

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

Julkaisun tekijä(t): Laurila, Tommi; Silomaa, Esa

Julkaisun nimi: Sähkönjakelun käyttövarmuus rautatieympäristössä

Julkaisuvuosi: 2023

Versio: Kustantajan versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Laurila, T. & Silomaa, E. (2023). Sähkönjakelun käyttövarmuus rautatieympäristössä. Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan lehti: Oamk_telulainen, 4(1).
https://issuu.com/telu_oamk/docs/telulainen_1-23

Sähkönjakelun käyttövarmuus rautatieympäristössä

Rautatiejärjestelmien liikenteenohjauksen turvallisuustasoa ja tehokkuutta on nostettu Suomessa toteuttamalla rata-verkon ohjaus turvalaitejärjestelmä ratkaisulla. Erittäin tärkeässä roolissa rataverkkojen turvallisuuden ja toiminnan varmistamiselle on tässä artikkelissa käsitelty turvalaitteiden UPS- varavolaimlaitteistojen modulaariset ratkaisut, jotka ovat tärkeä osa tehokasta ja varmistettua turvalaitteiden sähkönsyöttöjärjestelmää. Artikkelin pohjautuu Tommi Laurilan opinnäytetyöhön, jonka tuloksena UPS-laitteisto päivitettiin turvalaitteissa Ylivieska-Kokkola -rataosuudelle Väyläviraston erikoismääräysten mukaisiksi.

Lähes koko suomen rataverkon ohjaus toteutetaan turvalaitejärjestelmillä, mikä on nostanut rautatiejärjestelmän turvallisuustasoa ja liikenteenohjauksen tehokkuutta merkittävästi.

Teknisen kehityksen varjopuolena on syntynyt riippuvuus kyseisen turvalaitejärjestelmän toiminnasta. Turvalaitteen vika- ja häiriötilanteet näkyvät nopeasti liikenteen täsmällisyydessä, ja näin myös kuormittavat helposti liikenteenohjausta. Häiriötilanteissa vähintäänkin junanopeudet putoavat, ja pahimmillaan junaliikenne voi keskeytyä järjestelmähäiriön vuoksi kokonaan (1, s. 221). Tästä syystä turvalaitejärjestelmien suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota mm. katkeamattoman virransyötön varmistamiseksi, joka voidaan toteuttaa järkevällä laitteisto- ja varavolaimratkaisulla.

Laitteiston arkkitehtuuri

Väylävirasto edellyttää, että uudet turvalaitetilat varustetaan redundanttisella, moduulein toteutulla UPS-laitteistolla. UPS-laitteen hankinnassa suunnittelijan tulee ottaa huomioon suojauksen toimivuuden varmistamiseksi tarvittava oikosulkuvirran syöttökyky ja kuorman suuruus. UPS-laitteiston mitoituksessa voidaan kuitenkin päätyä siihen, että oikosulkuvirran suuruuden takia UPS-laite ylimitoitetaan ja kuormitusaste jää alle 10 %: in. Syötettäessä tärkeitä järjestelmiä, kuorma ei saisi ylittää 45 % UPS-järjestelmän nimellistehosta (2, s. 6)

Tavanomaisin ratkaisu sähkönsyötön varmistamiseksi on toteutettu tähän asti ns. kaksoismuunnos-UPSeilla. Tällaisen arkkitehtuurin päätarkoituksena on suojata kuormia, ja minimoida kuorman syötetyn sähkötehon häiriöt.

Kriittisten kuormien toimintavarmuuden ja vikasietoisuuden lisäämiseksi on markkinoille tullut modulaarisia UPS-laitteita. UPS-laitteen moduulit

on varustettu itsenäisen toiminnan mahdollistavilla komponenteilla, eli laitteisto koostuu useasta itsenäisestä UPS-laitteesta. Moduulin vikaantuessa rinnakkaiset moduulit huolehtivat kuormien syötöstä, joka tapahtuu katkottomasti. Tämä myös mahdollistaa vikaantuneen moduulin vaihtamisen käytön aikana, ja viankorjaus ei aiheuta häiriötä kriittisille kuormille. Onkin siis hyvin tärkeää, että laitteisto on aidosti modulaarinen, eli järjestelmässä käytetään oikeaa arkkitehtuuria. Ratkaisevaa ei ole se, kuinka monta moduulia kehikossa on, vaan se että onko UPS-järjestelmän päätöksenteko hajautettua vai keskitettyä (3).

Modulaarisuus ei tarkoita välttämättä vikasietoisuutta, koska ratkaisun liisääntynyt monimutkaisuus saattaa kokonaisuuden kannalta johtaa järjestelmän korkeampaan vikaantumisasteeseen.



KUVA 1. UPS-laitteisto turvalaitetilassa.

Sähköistetyllä rataosuudella voidaan turvalaitetilan virransyöttö ottaa tarvittaessa myös sähköratajärjestelmästä. Ajolanka-UPS-järjestelmien

toimittajana on Suomen rataverkolla pääasiassa ECM sekä ABB. Yksi syy sähköradasta otetulle virransyötölle on sen käyttövarmuus. Syy piilee 110kV:n suurjännitelinjassa, jossa on harvoin sääolosuhteista johtuvia katkoja, toisinkuin pienemmissä linjoissa. Toisena valintakriteerinä ajolankajärjestelmää valittaessa voidaan pitää laittilan sijaintia ja sen vaikutusta kustannuksiin. Laittilat sijaitsevat usein kaava-alueiden ulkopuolella, jolloin liittymän kaapelointikustannukset ja mahdolliset uuden muuntamon rakennuskustannukset jäävät liittymän tilaajan maksettaviksi (4, s. 9).

Varavoiman mahdollisuudet

Sähkönjakelun häiriötilanteessa on kriittistä huolehtia siitä, että tehon syöttö turvalaittejärjestelmille ei katkea missään vaiheessa. Suomen rataverkon turvalaitteilla pääasiallinen varavoiman lähde on 6 h käyttöä varten mitoitettu akusto. Akusto voidaan mitoitaa myös 2 h ajalle, mikäli kohteessa on ajolangasta syötetty järjestelmä, jonka rinnalla on valtakunnan verkko (5, s. 198). Useimmiten turvalaitteiloihin on edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi lisätty mahdollisuus dieselaggregaatin kytke-miseen. Dieselaggregaatit ovat yleensä peräkärryyn asennettuja, autolla hinattavia kokonaisuuksia. Näin laitteistojen kunnossapitäjä voi alueellaan toimittaa varavoiman kohteeseen, jossa sitä tarvitaan. Tällä tavalla saadaan varmistettua junaliikenteen täsmällisyys poikkeustilanteissa.

Vaikka valintakriteerit turvalaitteiden sähkönsyötölle ovat tiukat, se herättää hieman kysymyksiä laadukkaalle laitteiston määritykselle. Mikäli turvalaitetila saa sähkönsyöttönsä ajolangasta, ja syöttö katkeaa usein lyhyen ajan sisällä jännitekatkojen seurauksena, miten varmistetaan akkujen kestävyys? Onko huomioitu akuston syväpurkuominaisuudet?

Lisäksi laitteistoa suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon käyttö- ja toimintavarmuus sähkönsyötön osalta. Vaikka tarkkaa määritystä huolto-ohituskytkennälle ei ole, niin tulisi ottaa huomioon, kuinka toimitaan poikkeustilanteissa. Vaikka modulaariset UPS-järjestelmät ovatkin laadukkaita arkkitehtuurinsa ansiosta, ei voida aukottomasti väittää, että laitteet eivät menisi koskaan rikki. Tällöin huolto-ohituskytkennän katkoton toteutus häiriötilanteessa on tärkeää.



KUVA 2. Varavoima-akusto Ylivieskan liikennepaikalla

Tekniikka kehittyä, vaatimukset kasvavat. On siis selvää, että sähkönsyöttöjärjestelmien, akkuteknologian, UPS-laitteiden, sekä näihin liittyvien mahdollisten IoT-ratkaisujen lisääntyvä tarjonta markkinoilla antaa mahdollisuuksia laadukkaille toteutuksille, joilla voidaan varmistaa kriittisten kuormien tehonsyöttö poikkeustilanteissa. Lisääntyvän tarjonnan myötä tulee kuitenkin pohtia sitä, että kuinka ratkaisut löydetään kustannustehokkaasti mutta huolehtien mahdollisimman laajasta komponenttien elinkaaresta. Tässä nousee rooliin saumaton yhteistyö laitetoimittajien asiantuntijoiden sekä suunnittelu- ja tilaajaorganisaation välillä.

Lähteet

1. Järvinen, Laura & Viitanen, Jari 2014. Rautatieturvalaitteet. Helsinki: Liikennevirasto
2. Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset. 2016. Väylävirasto. Hakupäivä 20.03.2022. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/ohje_2016_turvalaitteiden_virransyottoasennusten_web.pdf.
3. Lecuona, Gerardo 2020. Aidosti modulaarinen UPS-järjestelmä vaatii erityisen arkkitehtuurin. Elektroniikkalehti. Hakupäivä 20.03.2023. <https://etn.fi/index.php/tekniset-artikkelit/10741-aidosti-modulaarinen-ups-jarjestelma-vaatii-erityisen-arkkitehtuurin>
4. Leskelä, Mikko 2018. Asetinlaitteiden virransyöttö sähköratajärjestelmästä. Oulun ammattikorkeakoulu. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 20.03.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201003064578>.
5. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet. 2021. Verkkoaineisto. Väylävirasto. Hakupäivä 20.03.2023. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-18_rato6_web.pdf

Laurila, Tommi 2023. UPS-laitteiston uusiminen turvalaitteissa. Oulun ammattikorkeakoulu. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202303284313>