

Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat *saattavat poiketa* alkuperäisestä julkaisusta.

Julkaisun tekijä(t): Karjalainen, Johanna; Sieppi, Ensio

Julkaisun nimi: Kaapeloinnin asennus raitiovaunujen valmistuksessa

Julkaisuvuosi: 2021

Versio: Kustantajan versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Karjalainen, J. & Sieppi, E. (2021). Kaapeloinnin asennus raitiovaunujen valmistuksessa. Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan lehti: Oamk_telulainen, 2(4), 14-15.

https://issuu.com/telu_oamk/docs/telulainen_vol2_nro4

Kaapeloinnin asennus raitiovaunujen valmistuksessa

Raitiovaunun valmistuksessa ja kaapeloinnin asennuksessa on otettava huomioon asioita, jotka perustuvat asiakkaan määrittelemiін ja standardeissa määriteltyihin vaatimuksiin, tuotannossa ajan saatossa hyväksi todettuihin käytäntöihin, turvallisiin toimintatapoihin ja suunnitteludokumentaatioon. Sähkötekniikan insinööriopiskelija (AMK) Johanna Karjalainen dokumentoi projektin opinnäytetyöksi, jonka toimeksiantaja oli Skoda Transtech Oy.

Tärkein lähtökohta raitiovaunujen suunnittelulle ja valmistukselle on turvallisuus. Suunnittelussa ja valmistuksessa on noudatettava lakeja ja asetuksia. Lisäksi noudatetaan tilaajan määrittelemiін vaatimuksia ja standardeja. (1, s. 11.)

Lainsäädäntö ja standardit

Kaupunkiraideliikenteeseen, johon kuuluu metro- ja raideliikenne, sekä rataverkon hallintaan sovelletaan lakia liikenteen palveluista (320/2017) ja raideliikennelakia (1302/2018) sekä kyseisten lakien nojalla annettua määräystä kaupunkiraideliikenteestä (91446). Niiden mukaan harjoittaja vastaa liikennejärjestelmän turvallisesta käytöstä ja käyttöön liittyvien riskien hallinnasta harjoittamassaan toiminnassa. Turvallisuuden valvonnasta Suomessa vastaa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. (2; 3; 4.)

Koska tilaaja on vastuussa toiminnassaan riskien hallinnasta, tilaaja määrittää suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavat vaatimukset ja standardit (1, s. 12). Tärkein tällä hetkellä käytössä oleva raitiovaunun kaapelointiin liittyvä standardi on EN 50343 Railway applications - Rolling stock - Rules for installation of cabling, joka määrittelee vaatimukset kaapeloinnin suunnittelulle ja asennukselle rautatiekulkuneuvoissa (5). Lisäksi standardissa EN 50153 Railway applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards käsitellään yleisesti kiskokaluston sähköturvallisuutta, joka asettaa vaatimuksia myös kaapeloinnille (6).

Kaapeloinnin suunnittelu

Kaapelityyppien valinnassa on otettava huomioon ympäristö- ja palovaatimukset. Materiaalien tulee olla sopivia käyttötarkoitukseen, toimintaolosuhteisiin ja asennustapoihin. Lisäksi EMC-vaatimukset vaikuttavat kaapelivalintoihin eri käyttökohteissa. (5, s. 10–12.)

Kaapeleiden mitoituksen perustana käytetään käytönaikaista kuormitusvirtaa. Lisäksi on otettava

huomioon jännitteenalenema ja mekaaninen kesto. Myös syötön oikosulkuvirta tulee tutkia vika-suojauksen vuoksi. (5, s. 13–15, 18, 20.)

Kaapeloinnin suunnittelussa kokonaisuutena täytyy lisäksi ottaa huomioon muun muassa eri jännitealueisiin ja EMC-luokkiin kuuluvien kaapeleiden erottaminen toisistaan, kaapeleiden suojaaminen ja kiinnittäminen raitiovaunussa, kaapeleiden merkitseminen ja muun kaapelointimateriaalin vaatimukset sekä itse kytkentöjen teko. Kaapelointi asennetaan raitiovaunuun suunnitteludokumentaatios mukaisesti. Kaapeleita tai kaapelointimateriaaleja ei tule korvata muilla materiaaleilla ilman mahdollisimman tarkkaa tarkastelua, jotta kaikki kaapeloinnille asetetut vaatimukset toteutuvat edelleen. (1, s. 14, 50.)

Kaapelointi asennetaan raitiovaunuun suunnitteludokumentaatios mukaisesti.

Kaapeloinnin asennus

Kaapeloinnin asennusta tehtäessä on varmistettava, että kaapeleiden ja johtimien vaippa ja liittimet pysyvät ehjinä käsittelyn aikana (1, s. 23).

Laitteissa tai sähköpiireissä esiintyvät jännitteet luokitellaan eri jännitealueisiin nimellisarvonsa perusteella (6, s. 10). Eri jännitealueisiin kuuluvat kaapelit täytyy erottaa raitiovaunussa toisistaan joko tarpeeksi suuren etäisyyden, eristävien materiaalien tai maadoitettujen metallisten esteiden avulla (5, s. 23).



Kaapeleiden erottaminen raitiovaunun katolla

Lisäksi kaapelit luokitellaan vähintään kolmeen EMC-luokkaan. Myös eri EMC-luokkiin kuuluvat kaapelit tulee asentaa tarpeeksi erilleen toisistaan aina kun mahdollista. Teho, taajuus, kaapeleiden rinnakkain kulkema matka ja käytettyjen kaapeleiden suojaus vaikuttavat tarvittavaan etäisyyteen. Lisäksi kaapeleiden välille voidaan asentaa esimerkiksi metallisia suojia, jotka on maadoitettu vaunun runkoon. (5, s. 34.)

Poikkipinta-alaltaan 16 mm² tai pienemmille yksija moninapaisille kaapeleille täytyy asennettaessa jättää ylimääräistä pituutta tarvittaessa tehtävää uudelleenliitintää varten (5, s. 22). Lisäksi asennusvaiheessa on jätettävä vaunuun varajohtimia myöhempää tarvetta varten (5, s. 25). Kaapeleille on määritetty pienin sallittu taivutussäde, jonka kaapelimateriaalit kestävät vaurioitumatta. Kaapeleita täytyy käsitellä ja ne täytyy asentaa ja kiinnittää siten, ettei aliteta valmistajan tai standardin kaapeleille määrittämiä minimitaivutussäteitä. (5, s. 20–21.)

Kaapeloinnin kiinnityksessä käytettävissä tarvikkeissa ei saa olla teräviä reunoja ja kiinnikkeet on asetettava siten, etteivät ne vaurioita kaapeleita käytön aikana. Kaapelit on kiinnitettävä siten, ettei ylitetä suurimpia sallittuja kiinnitysvälejä, ja kaapelit on kiinnitettävä aina reunojen läheltä. (5, s. 22, 26.) Lisäksi ympäristön terävät reunat kaapeloinnin lähetyviltä on suojattava reunanauhalla tai muulla luotettavalla tavalla (5, s. 22). Kaapeleiden ja suojaputkellisten johtosarjojen läpiviennit raitiovaunun sisältä ulos ja laitekoteloiden sisälle toteutetaan erilaisilla läpivientilaipoilla, -holkeilla, -tiivisteillä, -kumeilla ja putkipäätteillä. Läpiviennit on koottava ja kiristettävä läpivientivalmistajan ohjeiden mukaan, jotta läpiviennit saadaan varmasti tiiviiksi. (1, s. 38.)

Raitiovaunun sähköliitännöissä käytetään muun muassa kaapelikenkäliitoksia ja erityyppisiä riviliittimiä ja riviliitinpistokkeita. Lisäksi käytetään erilaisia pikaliittimiä. Liittimet on kytkettävä kaapeleihin ja johtimiin ohjeiden mukaan. Kaapeliliitosten tekemiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota, koska huono liitos voi ilmetä vasta käytössä ja seurauksena voi olla liitoksen lämpiäminen ja tulipalo, laiterikko tai jopa hengenvaara. (1, s. 41.)

Huono liitos voi ilmetä vasta käytössä, ja seurauksena voi olla liitoksen lämpiäminen ja tulipalo, laiterikko tai jopa hengenvaara.

Kaikki kaapelit ja yksittäiset johtimet on merkittävä molemmista päistään. Myös liittimet on merkittävä. (5, s. 36–37.) Lisäksi jännitteiset osat, jotka voivat aiheuttaa sähköiskun, on suojattava suoraa kosketusta vastaan ja kyseiset paikat on merkittävä varoituskylteillä (6, s. 12–13).



Kaapeli- ja johdinmerkintöjä ja riviliittin- ja riviinliittinrakentöjä raitiovaunussa

Lisäksi kaikki laitteet ja osat, jotka voivat aiheuttaa sähköiskun vikatilanteen seurauksena, on maadoitettava (6, s. 15). Maadoitus on tehtävä oikein, jotta liitos pysyy kunnolla kiinni tärinästä ja kontakti on kunnossa vikatilanteen sattuessa (1, s. 52).

Kaapeloinnin testaus

Asennuksen jälkeen valmis kaapelointi on testattava (5, s. 37). Rutiinikokeena jokaiselle valmistettavalle raitiovaunulle tehtäviä, kaapelointiin liittyviä testejä on useita. Esimerkiksi eristysvastus- ja jännitemittauksella varmistetaan, että kaapeloinnin eristys täyttää sille asetetut vaatimukset (7, s. 20).

Lähteet

1. Karjalainen, Johanna 2021. Kaapeloinnin asennustyöohje raitiovaunujen valmistukseen. Oulun ammattikorkeakoulu. Sähkö- ja automaatiotekniikka. Opinnäytetyö. Hakupäivä 3.6.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021060213653>.
2. Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320. Finlex.
3. Raideliikennelaki 28.12.2018/1302. Finlex.
4. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2019. Määräys: Kaupunkiraideliikenne TRAFICOM/91446/03.04.02.00/2019.
5. EN 50343. 2014. Railway applications – Rolling stock – Rules for installation of cabling. Brussels. European Committee for Electrotechnical Standardization.
6. EN 50153. 2014. Railway applications – Rolling stock – Protective provisions relating to electrical hazards. Brussels. European Committee for Electro-technical Standardization.
7. EN 50215. 2009. Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service. Brussels. European Committee for Electrotechnical Standardization