

Kaapelipalo ja pienjänniteverkon mitoitukset

Oikein mitoitettu sähköverkko ei tavanomaisesti käytettynä aiheuta kaapelipalooa. Mikäli vikakohdan (oikosulkukohdan) läheisyydessä on palavaa materiaalia, on mahdollista että oikosulun kipinäinti sytyttää ympäristön.

Vian (oikosulun) sattuessa puutteellisesti suojatussa kaapelissa, joka kulkee hyllyllä muiden joukossa, saattaa vika aiheuttaa suurta tuhoa ja pitkiä käyttökeskeytyksiä. Kaapeli lämpiää koko matkaltaan ja on sattumaa missä muut kaapeliviat matkan varrella tapahtuvat. Pahimmassa tapauksessa on seurauksena ketjureaktioita jossa vioittunut kaapeli vioittaa viereistä kaapelia jne. Jos kyseessä on esimerkiksi ohjauskaapeli, joka kulkee nipussa pystyhyllyllä, niin ympäristön lämpötila voi nousta niin korkeaksi että PVC eristetytkin kaapelit ylläpitävät paloa.



Kuten kuvasta huomataan, PVC eristetty kaapeli ei jatka paloa. Heti kun sähköt katkaistaan, pysähtyy kaapelin palo. Pystyhyllyllä jossa on paljon ohjauskaapeleita voi käydä niin että sähköteho yhdessä PVC:n kanssa lämmittää ympäristön lämpötilan niin korkeaksi että kaapelipalo jatkuu jonkin aikaa vaikka sähköt on katkaistu.

Kaapelipalooa ajatellen tulee mitoituksissa aina pyrkiä mahdollisimman lyhyisiin laukaisuaikoihin. Suojat laukaisevat vasta ajan kuluttua, aikaa riippuu vikavirran suuruudesta ja suojan laukaisukäyristä. Sähköteho lisää aina palokuormaa ja levittää näin kaapelipalooa. PVC eristetty kaapeli vaurioituu lämpötilassa 140...160 C° ja PEX eristetty kaapeli kun lämpötila nousee yli 250 C°. Kun kaapelin eristys pehmenee tai sulaa pääsevät johtimet siirtymään ja seurauksena on eristysvastuksen pieneneminen ja lopulta läpilyönti (oikosulku). Ennen täydellistä oikosulkuu syntyy pysyviä tai hetkellisiä valokaaria joka sytyttää sulaneen eristyksen. Lähteen 1 mukaan valokaaren lämpötila on tavallisesti 3000...4000 C°.

Kun PVC palaa syntyy kloorivetyä joka yhdessä ilman kosteuden kanssa muodostaa suolahappoa. Suolahappo syövyttää metallipintoja ja tiivisteitä. Suolahappo aiheuttaa myös betonille ongelmia. Lähteen 1 mukaan tavanomaisessa betonissa voidaan sallia 0,4 % ja esijännitetyssä betonissa vain 0,01 % suolahappoa. Palaessaan 1 kg PVC pystyisi siis teoreettisesti tuhoamaan 50 kg tavallista betonia ja 2000 kg esijännitettyä betonia. Edellytyksenä on että koko kloorivety määrä imeytyy betoniin (lähde 1). Tämä on yksi tärkeä syy miksi kaapeliasennus kannattaa varustaa sprinklereillä. Palon sammuttamisen lisäksi vesi huuhtoo ja laimentaa syntyvää suolahappoa.

Alla luetellaan lyhyesti muutamia asioita jotka on hyvä huomioida sähköistyksen suunnittelussa ja mitoituksessa erityisesti kaapelipaloa ehkäisemistä ajatellen:

- Pyri mitoituksissa aina mahdollisimman lyhyeen laukaisuaikaan. Sähköasennusmääräykset sallivat kiinteille asennuksille 5 s laukaisuaajan. Käyttämällä virtaa rajoittavia katkaisijoita ja johdonsuojakatkaisijoita päästään oikosulkusuojauksessa alle 0,2 s laukaisuaikoihin. Mikäli johdonsuojakytkimen tai katkaisijan oikosulkuarvot eivät ole riittäviä käyttää sulakkeita oikosulkuvirran rajoitukseen. Katkaisijoiden yhteyteen asennettavat elektroniset ylikuormitusreleet lyhentävät myös ylikuormitukseen liittyviä laukaisuaikoja. Vertailuja eri suojaustavoista voit tehdä ohjelmalla [Selektiivisyys](#).
- Vältä sulakkeen käyttöä ainoana suojana. Sulake on hyvä oikosulkusuoja mutta ylikuormitussuojana sen ominaisuudet eivät ole yhtä hyvät. Nimellisvirraltaan ”liian suuret” sulakkeet eivät suojaa kaapelia vikavirran ollessa ylikuormitusalueella. Sulaketyypin tai valmistajan vaihto edellyttää että mitoitus tarkistetaan. Jos jostain syystä kuitenkin käytät sulaketta ainoana suojana, niin mitoita sulake kaapelin salliman kuormituksen mukaan ohjelmalla [Sulake ylikuormitussuojana](#).
- Moottoripiireissä tulee kontaktori mitoittaa niin että katkaisukyky on riittävä. Jos kontaktori hitsautuu, on piirin ainoana suojana oikosulkusuojaksi mitoitettu sulake. Vikakohdan ylimenovastus määrittää vikavirran suuruuden jolloin sulake ei välttämättä laukaise piiriä. Seurauksena on kaapelin lämpiäminen yli sallittujen arvojen. Jos et itse suorita mitoitusta varmista että valmistaja on testannut kojeyhdistelmän (lähde 3) standardien mukaisesti. Pitkät käynnistysajat vaativat erityistä huomiota. Mitoitus tulee aina tarkistaa jos käytetään testistä poikkeavaa sulakevalmistajaa tai poikkeavia kojeita. Apuna mitoituksessa voi käyttää [Selektiivisyys](#) tai [Koordinaatio](#) ohjelmia.
- Kaapelin impedanssi yhdessä vikapaikan ylimenovastuksen kanssa vaikeuttavat suojien laukaisua. Vaikka ”ylipitkä kaapeli” ei sytytä kaapelipaloo on sen sähköteho lisäämässä palokuormaa kun kaapelipalo syttyy muista syistä. Laukaisuehtojen täytyminen voidaan tarkistaa ohjelmilla [Mitoitus](#), [Pituus](#) ja [VM pituus](#). Samalla varmistat että kaapelin lyhytaikainen virtakestoisuus ei ylity.
- Etenkin ohjausjännitepiirit voivat levittää kaapelipaloo. Vikavirrat kulkevat kaapeleissa molempiin suuntiin ja kaapelit asennetaan yleisesti nippuihin. Ohjauskaapelien kuormitusvirrat ovat pieniä mutta kaapelipalossa niissä kulkee vikavirtoja jotka saattavat nostaa kaapelin lämpötiloja yli nippuasennuksessa sallittujen arvojen.
- Tarkista taajuusmuuttajapiirien (säädettävät käytöt) kaapelien mitoitus valmistajien käyttöohjeista. Varmista että suojat asetellaan käyttöolosuhteita vastaavaksi käyttämällä käyttöönnotossa valmistajan valtuuttamia käyttöönottajia.

- UPS piirien mitoituksessa tulee varmistaa että piirit on suojattu kaikissa toimintavaihtoehdoissa (invertteri-, akku- ja ohituskäyttö). **UPS-selektiivisyys** ohjelma auttaa sinua mitoituksessa.
- Akkupiiritkin on syytä mitoittaa tavanomaiseen tapaan huomioiden että kyseessä on tasajännite. Akkupiirit liittyvät usein myös sähkön katkaisumahdollisuuksiin. **AKKU** ohjelmalla suoritat mitoitukset kätevästi.

Sitten vielä muutamia ajatuksia muista kaapelipaloon liittyvistä suunnittelusta:

- Kaapeliksi on hyvä valita PVC eristettyjä kaapeleita. PE eristetty kaapeli ei ole itsestään sammuva ja levittää näin kaapelipalooa. Etenkin instrumenttikaapelina käytetään PE eristettyjä yhdistelmä kaapeleita. Kun kaapeli tuhoutuu, edesauttaa instrumentti-ilma myös paloa.
- Läpivientien tiivistäminen kaapelitilojen ja teollisuustilojen sekä kerrosten välillä rajoittaa tavanomaisen palon leviämistä. Vikavirrat kulkevat tiivistyksien läpi ja polttavat eristyksen johtimien ympäriltä, jolloin tiivistykseen syntyy reikiä. Tiivistys palomassalla rajoittaa kuitenkin jonkin verran lämpimien palokaasujen leviämistä tilasta toiseen ja estää itsestään palavien kaapeleiden paloa.
- Sprinklerin käyttö on suositeltavaa kaapelikellareissa, kaapelitunneleissa ja teollisuustiloissa kun päällekkäisiä hyllyjä on useita. Kun sprinklereitä käytetään, on huomioitava myös sammutusveden viemärointi. Sen lisäksi että sprinkleri jäädyttää paloaluetta ja sammuttaa paloa niin se myös huuhtelee ja laimentaa PVC palossa syntyviä suolahappoja.
- vältä kaapelien kuljettamista sähkötiloissa. Kaapelikellari, kaapelien vienti alaspäin ja läpivientien tiivistäminen on mahdollisen kaapelipalon vahinkojen rajoittamisen kannalta, paras ratkaisu.
- voima ja ohjauskaapelit on edullista asentaa omille hyllyille.
- suunnittele hyllyreititys niin että suuria kaapelikeskittymiä ei synny. Tämä koskee etenkin pystyhyllyjä jossa kaapelien oma palokuorma saattaa riittää ylläpitämään paloa. Käytä mieluummin useita reittejä jolloin kaapelin lukumäärä ja samalla vahingot rajoittuvat.
- valaistuskaapelit pitää aina rinnastaa voimakaapeleihin ja niitä ei saa niputtaa. Valaistuskaapelit ovat tehtaan eninteen kuormitetut kaapelit.
- ohjauskaapeleita tulisi asentaa maksimissaan kahteen kerrokseen hyllylle. Vaikka ohjauskaapelien kuormitusvirta on pieni, niin vikavirrat voivat nipun keskellä saavuttaa arvoja jotka sulattavat eristyksen ja mahdollistavat kaapelipalon.
- huomioi kaapelireittisuunnittelussa kuljetustiet, nostoluukut jne. joissa kaapelit ovat alttiina mekaanisille vaurioille.
- suojaa kaapelit paikoissa jossa ne ovat alttiit mekaanisille vauriolle (lattialäpiviennit jne.).

- kaapelien mitoitus suoritetaan määrättyyn ympäristölämpötilaan (25–35 °C). Prosessitiloissa on huomioitava että hyllyreittejä ei viedä tiloissa jossa lämpötila on tätä suurempi tai vaihtoehtoisesti on kaapelilajin valinta ja mitoitus suoritettava niin että huomioidaan korkeampi ympäristölämpötila.
- palosammutukseen liittyvät kaapelireitit ja kaapelien tyyppi valinnat tulee suorittaa huolella määräyksiä noudattaen (esimerkiksi sprinkleripumput, ilmastoinnin ohjaus, sähköjen poiskytkemiseen tarvittavat ohjaukskaapelit jne.).

Kaapelipalon jälkeen on (lähde 1):

- kaikki tilat tuuletettava mahdollisimman nopeasti.
- metallipintojen pinnat pestävä pinta-aktiivisella aineella ja sen jälkeen käsiteltävä ruosteenesto öljyllä.
- huokoiset betonipinnat on harjattava ennen kuin kloorivety ehtii tunkeutua pintakerrosta syvemmälle.

Lisäksi on huomioitava että kaapelipalossa:

- suolahappo vahingoittaa tiivisteitä.
- palon kuumuus vahingoittaa laitteita monella tavalla (esimerkiksi öljyputkisto voi koksata).
- prosessilaitteet voivat pysähtyä tai käynnistyä virheellisessä järjestyksessä. (esimerkiksi tiivistevesipumppujen pysähtyminen vaikka pumput pyörivät).
- sähkölaitteet kuten ohjaukoskettimet, elektroniikkakortit jne. voivat myös vahingoittua (kunnon tarkistus ja mahdollisesti seuranta).
- savukaasut leviävät ympäristöön jossa ne saattavat vahingoittaa laitteita.

Lähdekirjallisuus:

- (1) Voimakaapelit ja asennusjohdot. Oy NOKIA Ab Kaapelitehdas 1975
- (2) Dimensionering med hänsyn till utlösningvillkoret: SS 424 14 05
- (3) SFS käsikirja 177
- (4) SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset
- (5) Laiteopas. ACS800-07-taajuusmuuttajat (45..560 kW). 3AFE64787322 RevC F1
- (6) Vesisammutus ja savunpoistojärjestelmien vuorovaikutus. Finanssialan keskusliitto