

Lämpölaajenemisen vaikutukset

ELLIS

Holding Power

Tekninen artikkeli

Lämpölaajenemisen vaikutukset ovat niin suuria, että Eiffel-tornin korkeus voi vaihdella jopa 15 senttimetrillä sen mukaan, onko päivä kylmä vai lämmin. Lämpölaajenemisen huomioiminen on yleinen toimintatapa järjestelmien suunnittelussa. Tunnettuja suunnittelutekniikoita ovat muun muassa siltojen liikuntasamat sekä esijännitetyt raiteet, jotka rajoittavat lämpölaajenemisen lämpötila-aluetta. Lämpölaajenemisen huomioiminen on usein olennaista järjestelmän pitkäikäisyyden varmistamiseksi, eivätkä voimakaapeli-järjestelmät muodosta tästä poikkeusta.

Kaapelijärjestelmien lämpötilamuutosten syynä ovat yleensä ympäristön lämpötilan kausittaiset muutokset sekä piirin kuormitusvaihtelut, jotka aiheuttavat muutoksia kaapelin johtimien lämpötilaan. Kuormitusvaihteluilla on usein suurin vaikutus suunnittelulämpötila-alueeseen, joka on useimmissa sovelluksissa noin 90 °C. Kiinnitetyissä kaapeli-asennuksissa käytetään tyypillisesti kahta menetelmää lämpölaajenemisongelman ratkaisemiseen:

1) Jäykkä asennus

Jäykissä asennuksissa kaapeli vedetään suoraan, eikä sille sallita yhtään liikettä. Tämä edellyttää, että kaapelituet ovat riittävän vahvoja vastustamaan lämpömekaanisia voimia (lämpö-laajenemista ja -supistumista). Jäykät järjestelmät soveltuvat parhaiten maa-asennuksiin, joissa hyvin tiivistetty täyttömaa estää kaapelin liikkeitä. Jos jäykkää asennusta käytetään muussa kuin maa-asennuksessa, kaapeli kiinnitetään tiheästi asetettavilla kiinnikkeillä. Kuvassa 1 esitetään kiinnitetty jäykkä asennus. Kaapelin kunnollinen kiinnitys varmistaa ensinnäkin sen, että kiinnikkeet rajoittavat lämpömekaanista aksiaalista vetoa estäen kaapelin liikkeen. Toiseksi kiinnikkeet varmistavat, ettei kaapeli taitu tällaisen vedon vuoksi. Kiinnikkeet, jotka rajoittavat aksiaalista vetoa hyvin, kuten Ellisin **2A-kiinnike**, sopivat jäykkiin järjestelmiin parhaiten.



Kuva 1. Jäykkä kaapeliasennus.

2) Joustava asennus

Joustavissa järjestelmissä kaapeli vedetään mutkitellen. Mutkat voivat olla joko pystysuunnassa, jolloin kaapeli riippuu noin 7–10 metrin välein asennettujen tukien välissä (kuva 2), tai vaakasuunnassa, jolloin kaapeli mutkittelee tukirakenteen puitteissa. Mutkittelu-suunnasta riippumatta järjestelmän tarkoituksena on antaa kaapelin löystyä korkean piirikuormituksen (johtimien korkean lämpötilan) kausina ja supistua matalan käyttöasteen kausina. Näin kiinnikkeisiin ja tukirakenteeseen kohdistuva aksiaalinen veto pysyy melko pienenä. Joustavissa asennuksissa on tärkeää määrittää sopiva mutkittelu-geometria järjestelmävaatimusten mukaisesti. Tyypillisesti täytyy tarkastella metallivaipan väsymisominaisuuksia, tilarajoitteita ja kaapelin taivutusjäykkyyttä.

Pystysuuntaisesti mutkitteleviin järjestelmiin sopivat parhaiten kiinnikkeet, joiden suuri, satulamainen alusta tukee kaapelia kunnolla pitkällä jänneväleillä. Ellisin **Centaur** on erityisesti suunniteltu pystysuunnassa joustaviin järjestelmiin. Vaakasuunnassa joustavien kaapelien kiinnikkeille ei yleensä ole yhtä tiukkoja vaatimuksia. Niiden on kuitenkin oltava riittävän tukevia pitämään kaapeli paikallaan taivutuskohdissa, ja joissakin sovelluksissa taivutuskohdian väliin täytyy asentaa kiinnikkeet, jotka voivat liukua rakennetta pitkin kaapelin liikkeessä.



Kuva 2. Pystysuunnassa joustava kaapeliasennus (kuva: Balfour Beatty).

Kaapelijärjestelmien lämpökuorman huomiotta jättäminen voi aiheuttaa piirivikoja. Tyypillisesti niitä syntyy kaapelin haavoittuvissa kohdissa, joissa kaapelin hallitsematon liike voi aiheuttaa liitosten taipumista ja päätteiden vaurioitumista.

Tässä artikkelissa on vain lyhyt yhteenveto SJ-kaapelijärjestelmien suunnittelussa käytettävistä menetelmistä. Kattavat kuvaukset ovat CIGRE:n teknisissä esitteissä 194 ja 669. Ellisillä on pitkä kokemus niin joustaviin kuin jäykkiinkin järjestelmiin soveltuvien tuotteiden valmistamisesta, ja autamme mielellämme asiakkaitamme heidän projekteissaan.

Viitteet:

CIGRE, tekninen esite 194: Construction, Laying and Installation Techniques for Extruded and Self-Contained Fluid Filled Cable Systems (2001).

CIGRE, tekninen esite 669: Mechanical forces in large cross section cable systems (2016).

Harry Taylor (koneinsinööri) – 02/09/19