Generaattorin toiminta

Generaattorissa silmukka pyörii kahden eri magneettikentän välissä luoden silmukkaan jännitteen. (Sähkövirran synnyttäminen N.d.) Silmukka siis pyörii aivan eri tavalla kyseisessä mallissa.

Huomioon pitää ottaa, että luonnossa magneettikenttään voi tulla ratkaisevia muutoksia. Junan ajaessa toista raidetta ohi se aiheuttaa muutosta johtimen virrassa ja näin ollen magneettikentässä. Tämäkään skenaario ei todennäköisesti aiheuta vaarallisia jännitteitä kaapelikelaan, muutenkaan kuin parhaimmillaan hetkellisesti.

Näistä voimme todeta, ettei kaapelikelan pyörytys tasaisessa magneettikentässä magneettikentän suuntaisesti itsessään voi aiheuttaa vaarallisia jännitteitä kelaan. Pitkittäin rautatien viereen levitettyyn kaapeliin on mahdollisuus indusoitua jännitettä. Tämä perustuu siihen, että ajolanka on 25 kV ja 50 Hz vaihtosähkökenttä (Rataverkko, 2021). Kaapelien etäisyys ajolangasta sekä sähköradalla olevat imuuntajat varmistavat että esimerkiksi vikavirrat pysyvät mahdollisimman pie-

ninä, imumuuntaja aihetta on käyty kappaleessa 3.3 läpi. Tämä suojaus on tehty alun perin suojaamaan kiskoon ja viestikaapeleihin kohdistuvaa indusoitumista mutta samalla se myös suojaa ohjauskaapeleita radan vieressä.

5 Työsuorituksen kuvaus

Tulevissa kappaleissa tullaan läpi käymään aiheeseen liittyvät erilaiset työtavat, jotta tähän opinäytetyöhön liittyvät työt eli kiskopyörälläkoneella kaapelointi ja kaapelivaunulla kaapelointi tulevat teorian osalta käytyä läpi. Opinäytetyön tekemisen aikana on selvästi enemmän toimittu kiskopyöräkaivinkoneella tehtävissä kaapelointitöissä mukana, joten keskittymistä siihen aiheeseen löytyy enemmän.

5.1 Kiskopyöräkaivinkoneella kaapelointi

Tässä aihetta lähdetään selvittämään kertomalla perusasiat, myöhemmin tässä luvussa myös aiheen näkökulmaa tullaan käsittelemään. Kiskopyöräkaivinkoneella kaapeloidaan useimmiten vähän pienempiä kokonaisuuksia. Tällä tarkoitetaan, kun kaapeloitavaa on pitkissä matkoissa kuten vaikka kahden eri kaupungin välillä niin matkat pitenevät ja kaapelointimäärät suurenevat niin, että tämä tapa ei ole enää kustannustehokas.

Kiskopyöräkaivinkoneella kaapeloidessa, tulee kaivinkoneeseen kiinni niin kutsutut kuormapiikit tai kaapelikelojen nostamiseen tarkoitettu nostoapuväline. Työvaihetta aloiteltaessa kaapelikelan väliin laitetaan metallinen akseli ja siihen pulteilla kiristetään kelan molemmin puolin esteet, että kela pysyy keskellä akselia. Metallisen akselin päissä on urat, joihin laitetaan ketjujen päässä olevat lukot ja kaapelikela voidaan nostaa. Nosto tehdään varoen nostotyöohjeita noudattaen ja varoen kaivinkoneen kallistumista ja kela laitetaan keskelle tai siihen reunaan missä kulkee kaapelikanava, kun katsotaan ratalinjan mukaisesti. Maan ja kelan välillä on kuljettaessa ja kaapeloidessa noin puoli metriä.

Seuraavaksi kerrotaan toimintatavoista kaapeloinnissa. Kaapeli kiinnitetään vetosukalla sähköratatolppaan tai sitten yksi työryhmän jäsen jää pitämään kiinni varmistaen, ettei kaapelikela ja kiskopyöräkaivinkone vedä mennessään kaapelia. Kaapelikelaa pyöritetään eteenpäin kiskopyöräkaivinkoneella radan suuntaisesti. Kun kaapeli on perillä eli kohteessaan, katkaistaan se jättäen

mahdollisen kytkentävaran. Yleensä vedot ovat mitaltaan 100–1000 metrin välillä ja niitä tehdään monta samalla alueella erilaisilla kaapeleilla lopputuloksena, halutaan kaapelointisuunnitelmien mukainen kaapelointi rautatiejärjestelmän turvalaitekaapeille, joilla varmistetaan rautateiden turvalaitejärjestelmien toiminnallinen turvallisuus (N. myllykoski 2021, 18). Ajojohto ei ole kaikissa kaapelinveto paikoissa jännitteellinen, vaan työtä tehdään myös ratalinjoilla niin, että ajojohto ei ole jännitteellinen. Tällaisia mahdollisuuksia tulee esimerkiksi ratalinjoille mitkä ei ole sähköistetty ja ratalinjoilla mitkä ei ole käytössä liikenteelle eikä niihin ole laitettu sähköistystä ajojohtoon.

Kiskopyöräkaivinkone on ratatyökone ja se on alkuperäisesti yleensä normaali kaivinkoe, johon on lisäosina lisätty kiskoilla kulkemisen mahdollisuus. Jotta kyseistä konetta voidaan käyttää virallisesti rautateillä, pitää sille hankkia erillinen hyväksyntä väylävirastosta. (Ratatyökoneet 2021 12)

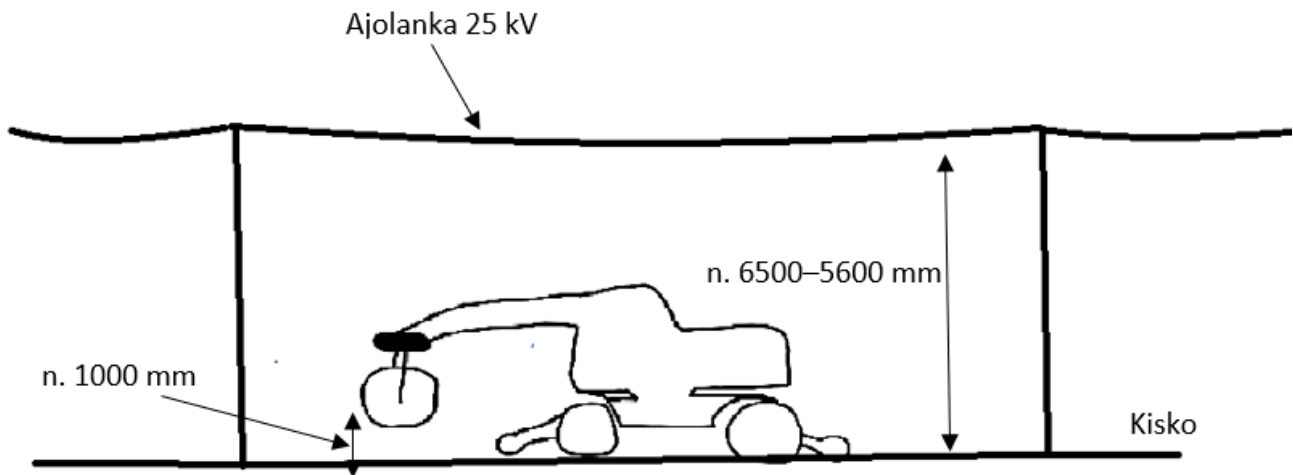


kuvio 6. Kiskopyöräkaivinkone

Kuvasta voi nähdä minkälaisia lisäosia on kaivinkoneeseen laitettu. Taakse ja eteen on laitettu kiskopyörät, joiden avulla kone pysyy kiskoilla. Kiskopyöriä voi nostaa ja laskea, tällä mahdollistetaan sujuva raiteille nousu ja poistuminen. Kiskopyörät eivät kuitenkaan konetta itsessään liikuta vaan

eteenpäin kone pääsee kiskopyöriä nostamalla siihen korkeuteen, missä kumipyörät koskevat kiskoja sopivasti antaen koneelle pyöriessään vauhtia.

Kuten aikaisemmasta voi nähdä on kiskopyöräkaivinkone varsin korkea ja varmasti ylettää lähelle sähköratarakenteita ja seuraavassa käsittelemme etäisyyksiä virrallisiin johtimiin. Yksi kaivinkoneen lisäosista pitää olla radalla työskennellessä liikkeenrajoitin, jolla varmistetaan, ettei vahingossa voi esimerkiksi puomi nousta virralliseen johtimeen. Kiskopyöräkaivinkone onkin kauttaaltaan maadoitettu ja maadoituksensa se saa kiskosta kiskopyörien kautta johtuen sähköratarakenteiden läheisyydestä (Ratatyökoneet 2021, 12).



kuvio 7. Havainnekuva kiskopyöräkaivinkoneen kaapelinvetotyöstä

Kuvio 5 voi nähdä havainnekuvana, miten se sijoittuu etäisyyksien puolesta sähkörataan. kuvassa on esitetty 25 kV ajojohdon korkeusväli, eli ajolanka ripustetaan yleensä RATO 5:n mukaisesti korkeuteen 6150 mm mutta sille on määritelty korkeus mitä se saa minimissään olla eli 5600 mm ja maksimikorkeus 6500 mm (RATO 5 2018, 44). kaapelikelan alimman kohdan etäisyys maasta on noin 1000 mm voidaan määrittellä, minkälaisia etäisyyksiä kelalla on ajolankaan. Kelan koko määräytyy laitetoimittajan lähettämästä kelasta ja yleisesti rautatiealalla kelojen koot ovat K12-K20 välillä riippuen kaapelin säikeiden määrästä ja pituudesta näin kertoo Prysmian group yhtiö kelan käsittelyoppaassaan (Prysmian group). Laippojen pituudet määrittävät kelan tyypin, eli jos laipan halkaisijan pituus on 1100 mm sen tyyppi on K11 (Reka). Samanlainen kelatyyppien määritelmä on

myös Nestor Cablesin järjestelmässä (Nestor cables 2022), yhtenäinen kelatyyppi linja on siis yleisillä kelatoimittajilla.

Esimerkkinä tutkittavana on 48x1x1,5 MCMO kaapeli, jonka pituus on kelalla 1 km ja sen kela-tyyppi on K20 eli laipan halkaisija on 2000 mm. Ajojohdon ja kiskon välinen ero yleensä 6150–5800 mm. Kelan ja kiskon välinen ero noin 500 mm. K20 kela 2000 mm. Kaapelikela on siis kokonaisuudessaan noin viiden metrin sisällä katsottuna jännitteisestä virtajohtimesta. Mielestäni tämä on aiheelle todella tärkeä fakta ja tutkimuksen puolesta voidaan pitää aika yleisenä tilanteena tätä ja realistisena kaivinkoneella vedettäessä. Käytännössä eroja voi tulla siinä miten korkealla kelaä pidetään kaivinkoneen toimesta ja mikä kela-tyyppi on kyseessä mutta kyseistä tulosta voi pitää luotettavasti sellaisena etäisyytenä ajojohdon ja kaapelin etäisyytenä mitä rautateillä tulee tällaisessa työvaiheessa.

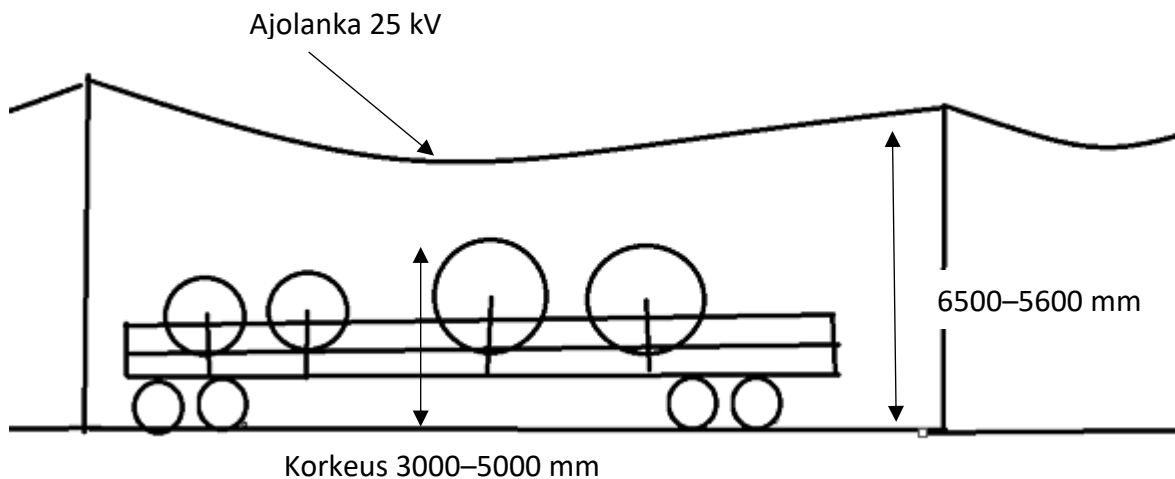
5.2 Kaapelivaunulla kaapeloiminen

Kaapelivaunua käytetään isojen kokonaisuuksien kaapeloinnissa. Kaapelivaunulla pystyy kaapeloimaan samaan aikaan viittätoista eri kaapelinvetoa, eli tyhjentämään keloja samanaikaisesti. Kaapelivaunua vetää rautatiekalusto useimmiten TKA. TKA on kiskoilla kulkeva ratatyökone. TKA ratatyökoneille on oma henkilöstö kaapelinedossa ja se koostuu yleensä noin 2–3 hengestä kuljettaja, nostolaitteen käyttäjä ja tähyistäjä. Kaapelinedosta huolehtiva ryhmä on erikseen ja sen henkilömäärä riippuu kaapeleiden määrästä ja kaapeloinnin laajuudesta. Karri Humalamäen runkokaapelointi kaapelointivaunuilla ohjeessa (2023) on tärkeinä asioina kaapelinedossa seurata kaapelointisuunnitelmaa ja varmistaa kaapeloinnin sujuvuus kävelymiehillä ja kirjureilla. Kaapelivaunulla kaapeloitaessa liikutaan yleensä kaapelilastin kanssa kaukaisimmalle lähtöpisteelle mistä aloitetaan kaapelointi. Kaapelivaunulla saa Karri Humalamäen sanojen mukaan (2023) ajaa kaapeli lasti päällä 50 km/h nopeutta siirtyessä kaapeloinnin aloituskohteeseen ja kaapelointityön aikana vauhti on reipasta kävelyvauhtia eli noin 3–6 km/h.



kuvio 8. Kaapelivaunu

Kaapelivaunut ovat pitkiä ja niihin mahtuu monta kaapelikelaa. Kuvio 4 esimerkistä voimme nähdä miltä näyttää kaapelivaunu lastattuna. K20 kokoisen kelan eli 200 cm säteinen laippa ylettää maanpinnasta noin 5 metrin korkeuteen Karri Humalamäen (2023) haastattelussa mainitseman perusteella. Tässä työtavassa siis kaapelikela on hieman lähempänä jännitteellistä ajolankaa verrattuna kaivinkoneella kaapelointiin.



kuvio 9. Havainnekuva kaapelointivaunusta suhteessa ajolankaan

Tästä periaatekuvasta voi mittasuhteita arvioida. Kaapelit tulevat olemaan ilmassa 2500 mm korkeudesta aina isoimmilla keloilla 5000 mm asti. Kaapelikela voi siis olla vain alle kahden metrin päässä jännitteisestä ajolangasta. Tämä tarkoittaa, että magneettivuoto on todella paljon arvokkaampi isompi tällä työtavalla, sillä on iso vaikutus indusoituvaan jännitteeseen.

6 NRC Group Finlandin ohjeistukset

Tässä käydään läpi toimeksi antajan eli NRC group finlandin ohjeistukset yleisellä tasolla sekä projektitasolla kaapeleiden työnaikaisen käsittelyyn. Toimeksiantajalla on oma palvelimensa työohjeille ja omat vaatimukset sille miten paljon projekteilla kuuluu tehdä työohjeistuksia, joten palvelimelle kirjataan jatkuvasti työsuoritteiden läpikäyntiä ja opinnäytetyöhön niitä käydään läpi. Työohjeet käsittelyyn, seuraavana tarkoitus tutkia työopastusseurantakortteja ja lopuksi työvaiheen laatu ja turvallisuussuunnitelmia ja erillisessä kappaleessa tutkitaan oikeiden projektien tulosta, miten ovat käyttäneet näitä NRC Groupin tarjoamia ohjeita.

6.1 Työohjepohja

Tässä luvussa on tarkoitus analysoida ja tutkia erilaisia ohjeistuksia mitä toimeksiantaja NRC Group Finlandin ohjeista löytyy. Työohjeessa ”maakaapelin asentaminen kanavaan” lukee kokonaisuus kaapelointia valmistelevista töistä lopputöihin. Indusoitumista ei tässä työohjeessa mainita, eli minkäänlaisia mahdollisia seuraavissa kappaleissa mainittuja varotoimenpiteitä liittyen kaapelin jännitteellisyyteen ei käsitellä.

Työnopastusseurantakortteja on työohjeina varsinkin uusien työntekijöiden vuoksi alettu suosimaan työohjeena. Tähän opinnäytetyöhön liittyvä työopastusseurantakortti liittyy turvalaitekaapeleiden päättämiseen ratalaitekaappiin, kortissa normaali läpikäynti kaapelin purusta kytkemiseen mutta mahdollisesta jännitteellisyydestä ei mainintaa. Tämän maininta kyseisessä ohjeessa olisi harkittava tarkkaan, miten sen esittää, jotta se ei aiheuta hämmennystä koska kyseessä on ohjeistus lähtökohtaisesti ensimmäistä kertaa työtä tekeville.

Seurantakortin idea on käydä opastettava työ alussa läpi käyttäen tätä ohjetta niin perusasiat ovat hallussa, kortti käydään läpi kohta kohdalta työn opastuksen yhteydessä.

Työvaiheen työ- laatu- ja turvallisuussuunnitelmat ovat työohjeita, joissa lukee tarvittavat resurssit, valmistava vaihe, työturvallisuus ja ympäristö sekä työnsuoritus. Myös riskit lukevat ohjeessa. Kaapelointiin liittyvissä suunnitelmissa on TLT-suunnitelma pohja: kaapelin asentaminen kanaaliin kaapelivaunuista versio 1.1. Tässä suunnitelmassa on käyty edellä mainitut asiat kuten on käyty muissakin aikaisemmin mainituissa työohjemalleissa, tässä on tarkoituksena, että projektikohtaiset asiat muutetaan siihen ja laitetaan projektien valvojille kommentoitavaksi ennen työn aloittamista. Indusoitumisvaara on työnsuorituksessa mainittu näin:

Sähköradan tai suurjännitelinjojen läheisyydessä työskenneltäessä, kaapeliin voi induoitua jännite, mikä voi olla vaarallinen. Kaapelit pyritään työmaadoittamaan toisesta päästä. Mikäli tämä työmaadoittaminen on mahdotonta suorittaa, suhtaudutaan kaapeleihin kuten jännitteellisiin kaapeleihin. Varsinkin katkaisutilanteissa käytetään jännitetyökaluja ja jännitetyökäsineitä. Kaapelikelloilla olevat jännitteelliseksi induoituneet päät eristetään tarvittaessa ja vältetään niiden koskettelua työn aikana. (Sisäiset ohjeet)

Indusoituminen on siis otettu huomioon todella selkeästi. Asia on mainittu myös riskilistauksessa mikä on erillinen osio suunnitelmassa. toimenpiteenä aiheelle on annettu kaapelikelojen maadoitus ennen katkaisua tai jännitetyökaluilla katkaisu sekä suojautuminen jännitetyökäsineillä eli tuplavarmistus. Kaapelin päälle toimenpiteenä indusoitumisen vaaran takia on kaapelien päiden eristäminen tarvittaessa.

6.2 Projekteilla tehdyt työsuunnitelmat

Etsin työsuunnitelmia kaapelointiin toimeksiantajan palvelimelta, johon laitetaan työturvallisuusasiat ja tutkin niitä oman aiheeni kautta mieltien. Suunnitelmien pohjana on työtehtävän turvallisuussuunnitelma ja tutkimukseen mukaan päässeitä suunnitelmia on yhteensä kuusi ja niitä on viideltä eri projektilta. Projektit ovat:

- Tampere-Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen
- Oulun Ulkolaitteet
- Myllykosken tilapäinen asetinlaite
- Lappeenranta ulkolaite
- LUIMA kaksoisraiteen ulkolaiteurakka ULU

Työsuunnitelmat käyvät läpi kaapelointia uudelle turvalaitejärjestelmälle ja tarkoituksena on mainita jokaiselle työvaiheelle mahdolliset vaarat. LUIMA ULU ja Lappeenranta ulkolaiteurakoissa ei ole indusoitumista otettu huomioon muuten kuin mainitsemalla jännitetyökalut työtä tehtäessä. Tampere-Seinäjoki projekteille on kaapeloinnille tehty kaksi ohjetta jossa toisessa on käyty läpi keilavaunun päältä purettavien kaapeleiden mahdollinen jännitteellisyys. Myllykosken ja Oulun projekteille tehdyissä ei ole mainintaa indusoitumisesta tai jännitteen varomisesta. Näissä työsuunnitelmissa on muistettava, että yleisesti projekteille tehdään tarkempi suunnitelma, joka on aikaisemmin mainittu Työvaiheen työ- laatu- ja turvallisuussuunnitelma, kyseiset suunnitelmat ovat yleensä urakoitsijalta vaadittu tilaajan kautta.

7 Väylän ohjeistukset

Tässä kappaleessa käydään läpi väylän ohjeistuksia, eli heiltä tulevan materiaalin tiedot liittyen aiheeseen. Liikenneviraston eli Väylän ohjeissa ei puhuta suoraan kaapelikeloista missään mutta työkoneelle, jossa on nostokorkeuden rajoitin, eli sellaisella koneella, jolla tehdään kaapelointia suomen rataverkoilla, on määritelty vähimmäisetäisyys 1,0 metriä 25kV jännitteisistä osista eli ajojohdosta tai muista, joissa tämä jännite voi olla. (Sähkörataohjeet 2016, 18) Kaapelikela, jota vedetään voi siis teoriassa tämän ohjeen mukaisesti olla 1,0 metrin päässä 25Kv jännitteestä. Maadoitusohje on annettu vain työkoneelle, jos se voi rikkoutuessaan tai kaatuessaan mennä lähemmäksi kuin määritelty vähimmäisetäisyys. Sähkörataohjeissa on ohjeistettu näin.

Sähköradalla suoritettavan työn työturvallisuudesta vastaavan henkilön on harkittava, voidaanko työhön osallistuvien henkilöiden ja/tai koneen työskentelyalue rajata siten, että työskentelyn vähimmäisetaisyttä ei aliteta, vai edellyttääkö työn suorittaminen muita turvatoimenpiteitä. (Sähkörataohjeet 2016, 9)

Kuitenkin työturvallisuudesta vastaava henkilö voi ottaa indusoitumisen huomioon tässä kohtaa ja määrätä lisä turvatoimenpiteitä, jos kokee sen olevan edellytyksenä turvalliselle työn suorittamiselle.

Sähkörataohjeissa on määritelty jännitekatko tilanteille, jossa todetaan, ettei työnaikaisesta sähköturvallisuudesta voi varmistua. (Sähkörataohjeet 2016, 22) Jännitekatko on kuitenkin harvinainen kaapelointitöissä ja vaikea aikataulutettava rautateillä. Jännitekatkon tekeminen vaatii aikaa ja rautateillä kaapelointia tehdessä junaliikenteen seassa aikaa ei välttämättä ole saatavilla tarpeeksi. Tiivistäen siis jännitekatkon tekeminen kaapelointityön vuoksi on vaivaltaan työhön verrattuna moninkertainen.

8 Standardien kannanotot

8.1 SFS 6002

SFS 6002 ottaa induktioon liittyen kantaa luvussa 6.1.2 induktiosta johtuvat erityisvaatimukset

Jännitteiset tai virralliset johtimet voivat vaikuttaa sähköisesti läheisyydessä oleviin johtimiin tai johtaviin osiin. Kun työskennellään sähköjärjestelmissä, joihin induktio voi vaikuttaa, pitää kohtien 6.2 ja 6.4 vaatimusten lisäksi ryhtyä erityistoimenpiteisiin (tämä koskee erityisesti työskentelyä ilmajohdoilla): — maadoittaminen sopivin etäisyyksin, jotta voidaan pienentää johtimien ja maan välinen jännite turvalliselle tasolle — potentiaalintasauksen käyttö työkohteessa, jolloin voidaan ehkäistä työntekijöiden itsensä kytkeytyminen induktiovirtapiiriin osaksi. (SFS6002:2015, 24)

Lisäksi kyseisessä luvussa on kansallinen lisävaatimus:

Jännitteinen ja virrallinen johdin tai johtava osa voi aiheuttaa lähellä oleviin johtimiin tai johtaviin osiin vaarallisen varauksen/jännitteen induktiivisesti sähkövirran aiheuttaman magneettikentän tai kapasitiivisesti sähkökentän aiheuttamana. Vaarallisen jännitteen syntyminen riippuu jännitteestä, virrasta, johtimien etäisyyksistä toisistaan ja yhdensuuntaisen osuuden pituudesta. Näiden seikkojen perusteella pitää arvioida maadoittamisen tarpeellisuus. Vaarallinen jännite voi syntyä erityisesti silloin, kun

työkohde on maasta eristetty johto, joka kulkee pitkän matkaa lähellä suurjännitejohtoa. Vaarallisen jännitteen esiintyminen pitää ehkäistä maadoituksella ja potentiaalintasauksella: — Jos työkohde on rakenteilla tai purettavana oleva ilmajohto tai muu pitkä johtava rakenne, työskentelypaikassa tai enintään 1 km päässä työskentelypaikasta pitää tehdä työpistekohtainen maadoitus ja potentiaalintasaus työmaadoitusvälineellä, jonka poikkipinta-ala on vähintään 16 mm² kuparia tai vastaavalla tavalla. Pitkissä rakenteilla olevissa johdoissa pitää tehdä lisäksi maadoitus ja potentiaalintasaus johdon päissä. (SFS6002:2015, 24)

Opinnäytetyö aiheen kannalta tätä standardin sanomaa voidaan pitää oleellisena, siihen suuntaan, että työmaadoitus pitäisi vedettävälle kaapelille tehdä voimajohtojen lähellä työskennellä. Kansallisessa lisävaatimuksessa todettu vaarallisen jännitteen syntyminen silloin kun työkohde on maasta eristetty johto, joka kulkee pitkän matkaa lähellä suurjännitejohtoa antaa selkeän linjan sille, että jo lähellä oleva johto paikallaan voi ottaa vaarallista jännitettä. Standardi ei ota kantaa siihen, miten kelan pyöriminen pitkällä matkalla suurjännitekaapelin lähellä vaikuttaa jännitteeseen. Työn aikana kuitenkin työstettävä kaapelikela on sellaisessa tilanteessa, että kaapelia on pitkän matkaa suurjännitejohdon lähellä ja kaapeli on edelleen kiinni työstettävässä kelassa.

8.2 Viestintäviraston määräyksen 43 perustelut ja soveltaminen

Viestintäviraston dokumentissa, missä käydään läpi 43D/2010 määräys perusteluineen ja soveltamisaloineen sisällyksen pykälässä 13 ”Normaalikäytössä sähkölaitteistosta indusoituva virta ja jännite” käsitellään viestintäverkon rakentamiseen ja ylläpitoon liittyviä määräyksiä.

Viestintäverkon johtimiin indusoituva pitkittäinen sähkömotorinen voima (smv) ei saa ylittää 60 V suurjännitelaitteiston ollessa normaalikäytössä tai sähköradan ajoittain aiheuttamana (Viestintävirasto 2015, 24).

Nämä määräykset on suunnattu viestintäverkon rakentajille ja ylläpitäjille, eikä suoraan ohjeistus ole tekemisissä rautatierakentamisen kanssa mutta senkin suunnittelussa pitää olla riittävä tiedonvaihto viestintäverkon haltijan kanssa. Viestintäverkot suunnitellaan usein niin, ettei tule rautateistä mahdollista indusoitumishaittaa.

Opinnäytetyön aiheen kannalta tässä määräyksessä on otettava huomioon kuidun asennus rautateille ja sen mahdolliset sähköistymishaitat. Kuituyhteydet rakennetaan yleensä samoihin reitteihin kuin runkokaapelointi rautateillä, eli raiteen vieressä menevään kanavaan tai maanalaisella asennustavalla. Tässä on kyseessä pitkittäin magneettikentässä kulkeva johdin.

9 Maadoitus

Tässä käydään läpi, minkälaisia mahdollisuuksia on maadoittaa tai muuten turvata maakaapeli, ennen kuin sitä käydään käsittelemään. Käsitteilyllä tarkoitetaan, kun kaapelia katkaistaan, kuoritaan tai kytketään. Sähköturvallisuusstandardia insinööriytössään tutkineen Tiiron (2017) mukaan SFS 6002(2015) standardi kertoo, että jännitetyö on sellaista työtä, missä ollaan kosketuksissa jännitteisten osien kanssa työkalun tai muun välineen välityksellä tai työ, joka tapahtuu sellaisessa tilassa missä on mahdollisuus ulottua kehon osalla, työkalulla, varusteella tai työlaitteella jännitteeseen osaan (Tiiri, J. 2017, 9).

Indusoitumisen ottaminen vakavasti, ja sen vaaran olettaminen aina kun käsitellään kaapelia rautateillä tehtävien töiden ohessa tarkoittaa SFS 6002(2015) perusteella, että kyseessä on jännitetyö, vaikka kaapeli itsessään ei ole missään virtalähteessä kytkettynä.

9.1 Jännitetyökäsine suojauksena

Yhtenä mahdollisena suojaustapana on käyttää jännitetyökäsineitä aina kaapelia käsiteltäessä ja se voidaan vaatia ohjeistuksen perusteella jokaiselta (Pyykkönen 2019, 8). Jännitetyökäsineen käyttö on hyvä ja helppo tapa suojata sähköiskuilta mahdollisen indusoitumisen tapahtuessa. Ainakin asennuksen aikaisena suojaustapana hyvä, johtuen sen helpposta käytöstä ja hyvästä turvaamisesta. Kaapelin kuorintaan ja katkaisuun olisi hyvä käyttää jännitetyökäsineitä, kun kaapeli on kuorittu, voidaan jännitemittarilla testata, onko indusoitunutta jännitettä jäänyt kaapeliin ja jos mittaus osoittaa, ettei ole jäänyt niin kaapelia voidaan käsitellä jännitteettömänä. Kaapelia käsitellessä myös muiden vaatteiden pitää jännitetöissä olla tyyppitarkastettuja (Pyykkönen 2019, 15).

9.2 Varauksenpurkutyökalu

Keskijännitekaapeleihin voi indusoida jännitettä myös ukonilmalla, joten jatkojen tekeminenkin voi periaatteessa olla jännitetyötä. Sähkövarauksen purkaminen maakaapeleista voisi onnistua varauksenpurkutyökalulla, jonka voi itse tehdä tai ostaa sähkötarvikeliikkeestä (Holappa 2020, 7). Kyseistä varauksenpurkutyökalua ei löytynyt opinnäytetyötä tehdessä, joten sen esittelyä ei ole saatavilla. Tarkoituksena työkalulla olisi purkaa indusoitunut jännite turvallisesti maahan (Holappa 2020, 7).

9.3 Toisen pään maadoittaminen

Maakaapelin tekeminen jännitteettömäksi varmuudella voisi onnistua myös maadoittamalla siitä päästä mistä esimerkiksi kaapelinveto lähtee tällöin ei itse työ vaikeutuisi. Tätä voidaan kutsua nimellä työmaadoittaminen, mikä tarkoittaa, että sillä estetään työkohteena olevan asian jännitteelliseksi tuleminen yllättävän virheen tai virheellisen käytön seurauksen takia (Knuutinen, V 2017). Työmaadoittaminen tässä tapauksessa voitaisiin suorittaa niin, että ennen kaapelin vedon aloittamista kuoritaan kaapeli, varmistetaan jännitteettömyys ja maadoitetaan esimerkiksi kiskoon kaapelin säikeet. Tässä pitäisi siis oikosulkea jokainen säie ja kaapelin oma maasäie ja kytkeä se kiskoon esimerkiksi kuparilla. Kyseinen työsuorite vie aikaa noin 5 minuutista 15 minuuttiin riippuen asentajan kokemuksesta. Tällä tavalla toimiminen rautateillä hidastaisi työntekoa todella paljon ja olisi raskas prosessi kokonaisuudessaan tehdä, joten työmaadoittaminen tällä tavalla on todettava epäkäytännölliseksi.

Työmaadoittamiseen voisi käyttää esimerkiksi kaapelivalmistajan mahdollista tehtaalla kaapelinpäähän laittamaa maadoitusliuskaa, joka on automaattisesti kaapelissa valmiina ja sitä voitaisiin käyttää työmaadoituksessa. Kyseinen maadoitusliuska on käytössä REKA Cables Oy:n kaapeleissa pyynnöstä kertoo Lassila (2021). Työmaadoittaminen tällä maadoitusliusalla onnistuisi siis niin, että kun kaapelia lähdetään työstämään eli vetämään kiskoilla kaapelivaunuilla tai kiskopyöräkaivinkoneella niin liitoksella esimerkiksi kupariköynnöksellä maadoitettaisiin kaivinkoneen tai vaunun runkoon. Kuvio 7 on kuva siitä minkälaiselta näyttää alumiinimaadoitus keskijännitekaapelissa (Lassila 2022).



kuvio 10. alumiinimaadoitus keskijännitekaapelissa.

Tässä maadoitustavassa on laitettu folioteippi avoimeen kaapelinpäähän, kyseiseen tilanteeseen tulee vielä kaapelin päähän tulppa suojaamaan kosteudelta. (Lassila 2022) Tarkoituksena on, että folio jää näkyviin. Tällä maadoitustavalla mahdollistettaisiin maadoitus työnaikana.

10 Käytännön testaus

Opinnäytetyöhön tehtiin käytännön testi maastossa, jossa kokeiltiin miten vaikuttaa sähkörataa käyttävän junan ohittaminen kaapelikelaan, joka on sijoitettu raiteiden viereen. Kela oli normaalissa asennossaan, eli laipat koskettivat maata ja matka kiskojen keskiväliin oli 4 metriä kelan keskeltä mitattuna. Kaapelityyppi oli MCMO 12x1x1,5 ja pituus 260 metriä. Odotuksena testille oli, että jonkinlainen jännitemuutos tapahtuisi kelassa, kun sähkörataa käyttävä juna ajaa ohi koska se aiheuttaa muutosta magneettikenttään.

10.1 käytännön testi

Testin ensimmäisenä asiana kuorittiin kaapelikelan päästä säikeet esiin ja oikosuljettiin jokainen säie, tällä teolla tavoiteltiin mahdollisimman suurta jännitemuutosta. Toinen mittapää jännitemittarista laitettiin oikosuljettuun päähän kiinni. Maadoituspuoli, eli potentiaalieron lähde rautateillä on yleisesti kisko ja tässä tapauksessa käytin maadoituslenkkiä jonka toinen pää kiinnitettiin kiskoon ja jatkuvuus varmistettiin. Jännitemittarin toinen pää maadoitukseen kiinni. Kun nämä asiat oli tehty, niin jännite mittarissa oli 6,3 voltia. Testin loppuun viemiseksi oli odotettava ohikulkevaa junaa, jotta saataisiin selville, paljonko jännite kyseisessä tilanteessa muuttuu. Junan ohi mennessä jännite ei mittarissa muuttunut.

10.2 Tulosanalyysi

Jännite ei muuttunut testin aikana, tästä voimme päätellä, että jännitemuutos ei ole ainakaan niin iso, että aiheuttaisi yli 0,01 voltin muutosta. 0,01 voltin muutos tulee siitä, että Fluke 179 mittari ei näytä tarkemmin mittaustulosta. Laskennallisesti kappaleessa 4.2 oli saatu volttimääräksi lähes samankaltaiselle tilanteelle MCMO 61x1x1,5 täyden 1000 metrin kelan kanssa volttimääräksi 43,69. Suhteuttaen tuota tulosta tähän MCMO 12x1x1,5 260 metrin kelaan säiemäärä jää niin paljon pienemmäksi, että todennäköisesti muutosta ei pitäisikään tulla yli 0,01 voltia. Laskennalliset esimerkit oli laskettu käytännön testin jälkeen minkä vuoksi tähän ei osattu varautua testin aikana, joten lopputuloksena voidaan sanoa, että tarkkaa faktaa siitä indusoituiko jännitettä kelaan ei saatu tällä varmistettua.

11 Tulokset ja pohdinta

11.1 Tulokset

Indusoitumisen vaarat pitää opinnäytetyön perusteella ottaa paremmin huomioon. Vaikka kaapelityön aikainen indusoituminen vaaralliseksi jännitteiksi on kaikkien tietojen perusteella epätodennäköistä voi indusoitumista esiintyä kuljetuksen aikana ja keloilla on mahdollisuus varastoida energiaa itseensä. Erilaiset olosuhteet ja tilanteet radalla voivat myös aiheuttaa sellaisia tilanteita, että kaapeliin on mahdollista indusoitua enemmänkin jännitettä kuin pienjännitteenä pidettävät arvot eli yli 50 voltia. Indusoitumisen vaaran vuoksi ehdotuksena toimeksiantajalle on työohjeiden läpi-

käyminen niin, että muokataan jokaiseen pohjaan selvät varoitukset indusoimisen vaarasta. Kaapelikelojen kohtelu kaapeloidessa voisi muuttua siihen suuntaan, että kaapelia katkaistaessa pidetään kaapelia jännitteisenä ja suojaudutaan jännitetyöohjeiden mukaisesti kaksoissuojauksella varsinkin kaapeloitaessa kaapelivaunuilla johtuen siitä, että kaapelit ovat lähellä jännitteistä ajolankaa.

Nykyisissä ohjeissa on asiaa otettu satunnaisesti huomioon yhdessä työvaiheen työ-, laatu- ja turvallisuussuunnitelmassa. Mutta en löytänyt sellaista versiota, joka olisi projektille asti mennyt työohjeena ja siinä olisi asia käsitelty. Nykyisessä toimintatavassa on paljon hyvää, esimerkiksi sähkötyöidenjohtaja Esa Asikainen pitää toimeksiantajan sisäisiä koulutuksia SFS6002 aiheesta, joissa kyseistä asiaa käydään läpi. Tästä jatkumona asialle on tehty tutkimustarve. Asian vieminen seuraavalle tasolle vaatii varmistuksen, että työohjepohjissa on selkeästi merkattuna indusoituvan jännitteeseen aiheutuva vaara.

Tässä kappaleessa käyn muutamia ohjeita ja niihin toimenpide-ehdotukseni läpi. Toimeksiantajan työohjeista löytyy 3.6.2020 tehty maakaapelin asentaminen kanavaan -ohje, jossa indusoitumista ei ole puhuttu. Kyseiseen ohjeeseen voisi lisätä oman kappaleensa kaapelin katkaisusta. Työvaiheen työ-, laatu- ja turvallisuussuunnitelmista löytyy aiheeseen kaksi erilaista malliratkaisua joista "Kaapelien aeraus ja asennus" -ohjeeseen voisi lisätä tarvittavaan materiaaliin jännitetyökäsineet ja mainita vaaroissa indusoitumisen mahdollisuus ja kaapeleiden katkaisun käsitteleminen jännitteisenä. Toinen TLT-suunnitelma on "kaapelien asennus kaapelikanavaan kaapelivaunuista ver 1.1." työn suorituksesta kertovaan kappaleeseen on asia käyty erittäinkin hyvin mutta tähänkin välineisiin voisi lisätä jännitetyökäsineet.

Lopputuloksena tässä tuli ratkaisuksi muutamia vaihtoehtoja, joista päädyin ehdottamaan tähän kaksoisvarmistukseen ja jännitteellisenä käsittelyyn. Muut vaihtoehdot olivat toisen pään maadoitus tai maadoituksella jännitteen purkaminen työn aikana. Nämä ovat edelleen hyviä ehdotuksia ja mahdollisuuksien mukaan käytettävissä. Jännitetyökäsineet lisänä nykyisiin toimintatapoihin oli mielestäni kaikista yksinkertaisin ja helpoin lisä. Toimeksiantajan yleisten ohjeiden mukaan jokaisella jännitetöitä tekevällä pitäisi olla jännitetyökäsineet olemassa, joten tähän toimintatapaan siirtyminen olisi kivuttomin ratkaisu.

11.2 Pohdinta

Opinnäytetyö oli kokonaisuudessaan hyvä. Aihe oli ajankohtainen ja on edelleen, vaikka opinnäytetyön aloittamisen ja valmistumisen välillä on pitkä aika. Toimeksiantajalla on jatkuvasti kaapelointia omissa urakoissaan ja kun aiheelle ei ollut minkäänlaista aikaisempaa tutkimustausta niin aihe koettiin tarpeelliseksi alusta loppuun.

Tällä työvaiheella on yhtä monta erilaista suoritustapaa kuin on tekijää, siksi joillakin projekteilla on käytetty jo jännitetyökäsineitä katkaistaessa kaapelia. Kuten yleensä yhtenäinen linja on paras, jolla osaamista ja turvallisuutta saadaan mahdollisimman laajalle. Tämän takia opinnäytetyön hyveenä on, että tällainen aiheen selvitys on tehty. Toimeksiantajalla on jotain mihin tukeutua yhteisesti tulevaisuudessa ja mahdollisesti jatkotutkia asiaa.

Opinnäytetyössä yritettiin käyttää laskentaa mahdollisimman paljon mutta asiaan ei löydetty paljonkaan vastaavia laskuesimerkkejä, joita olisi samanlaisesta tilanteesta. Työn aikana päädyttiin siis tekemään pahimmasta mahdollisesta skenaariosta laskenta lopulliseen versioon, jotta kuitenkin opinnäytetyöhön tulisi myös näkökulmaa siitä, että minkälaisista jännitteistä itse työsuorituksessa voitaisiin puhua.

Mahdollisia kuljetuksen aikaisia jännitteitä ja muita mahdollisia erilaisia tilanteita on olemassa, jotka voivat aiheuttaa kaapelikelaan isoja jännitteitä. Näiden mahdollisuuksien takia on päädytty siihen, että asia on otettava tosissaan. Työn aikana hahmottui paljon, kuinka vähän asiaa on ennestään tutkittu. Kyselyissä väyläviraston ja muiden toimijoiden suuntaan ei rautatiealalla tunnut aihe olevan aikaisemmin huomioitu.

Opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen. Toimeksiantajalle on annettu ehdotus ja vastaus siitä, että nykyiset toimintatavat ja ohjeistukset päivitettävä mikä oli opinnäytetyön tavoite toimeksiantajalta ja tekijältä.

Lähteet

Amperen laki selkeästi. N.d. Amperen laki selkeästi. my.ElectricianExp.com julkaisu. viitattu 6.4.2022 <https://my.electricianexp.com/fi/zakon-ampera-prostym-yazykom.html>

Faradayn laki. N.d. Faradayn laki, uusiutuvavihreä internetjulkaisu. viitattu 3.2.2021. <https://www.renovablesverdes.com/fi/ley-de-faraday/>

Haarto & Karhunen. N.d. Faradayn laki ja sähkömagneettinen induktio. Turun ammattikorkeakoulu. viitattu 8.1.2022. <https://docplayer.fi/23072094-Faradayn-laki-ja-sahkomagneettinen-induktio.html>

Holappa, J. 2020. Sähkötyöt ja työturvallisuus 0,4 kV:n ka 20kV:n saneeraushankkeissa. Metropolia ammattikorkeakoulu. viitattu 24.1.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/306555/Holappa_Jani.pdf?sequence=2

Humalamäki, K. 2023. TEAMS-palaveri, esittely kaapeloinnista. viitattu 11.1.2023.

Kelapalautus. 2022. Ohjeet, kelapalautus.fi viitattu 19.1.2023 <https://www.kelapalautus.fi/#INSTRUCTIONS>

Kelat. 2017. viitattu 10.1.2023. <https://www.hutasu.net/elektroniikka/elektroniikan-komponentteja/kelat/>

Knuutinen, V. 2017. Työmaadoituksessa käytettävien välineiden kunnossapitotarkastukset Suomessa. Metropolia ammattikorkeakoulu. viitattu 27.2.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/124210/Knuutinen_Ville.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kuljeta ja siirrä kaapelikelat oikein. 2022. Prysmian group. viitattu 9.1.2023 <https://fi.prysmiangroup.com/kaapelikelat>

Lassila, R. 2022. Sähköpostikeskustelu keskijännitekaapeleiden suojauksesta. viitattu 10.1.2022.

Mandić, M. Uglešić, I. Milardić, V. 2013. Design and testing of 25 kV AC electric railway power supply systems. viitattu 5.3.2022. <https://hrcak.srce.hr/file/153025>

Neuvonen, E. N.d. Sähkömagneettinen induktio. Internetjulkaisu. viitattu 3.2.2021. <https://peda.net/p/Eero.Neuvonen/th/si>

NRC tapaturma 398624. 7.10.2020. IMPACT raportti Sähköisku kaapelia katkaistaessa. liite 1.

Piironen, I & Tanskanen, A. 2013. Taidelähtöiset menetelmät syrjäytymiskehityksen ennaltaehkäisyyn. Opinnäytetyö. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/66580/piironen_iida_tanskanen_anni.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Pyykkönen, M. 2019. Alle 1000 voltin sähkölaitteistojen jännitetyöt. Metropolia ammattikorkeakoulu. viitattu 24.1.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/172827/Pyykk%C3%B6nen_Mikael.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Ratatyökoneet. 2021. Ratatyökoneet, väylävirasto. viitattu 12.3.2023. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-07_ratatyokoneet_web.pdf väylä ohjeet.

RATO 5. 2018. RATO 5. Sähköistetty rata, Liikennevirasto. viitattu 7.1.2023. [lo_2018-23_rato5_web.pdf \(vaylapilvi.fi\)](https://vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Rato5/rato5_web.pdf)

Silvonen, K. 2017. Sähkötekniikka ja elektroniikka. Aalto university. viitattu 10.1.2023. <https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1773600/course/section/211159/tXt2.pdf>

Sähkömagneettinen induktio. n.d. Sähkömagneettinen induktio luku 7. viitattu 6.4.2022. https://space.fmi.fi/~viljanea/ed2004/ed2004_07.pdf

Sähkörataohjeet. 2016. Sähkörataohjeet, väylävirasto viitattu 7.1.2022 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2016-07_sahkorataohjeet_web.pdf.

Sähkövirran synnyttäminen. N.d. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. oppimateriaali. viitattu 31.3.2023 https://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/sahko/8_sahkovirta.htm

Tietoa meistä. 2023. Tietoa meistä. Yritysesittely. NRC Group Finland. viitattu 29.5.2023. <https://www.nrcgroup.fi/yritys>

Tiiri, J. 2015. Uusi sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002. Metropolia ammattikorkeakoulu. viitattu 27.2.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/99244/Jarkko_Tiiri.pdf?sequence=1

Versowood. 2022. Puiset ja vaneriset kaapelikelat versowoodilta. Versowood. viitattu 9.1.2023 <https://www.versowood.fi/fi/tuotteet/puupakkaukset/kaapelikelat>

Viestintävirasto. 2015. Määräyksen 43 perustelut ja soveltaminen. Viestintäverkon sähköisestä suojaamisesta. viitattu 5.1.2022 <https://www.finlex.fi/data/normit/5203/MPS43F.pdf>

Väljä, J. 2010. Voimajohtojen induktiovaarajännitteet. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. viitattu 3.2.2021. <https://core.ac.uk/download/pdf/196553743.pdf>

Rataverkko. 2021. Rataverkko. Väylävirasto. viitattu 6.4.2023. <https://vayla.fi/vaylista/rataverkko>

Liitteet

Liite 1. NRC GROUP Finland kaapelien asennus kaapelikanavaan kaapelivaunuista TLT-suunnitelma LUONNOS

Projekti, urakkaosa uusiminen	Laatija
Tilaaaja Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.	Pvm.
Työvaihe Kaapelien asennus kaapelikanavaan kaapelivaunuista	Työvaihenumero
Työntekijät perehdytetään työvaiheeseen tällä TLT-suunnitelmalla. Työvaiheesta vastuussa oleva työnjohtaja on vastuussa jokaisen työntekijän perehdyttämisestä ja siitä, että perehdytetty allekirjoittaa tämän TLT-suunnitelman. TARKISTA URAKKAKOHTAISET VAATIMUKSET LAATIESSASI TLT-SUUNNITELMAA!	
RESURSSIT o Käytettävä kalusto o Käytettävät nostolaitteet ja nostoapuvälineet Työryhmä Käytettävät materiaalit	<ul style="list-style-type: none">o Tka + kaapelivaunut ja tarvittaessa kiskopyöräkaivinkone o Kuorma-auto (materiaalinkuljetukset) o Tar- kastetut nostoapuvälineet (liinat, kettingit)o 4 sähköasentajaa, 3 ratatyökoneen kuljettaja, työmaamestari o KA kuljettajao Turvamies / tieliikenteenohjaaja (tarvittaessa) o Kaapelit toimitettu XXXX työpisteeseeno Viestintävälineet (esim. Rapli-puhelin, radiopuhelin) <p>Työkoneen ulottuma kirjataan koneen vastaanottotarkastuksessa.</p>

VALMISTAVA VAIHE

Edelliset työvaiheet o

Suunnitelmat

Ilmoitukset ja informointi

o Muut

- o Viikkopalaverissa sovitaan työskentely ajat ja paikat o JETI ilmoitukset ja RT o Kaapelireittisuunnitelmat o Kaapelointisuunnitelmat
- o Maastokatselmus. Kaapelointireitti käydään läpi maastossa ja mahdolliset epäkohdat kirjataan katselmuksessa.
- o Kaapelireittien epäkohdat kirjataan ylös, kuten rikkoutuneet kanavaelementit, kaapelikavot ja alitusputket korjataan (riippuu urakasta), jotta kaapelit eivät rikkoudu kaapelien asennuksen aikana
- o Ennen kaapelikanavien kansien aukaisua, kanavan päältä poistetaan sepeli, sora ym. esteet. Sepeli voidaan poistaa lapioimalla tai kiskopyörin varustetulla kaivinkoneella, jossa on hydraulinen harja
- o Ennen kaapelien levitystyötä kanaviin, suunnitellaan kaapelien levityspituudet ja kaapelien jatkoajat (asennussuunnitelma)
- o Jatkoja ei tulisi sijoittaa laiturin, silta tai muuten sellaiselle alueelle, jossa kaapelin jatkaminen ei onnistu ilman raidevarausta tai on kohtuuttoman hankalaa. Mikäli jatko on kooltaan niin suuri, että se vie lähes kaiken tilan kanavasta, on jatko sijoitettava oman kanavaelementin sisään, joka sijoitetaan vanhan kanavan viereen
- o Materiaalien vastaanotto. Varmistetaan, että asennettavat kaapelit täyttävät SFS 6000 standardin ja Väylä D 14 vaatimukset sekä ovat tilauksen mukaiset
- o Varmistetaan, onko tieliikenteenohjaajalle tai turvamiehelle tarvetta o Työnaikaisen sähköturvallisuudesta vastaavan nimeäminen

Ratatyövastaava varmistaa, että työryhmän yhteyshenkilöt sekä ratatyössä käytettävän liikkuvan kaluston ja ratatyökoneiden kuljettajat ovat kirjautuneina RUMAan ennen työn aloitusta

<p>TYÖTURVALLISUUS YMPÄRISTÖ Suojavälineet o Nostot o Käyttöönottotarkastukset o Liikenteen ohjaus o Varottavat kohteet o Haitalliset aineet o Ma- teriaalien käsittely</p> <p>Pohjavesialueet o Melun torjunta o Pölynsidonta o Liukkauden torjunta</p>	<p>JA</p> <ul style="list-style-type: none"> o PEREHDYTYS ANNETTU JOKAISELLE TYÖNTEKIJÄLLE o Suojavälineet; (ei työvaiheen vaatimia erityisiä suojavälineitä, työvaiheen vaatimat suojaimet...) o Nostot; (taakan muoto ja kiinnitys, merkinanto, ...) Vaativista nostoista tehtävä erillinen nostosuunnitelma o Käyttöönottotarkastukset; (tehty kaikille käsityökoneille, tarkastuksessa havaitut puutteet korjattu) o Liikenteen ohjaus; (tarvittavat suunnitelmat, tiedottaminen hoidettu, pelastusreitit varmistettu) o Olosuhteet; (laitteisto, ympäristö; melu-pöly-liukkaus torjunta) o Varottavat kohteet (laitteet, ympäristö (esim. kasvillisuus, pohjavesi) o Kemikaalit (työvaiheessa käytettävät kemikaalit, niiden käyttöturvatiedotteiden läpikäynti, kemikaalien vaaroilta suojautuminen, imeytysaineet) <ul style="list-style-type: none"> - Urakkaperehdytys on annettu jokaiselle työntekijälle - Työssä on aina käytettävä 2-luokan varoitusvaatetusta, kypärää, turvakenkiä ja silmäsuojaimia sekä työtehtävän vaatiessa muita suojaimia (esim. kuulosuojaimia). - Tarvittaessa Turvamiesvarusteet - Työkoneille on tehtävä vastaanottotarkastus ennen käyttöä. <p style="text-align: center;">YLEINEN HÄTÄNUMERO 112</p>
--	--

TYÖN

SUORITUS o

Vastuuhenkilöt o

Menetelmät

o Aikataulu o

Muut

Vastuuhenkilöt yhteistietoineen:

- o Vastaavatyönjohtaja N.N p. 040 XXXXXXXX o Työmaamestari N.N p. 040 XXXXXXXX
- o Työnaikaisista sähkötöistä vastaa N.N p. 040 XXXXXXXX o Ratatyövastaava N.N p. 040 XXXXXXXX
- o Sähköturvallisuudesta vastaava N.N p. 040 XXXXXXXX o Nimetty turvamies N.N p. 040 XXXXXXXX

Työn suoritus:

- o Kaikissa kaapelien käsittelyvaiheissa on käytettävä oikeita työmenetelmiä ja huolellista työtapaa sekä kaapelivalmistajan antamia ohjeita
- o Sähköradan tai suurjännitelinjojen läheisyydessä työskenneltäessä, kaapeliin voi indusoitua jännite, mikä voi olla vaarallinen. Kaapelit pyritään työmaadoittamaan toisesta päästä. Mikäli tämä työmaadoittaminen on mahdotonta suorittaa, suhtaudutaan kaapeleihin kuten jännitteellisiin kaapeleihin. Varsinkin katkaisutilanteissa käytetään jännitetyökaluja ja jännitetyökäsineitä. Kaapelikeloilla olevat jännitteelliseksi indusoituneet päät eristetään tarvittaessa ja vältetään niiden koskettelua työn aikana.
- o Kaapelit toimitetaan tehtaalta puisissa kaapelikeloissa. Kelat kuljetetaan ja säilytetään pystyasennossa, jotta kaapelin puolauserrokset eivät mene sekaisin. Kaapelikelojen käsittelyssä on huomioitava, ettei keloja pudotella eikä tarpeettomasti pyöritellä maata pitkin. Kaapelikeloja varastoitaessa pitemmäksi ajaksi työmaalle ne on sijoitettava niin etteivät kelat pääse itsestään tai ilkvallan takia vierimään.
- o Kaapelien kanaviin laskemiseen käytetään kaapelinlevitysvaunustoa ja Tka:ta.
- o Pienemmissä vedoissa voidaan käyttää kiskopyörin varustettua kaivinkonetta. Kelaa kannatetaan kaivinkoneella ns. kaapelikelahenkaria apuna käyttäen. Kaapeli puretaan kelalta kelan ylälaidasta kela pyörittämällä kaivinkoneen liikkeessä kiskoja pitkin. Kelaa on pyöritettävä laipasta, ei kaapelista vetämällä, jottei varsinkin ohuet kaapelit veny ja kiristy lomittain kelan pohjalla.
- o Asennusvaiheessa kaapelien päät kiinnitetään vetosukalla maastoon esim. sähköratapylvääseen. Tällä estetään kaapelin kulkeutuminen pituussuunnassa kaapelien laskun aikana. Ilmiö tulee esiin varsinkin kaapeleita kiskopyöräkoneella tai ratakoumautolla laskettaessa

- o Kaapelien jatkopaikat merkitään huolella muistiin (gps-paikannus) myöhempää työvaihetta ja kartoitusta varten ja kaapelien päihin kirjoitetaan kaapelointisuunnitelman mukaiset kaapelinumero
- o Useampaa kaapelia samanaikaisesti laskettaessa kanavaan, on paksut kaapelit levitettävä kanavaan pohjimmaisiksi. Päälle voidaan laskea ohuempia ohjaus, baliisi- tai valokaapeleita
- o Laskun aikana seurataan kaapelista mahdollisesti löytyviä pintavikoja. Vian löytyessä on veto keskeytettävä ja vika korjattava välittömästi (tai merkattava selkeästi), jotta vika-kohta ei joutuisi sellaiseen paikkaan, missä korjaus on kohtuuttoman työläs
- o Kaapelit asennetaan kanavan pohjalle suoraan ja kerroksittain paksuimpien kaapelien jäädessä alimmaisiksi. Kaapelikaivoihin jätetään löysää niin, että kaapelit kiertää kaivon pohjan ja seinämien kautta. Alitusputkien päitä ei saa tukkia kaapeliniipuilla, ja jos kaapeli viedään alitusputken kautta, on putken päähän asennettava työn ajaksi
- o Kaapelijatkot sijoitetaan kanaviin tai kanavan ulkopuolelle riippuen jatkoksen koosta o
Kaapeloinnin loputtua suljetaan kaapelikanavien ja kaivojen kannet koko osuudelta. Kansitus suoritetaan joko koneella tai käsin varmistuen, ettei kansitus riko kanavassa olevia kaapeleita. Ennen kansien laskemista varmistutaan, ettei kanavaan jää mitään ylimääräistä materiaalia, kuten sepeliä tai kiviä. Kannet ladotaan tiiviisti toisiinsa, siten, ettei kanavan ympärillä oleva sepeli ja hiekka pääse kanavaan. Rikkoutuneet kannet korjataan tai uusitaan
- o Kaapelireittiin, jossa on käytetty kanavassa valmiina ollutta vetonarua, vedetään tai asennetaan uusi vetonaru ennen kansitusta. Myös alitusputkiin asennetaan uudet vetonarut, jos sellaiset niistä puuttuu
- o Työn loppuun saattamiseen kuuluu myös työmaan siistiminen kelalautoista ja muista roskista sekä tyhjien kelojen palauttaminen joko tehtaalte tai tilaajavarastoon

Työtä koskevat suunnitelmat:

- o Kaapelireittisuunnitelmat
- o Asennussuunnitelma
- o Materiaaliluettelo (kaapelit ja jatkokset)
- o Kaapelivalmistajan asennusohjeet ja vaatimukset (mm taivutussäde)

Työkoneiden turvallinen työskentelyetäisyys työvaiheen aikana:

- o Kuvaa koneiden liikkuminen työn aikana, miten varmistetaan turvallisen työskentelyetäisyyden säilyminen
- o Huomioi lisälaitteet

- o Huomio, että työntekijät eivät saa mennä turvallista työskentelyetäisyyttä lähemmäs konetta, ellei kuljettaja keskeytä työskentelyä.

RISKIT (Riskienarvioinnissa tunnistettuja riskejä tähän työvaiheeseen yksilöitynä)	
VAARA / ONGELMA / HAITTA	VARAUTUMINEN JA TOIMENPITEET
Junaliikenteen ja raiteella tapahtuvan työmaaliikenteen vaara, alle jäänti.	Varmistetaan, että kaikilla työryhmillä on lupa ratatyöhön ja työryhmät ovat ilmoittautuneet ratatyövastaavalle.
Nostotyöt	Noudatetaan määräyksiä ja ohjeita. Käytetään tarkastettuja nostoapuvälineitä. Tarkastettava nostoapuvälineet silmämääräisesti ennen nostoa
Työskentely lähellä jännitteisiä sähköradan osia / Joutuminen liian lähelle jännitteisiä osia / Sähköisku	Sähkötyöpätevyys, jännitekatko, maadoittaminen ja jännitteettömyyden varmistaminen, työalueen varmistaminen
Olosuhteet	Helle/juomavesi, Pakkanen/oikea vaatetus, Pimeä/lisävalaistus
Laiturilla työskentely	Rajataan työ alue matkustajilta ja suojataan aidoilla avoimet kaapelikavot.
Kaapeliin indusoituneen jännitteen vaarat, kaapelin katkaisussa.	Kaapelikelojen maadoitus ennen katkaisua tai jännitetyökaluilla katkaisu sekä suojautuminen jännitetyökäsineiden käyttö.
Kaapeliin indusoitunut jännite, kaapelinpäissä.	Kaapelien päät eristetään tarvittaessa.
TYÖVAIHEEN UUDET RISKIT (Mahdolliset uudet riskit, päivitä myös projektin riskienarviointi)	
VAARA / ONGELMA / HAITTA	VARAUTUMINEN JA TOIMENPITEET

Liite 2. NRC GROUP Finland sisäinen raportti tapaturmasta

Document ID



Template

Y_Arkisto 2020 asti Tapaturmat

Level

Date

07/10/2020, 14:03

Creator

Arkisto 2020 asti Tapaturmat

Tämä tapaturmatyökalu oli käytössä vuoden 2020 loppuun asti. Käytä uusissa havainnoissa "tapaturmat" -nimistä työkalua.

Otsikko

Sähköisku kaapelia katkaistaessa

Projektinumero

Päivämäärä ja tapahtuma-aika

22/09/2020, 00:00

Vahingoittuneen työsuhde

Tapahtumapaikka

Jalasjärven liikennepaikka

(kaupunki/liikennepaikka/liikennepaikkaväli)

Tarkennus tapahtumapaikkaan

Rata-alue

Liittyykö tapahtumaan sähköturvallisuus

 Kyllä

Tapahtuman kuvaus

Turvalaitekaapelointia tehdään projektilla ratakuorma-auton ja kaapelivaunujen avulla sähköradalla. Kaapelia katkaistaessa kaapelileikkureilla työntekijä sai sähköiskun. Sähköradassa oli tapahtumahetkellä jännite päällä. Kaapeliin oli indusoitunut ajolangasta jännite. Projektilla pidetään turvallisuustuokio kaapelin turvallisesta katkaisemisesta.

Välittömät korjaavat toimenpiteet / parannusehdotukset

Yritystason toimenpiteet

Yritystason toimenpiteiden tilanne

Yritystason toimenpiteitä päätetty, toimenpiteet tehty

Korvaaminen

Sähkötöiden johtaja on päivittänyt Kaapelin asennus kaapelikanavaan kaapelivaunusta -työvaiheen TLI-suunnitelmapohjan. Lisätty teksti "Sähköradan tai suurjännitelinjojen läheisyydessä työskenneltäessä, kaapeliin voi indusoitua jännite, mikä voi olla vaarallinen. Kaapelit pyritään työmaadoittamaan toisesta päästä. Mikäli tämä työmaadoittaminen on mahdotonta suorittaa, suhtaudutaan kaapeleihin kuten jännitteellisiin kaapeleihin. Varsinkin katkaisutilanteissa käytetään jännitetyökaluja ja jännitetyökäsineitä. Kaapelikeloilla olevat jännitteelliseksi indusoituneet päät eristetään tarvittaessa ja vältetään niiden koskettelu työn aikana."

Hallinnollinen toimenpide

Aiheesta käynnistetään insinöörityö (Jännitteen indusoituminen maakaapeleihin asennusten yhteydessä). Insinöörityö alkaa vuonna 2021.

Suojaimet

Jännitetyökäsineitä toimitettu työmaalle ja ohjeistettu käyttö.

Liite 3. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma Lappeenranta ulkolaitteet kaapelointi

4.11.2021 13:05


Impact

Document ID	584828
Template	Työtehtävän turvallisuussuunnitelma
Level	
Date	21/09/2021, 08:32
Creator	



Paikka	Lappeenrannan liikennepaikka
Työtä johtaa	
Mitä työssä tehdään?	Kaapeloidaan uuden turvalaitejärjestelmän runkokaapeleita.
Arviointiin osallistujat	
Luettele jokainen työvaihe ja siihen liittyvät vaarat	<p>Ensimmäisenä katsotaan yleiskaaviosta ja runkokaapelikuvasta kaapeli ja muut sijainnit. ->voi tulla virhearvioita</p> <p>Kaapelointikuvasta selvitetään reitit ja katsotaan paikanpäällä kaapelireitit selväksi->Voi tulla virhearvioita</p> <p>Viedään kaapelit "pelipaikoille" eli kaapeloinnin lähelle niin, että ei tule suuria välimatkoja->Kaapeleita voi olla liian vähän ja joutuu hakemaan muualta jne.</p> <p>Kaapelointi aloitetaan ja nostetaan haluttu kaapelikela koneeseen, kiristetään kiinni akseli ja merkitään kaapeli ja katsotaan metrilukema->voi unohtua katsoa metrilukemaa tai unohtaa merkitä kaapeli jolloin saattaa tekemään ylimääräistä selvistystyötä</p> <p>Lähdetään esimerkiksi kaapilta mihin kaapeli tulee vetämään, joku pitää siitä kiinni ja kone lähtee tasaista vauhtia kiskoja pitkin kohti oikeeta paikkaa->Lopettaa liian aikasin pitämisen ja kaapeli tulee perässä.</p> <p>Kaapeli menee maaliin ja sitten se katkaistaan->Kaapeliin voi indusoitua virtaa joten jännitetyökaluja pitää käyttää.</p> <p>Kaapelin päät pitää aina teipata kun lopettaa. jos kaapeli ei riitä "maaliin" asti pitää jatkopaikka ottaa ylös->unohtuu</p>
Olosuhteiden aiheuttamat vaaratekijät (esimerkiksi työskentelypaikka, liikenne, sää, melu tai vuorokaudenaika)	liikenne jos on isoa niin kaapelointi hidastuu. Kaapelit pitää muistaa suojata
Tarvittavat toimenpiteet työn turvalliseen toteuttamiseen (Täytä aina huolellisesti)	RT-lupa. Kaikille selväksi vedot. Turvavaatteet ja huolellista työtä. Jännitetyökalut.

Liite 4. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma LUIMA ulkolaiteurakka ULU turvalaitekaapeleiden auras

Document ID	519533	
Template	Työtehtävän turvallisuussuunnitelma	
Level		
Date	21/05/2021, 12:40	
Creator		

Ennen uuden tehtävän aloittamista työntekijät ja työnjohto tekevät yhdessä työtehtävän turvallisuussuunnitelman.	<input checked="" type="checkbox"/>
Suunnitelma tehdään aina riskialttiista töistä (esimerkiksi nosto- tai putoamisvaaralliset työt) tai kun joku työryhmän jäsen sitä esittää	<input checked="" type="checkbox"/>
Aliurakoitsijan tekemästä suunnitelmasta jää aina kopio NRC Group Finland Oy:lle.	<input checked="" type="checkbox"/>
Päivämäärä	21/05/2021
Projektinumero	12112 1001-9001
Paikka	Joutseno-Muukko
Työtä johtaa	
Mitä työssä tehdään?	Aurataan uuden turvalaitejärjestelmän kaapeleita maan alle kiskopyöräkoneen kanssa.
Arviointiin osallistujat	
Luettele jokainen työvaihe ja siihen liittyvät vaarat	Varmistetaan kaapelit ja niiden määrät. Varmistetaan kaappien ja tp sijainnit. Viedään kaapelit lähtöpaikalle. Varmistetaan että mukana on kaapelivaroitussuuhat. Ennen työn aloittamista varmistetaan ratatyölupa. Kiskopyöräkaivinkone nousee raiteille. Varmistetaan että nostorajoitin on päällä ennen radalle nousua. Kaivamme kaappien paikat sekä tp paikat maasta. Teemme esiaurauksen jolla varmistetaan jos tulee kaapelirikkoja. Aloitetaan kaapelien levittäminen radan varteen jonka jälkeen kaapelit aurataan maahan. Jälkipeittely. Kaapeleita on valmiiksi ojassa joita on varottava. Kaapeli paikat on merkattu.
Olosuhteiden aiheuttamat vaaratekijät (esimerkiksi työskentelypaikka, liikenne, sää, melu tai vuorokaudenaika)	
Tarvittavat toimenpiteet työn turvalliseen toteuttamiseen (Täytä aina huolellisesti)	Työsuunnitelma/perehdytys käyty yhdessä lävitse.
Käytettävät koneet, työvälineet, henkilönsuojaimet, työtasot ja kulkutiet	Kiskopyöräkaivinkone+norm. työmaakohtainen varustus.


Liite 5. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma Myllykoski tilapäinen asetinlaite turvalaitekaapeloinnista

Document ID	355946
Template	Työtehtävän turvallisuussuunnitelma
Level	
Date	08/07/2020, 11:08
Creator	



Ennen uuden tehtävän aloittamista työntekijät ja työnjohto tekevät yhdessä työtehtävän turvallisuussuunnitelman.	<input type="checkbox"/>
Suunnitelma tehdään aina riskialttiista töistä (esimerkiksi nosto- tai putoamisvaaralliset työt) tai kun joku työryhmän jäsen sitä esittää	<input type="checkbox"/>
Aliurakoitsijan tekemästä suunnitelmasta jää aina kopio NRC Group Finland Oy:lle.	<input type="checkbox"/>
Päivämäärä	01/03/2020
Projektinumero	12140
Paikka	Myllykoski
Työtä johtaa	
Mitä työssä tehdään?	Turvalaitekaapelointia
Arviointiin osallistujat	
Luettele jokainen työvaihe ja siihen liittyvät vaarat	Kaapeleiden jako maastoon->kelan pyörähtäminen luiskaan, Kaapelointi->käsivamma kaapelia vetäessä
Olosuhteiden aiheuttamat vaaratekijät (esimerkiksi työskentelypaikka, liikenne, sää, melu tai vuorokaudenaika)	Vesisateella radalla liukasta, yöllä hämärää
Tarvittavat toimenpiteet työn turvalliseen toteuttamiseen (Täytä aina huolellisesti)	rauhallinen työskentely, suunnitelmallisuus, sekä riittävä perehdytys aiheeseen
Käytettävät koneet, työvälineet, henkilösuojaimet, työtasot ja kulkutiet	Kiskopyöräkaivinkone, nostoapuvälineet, henkilökohtaiset suojaimet

Liite 6. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma Oulun ulkolaitteet kaapelointi

Document ID	611097	
Template	Työtehtävän turvallisuussuunnitelma	
Level	-----	
Date	03/11/2021, 12:33	
Creator	-----	
<hr/>		
Ennen uuden tehtävän aloittamista työntekijät ja työnjohto tekevät yhdessä työtehtävän turvallisuussuunnitelman.	<input type="checkbox"/>	
Suunnitelma tehdään aina riskialttiista töistä (esimerkiksi nosto- tai putoamisvaaralliset työt) tai kun joku työryhmän jäsen sitä esittää	<input type="checkbox"/>	
Aliurakoitsijan tekemästä suunnitelmasta jää aina kopio NRC Group Finland Oy:lle.	<input type="checkbox"/>	
Päivämäärä	03/11/2021	
Projektinumero		
Paikka	Oulu	
Työtä johtaa		
Mitä työssä tehdään?	Runko- ja pienkaapelointi Oulun ulkolaitteeprojektilla	
Luettele jokainen työvaihe ja siihen liittyvät vaarat	<p>Kanaaleiden kansien käsittely: vaarana sormien litistyminen</p> <p>Kaapeleiden levitys kiskopyöräkaivinkoneella: liikkuvassa kaivinkoneessa on useita kuolleita kulmia kuljettajalla, joka täytyy huomioida jokaisella työntekijällä</p> <p>Kaapelinvetokoneella kaapeleiden veto: huomioitava litistymisvaara konetta käyttäessä</p> <p>Kaapeleiden veto henkilövoimin: vaarana kaatuminen, lihasvähdykset tai muu tapaturma</p>	
Olosuhteiden aiheuttamat vaaratekijät (esimerkiksi työskentelypaikka, liikenne, sää, melu tai vuorokaudenaika)	<p>Viikas ratapiha</p> <p>Pimeys</p> <p>Liukkaus</p>	
Tarvittavat toimenpiteet työn turvalliseen toteuttamiseen (Täytä aina huolellisesti)	<p>Toteutetaan työvaiheesta laaja perehdytys ennen töiden aloittamista. Jokaisessa kaapelinvetoryhmässä on ainakin yksi kokenut turvalaiteasentaja, joka huolehtii turvallisesta työympäristöstä ja opastaa tarpeen mukaan. Lisäksi työkalujen ja työkonien kuntoa tarkkailtava töiden edetessä, ettei rikkoontumiset aiheuta tapaturmavaaraa.</p>	
Käytettävät koneet, työvälineet, henkilönsuojaimet, työtasot ja kulkutiet	<p>Pakettiauto</p> <p>Henkilökohtaisia työkaluja</p> <p>Kiskopyöräkaivinkone</p> <p>Kaapelinvetokone</p>	

Liite 7. Työtehtävän turvallisuusuunnitelma Tampere-Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen kaapelointi

5.11.2021 10:47

Impact

Document ID 398841



Template Työtehtävän turvallisuusuunnitelma

Level

Date 08/10/2020, 07:32

Creator

Ennen uuden tehtävän aloittamista työntekijät ja työnjohto tekevät yhdessä työtehtävän turvallisuusuunnitelman.



Suunnitelma tehdään aina riskialttiista töistä (esimerkiksi nosto- tai putoamisvaaralliset työt) tai kun joku työryhmän jäsen sitä esittää



Allurakoitsijan tekemästä suunnitelmasta jää aina kopio NRC Group Finland Oy:lle.



Päivämäärä 07/10/2020

Projektinumero

Paikka

Jalasjärvi

Työtä johtaa

Mitä työssä tehdään?

Ruunkokaapelointi kiskopyöräkaivinkoneella, kaapelin katkaisu

Arviointiin osallistujat

Luettele jokainen työvaihe ja siihen liittyvät vaarat

Kaapelin katkaisu: Kaapelin Indusoitunut jännite

Tarvittavat toimenpiteet työn turvalliseen toteuttamiseen (Täytä aina huolellisesti)

Kelavaunun päältä purettavia kaapeleita on katkaistaessa käsiteltävä niin kuin ne olisi aina jännitteisiä.

Kaapelia katkaistaessa käytetään jännitetyöleikkureita

Kaapelia katkaistaessa käytetään jännitetyökäsineitä

Kaapelia katkaistaessa käsiä pidetään ainoastaan leikkureiden eristetyllä osalla. Eikä toisella kädellä samanaikaisesti kosketa muualle.