

SF6- KAASUA SISÄLTÄVIEN LAITTEISTOJEN JA KAASUN KÄSITTELY

T-007

16.2.2024
Kuosmanen

16.2.2024

Sisällys

T-007 SF6- KAASUA SISÄLTÄVIEN LAITTEISTOJEN JA KAASUN KÄSITTELY	2
1. Yleistä	2
2. Terveysvaarat ja suojatoimenpiteet	2
2.1.1. Liian suuren kaasupitoisuuden aiheuttamat vaarat	2
2.1.2. Kaasun hajoamistuotteiden aiheuttamat vaarat	2
2.1.3. Ylipaineen aiheuttamat vaarat.....	3
3. Kaasun käsittely huolloissa, asennuksissa ja laitepoistoissa	3
4. Kaasutilan tyhjennys ja kaasun kierrätys	4
5. Uuden kytkinlaitteiston lisääminen HSV:n sähköverkkoon tai varastoon	5
6. Kytkinlaitteiston poistaminen HSV:n sähköverkosta tai varastolta	5
7. Kojeiston ja kojeistotilan käsittely valokaarivaurion jälkeen	6
8. Uuden ja käytetyn kaasun kuljettaminen.....	6
Pikaohje SF6-palamistuotteiden hävittämiseksi	8
Yleisiä ohjeita.....	8
Työskentely palamistuotteita sisältävien laitteiden kanssa	8
Jätteen käsittely ja neutralointi:	9

16.2.2024

T-007 SF₆- KAASUA SISÄLTÄVIEN LAITTEISTOJEN JA KAASUN KÄSITTELY

1. Yleistä

Helen Sähköverkko Oy:n (myöhemmin HSV) töissä on noudatettava tätä ohjetta SF₆- kaasua sisältävien laitteistojen kuljettamisessa, varastoinnissa, asentamisessa, käytössä ja käytöstä poistossa sekä SF₆- kaasun käsittelyssä.

Valtioneuvoston asetus 766/2016 antaa tarkemmat ohjeet kaasua sisältävien laitteistojen ja kaasun käsittelijän pätevyysvaatimuksista.

SF₆- kaasu on elektronegatiivinen kaasu, jolla on ilmaa parempi sähkölujuus ja hyvä lämmönsiirto, jotka yhdessä tekevät siitä erinomaisen valokaaren sammutuskaasun. Se on myrkytön, palamaton, hajuton ja väritön kaasu, jonka tiheys on noin viisinkertainen verrattuna ilmaan, joten se kerääntyy alimpiin paikkoihin kuten kaapelikellareihin ja lattiasyvennyksiin.

HSV:llä SF₆-kaasua käytetään muuntamoiden ja sähköasemien 10-110 kV kaasueristeisissä kytkinlaitoksissa ja katkaisijoissa.

2. Terveysvaarat ja suojatoimenpiteet

Puhdas SF₆-kaasu on myrkytöntä, mutta siitä voi aiheutua vaaraa liian suuren pitoisuuden, siinä olevien palamistuotteiden tai sähkölaitteissa vallitsevan ylipaineen takia.

2.1.1. Liian suuren kaasupitoisuuden aiheuttamat vaarat

Hengitysilman SF₆-kaasupitoisuuden ylittäessä 19 tilavuusprosentin, aiheutuu hapen puutteesta tukehtumisvaara. Tällaisia pitoisuuksia voi esiintyä tuulettamattomien avattujen kaasukoteloiden sisällä sekä vuototilanteissa ahtaiden, suljettujen SF₆-laittilojen lattialla, kellareissa ja kaapelikanavissa. **Vuototilanteissa SF₆-pitoinen ilma on poistettava koneellisella ilmanvaihdolla.**

2.1.2. Kaasun hajoamistuotteiden aiheuttamat vaarat

Mikäli kojeistotilassa työskenneltäessä kuuluu voimakasta sirinää, tapahtuu murtokalvon rikkoutuminen tai tuntuu pistävää kaasun hajua, on tilassa olevien henkilöiden välittömästi suojattava hengityksensä kankaalla ja poistuttava tilasta tai ulkotiloissa poistuttava kojeiston läheisyydestä. Vaarana em. tilanteissa on altistuminen hajonneen SF₆-kaasun palamistuotteille.

Hajonnut SF₆-kaasu voi reagoida kemiallisesti rakenneaineiden, esim. katkaisijan tai erottimen koskettimissa palaneen ja höyrystyneen aineen

16.2.2024

kanssa. Reaktiossa syntyy kaasumaisia rikkifluorideja ja kiinteitä pölymäisiä metallifluorideja sekä veden tai ilman kosteuden läsnä ollessa myös fluorivetyä ja rikkidioksidia. Jotkut näistä hajoamistuotteista ovat tunnistettavissa epämiellyttävästä, pistävästä hajusta. Osa SF₆-kaasun hajoamistuotteista on ihoa, silmien limakalvoja ja hengitysteitä ärsyttäviä ja syövyttäviä.

Huonetilaan, johon myrkyllistä kaasua on päässyt valokaarivian seurauksena, ei saa mennä ennen tilan perusteellista tuulettamista. Tuuletuksen jälkeen tilassa on käytettävä hengityssuojaimia, suojakäsineitä ja suojahaalareita, kunnes tila on perusteellisesti siivottu. Hengityssuojaimina voidaan käyttää joko kertakäyttöisiä suojaimia P2 tai kaasusuodattimia B2P3. Ulkopuolisten henkilöiden pääsy tilaan on estettävä ja informoitava myös pelastuslaitosta tarvittaessa.

2.1.3. Ylipaineen aiheuttamat vaarat

SF₆-kaasua käytetään sähkölaitteissa paineistettuna ylipaineeseen. Kytkinlaitteita tai kojeistoja käsiteltäessä tulee noudattaa erityistä varovaisuutta em. ylipaineen takia. Vapautuessaan nopeasti kaasun äkillinen paisuminen alentaa sen lämpötilaa, joka voi laskea alle nollan celsiusasteen. Purkautunut kaasu voi aiheuttaa paleltumavammoja, niitä voidaan ehkäistä suojavaatetuksella.

3. Kaasun käsittely huolloissa, asennuksissa ja laitepoistoissa

HSV:n töissä SF₆-kaasua saa käsitellä vain henkilöt, joilla on voimassa oleva asetusten ja lakien mukainen sertifiikaatti.

Käsiteltäessä kaasua huoltovaunulla (tai kaasun täyttölaitteella ja pullolla) tulee työn aikana pitää kaasutaseesta SF₆-pöytäkirjaa, johon kirjataan kaikki laitteistoihin tehdyt kaasumäärien muutokset vähintään seuraavilla tiedoilla:

- Kojesto ja kaasutila johon kaasua on lisätty, lisätyn kaasun määrä (kg) ja mistä pullosta kaasua on lisätty sekä tapahtuman päivämäärä ja tekijä
- Kojesto ja kaasutila, josta kaasua on poistettu, poistetun kaasun määrä (kg) ja mihin pulloon kaasua on siirretty sekä tapahtuman päivämäärä ja tekijä
- Käytöstä poistettujen laitteiden sisältämä kaasun määrä, niistä talteen otettu kaasun määrä ja eteenpäin toimitettu kaasun määrä
- Mihin huonolaatuinen kaasu on toimitettu hävitettäväksi

Pöytäkirja toimitetaan työn päätyttyä tilaajalle HSV:n kaasutaseen ylläpitoa varten.

16.2.2024

4. Kaasutilan tyhjennys ja kaasun kierrätys

Laitteistoista tyhjennettävän kaasun talteen ottamista varten olevissa ”tyhjissä” siirtopulloissa (40 kg) tulee pitää varastoinnin aikana 0,1 bar ylipaine uutta puhdasta SF₆- kaasua. Puhtaat ja huonolaatuiset kaasut on tallennettava eri säiliöihin, joiden tulee olla merkitty ohjeessa myöhemmin esitellyllä tavalla. Kaasun laatu on analysoitava seuraavan jaon mukaisesti ennen kaasun tyhjennystä laitteistosta sopivaan varastosäiliöön:

- Valokaarelle altistumattomasta kaasusta analysoidaan kastepiste ja SF₆ kaasupitoisuus. Valokaarelle altistumatonta kaasua on erottimien tai katkaisijoiden koskettimia sisältämättömien vikaantumattomien kaasutilojen sisällä.
- Normaalille valokaarelle altistuneesta kaasusta analysoidaan SO₂ (rikkidioksidi) pitoisuus, kastepiste, ja SF₆-kaasupitoisuus. Tällaista kaasua on erottimien ja katkaisijoiden koskettimia sisältävissä vikaantumattomissa kaasutiloissa.
- Voimakkaasti valokaarelle altistunut ns. ”likainen” kaasua toimitetaan aina asianmukaisesti hävitettäväksi.

Seuraavassa taulukossa 1 on esitetty uudelleen käyttöön kelpaavan kaasun epäpuhtauksien enimmäisarvot

Taulukko 1 Uudelleen käyttöön kelpaavan kaasun epäpuhtauksien enimmäisarvot

Ei reaktiiviset kaasut	(ilma, CF ₄)		<2 %	tilavuudesta
Reaktiiviset kaasut	(kokonaismäärä 4xSO ₂)		50	ppmv

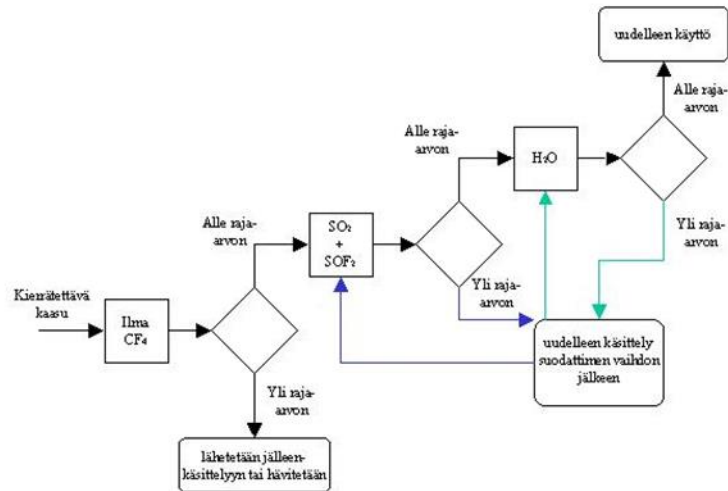
Kosteuspitoisuus			
Mittauspaine	pitoisuus	Kastepiste	
Nesteytetty kaasu 0°C	120 ppmv		
500 kPa paineessa (5 bar)	320 ppmv	-15	°C
100 kPa paineessa (1 bar)	1600ppmv	-18	°C

Ohjeen raja-arvot ja luokitukset perustuvat standardeihin, lakeihin, asetuksiin ja Cigren antamiin suosituksiin.

Jos kaasun puhdistamisella ei toistuvasta käsittelystä huolimatta päästä annettujen enimmäisarvojen alle, on kaasua toimitettava joko asianmukaiselle jälleenkäsittelylaitokselle regeneroitavaksi tai hävitettäväksi ongelmajätelaitokselle. ”Likaisen” kaasun käsittelyn jälkeen on kaasuvaunun suodattimet vaihdettava uusiin kaasun kierrätyskelpoisuuden varmistamiseksi.

16.2.2024

Alla olevassa kaaviossa on esitetty menettely kaasun kierrätyskelpoisuuden varmistamiseksi.



5. Uuden kytkinlaitteiston lisääminen HSV:n sähköverkkoon tai varastoon

Asennettaessa uusia SF₆-kaasua sisältäviä laitteita HSV:n sähköverkkoon tulee tilaajalle toimittaa vähintään seuraavat tiedot:

- laite tai laitteisto ja sen asennuspaikka verkolla (sähköasema, muuntamo, varaosavarasto)
- laitteiston sisältämät kaasun määrät eriteltyinä kaasuosastoittain, jos osastoja on useampia
- asennus- tai toimituspäivämäärä ja toimittaja

Lisäksi toimittajan tulee huolehtia, että laitteeseen on merkitty sen sisältämä kaasun määrä (esim. arvokilvessä).

6. Kytkinlaitteiston poistaminen HSV:n sähköverkosta tai varastolta

Kaikki HSV:n kaasua sisältävät laitteet on kirjattu SF₆-kaasutaseeseen. HSV:llä taseen ylläpitämisestä vastaa siihen nimetty henkilö. Poistettaessa laitteita käytöstä, tulee kaasun määrän muutoksista toimittaja pöytäkirja tilaajalle, joka ilmoittaa ne edelleen taseesta vastaavalle henkilölle kohdassa 3 mainitulla tavalla. Sähköaseman kojeistojen ja muuntamoiden RMU-kojeistojen muista kuin koskettimia sisältävistä kaasutiloista otetaan kaasu talteen siihen hyväksytyllä talteenottolaitteistolla. Kaasun laatu analysoidaan ja se hävitetään tai käytetään uudelleen riippuen kaasun

16.2.2024

laadusta. Koskettimia sisältävien kaasutilojen kaasu toimitetaan asianmukaisesti kierrätettäväksi tai hävitettäväksi.

Kaasun talteen oton jälkeen RMU-kojeiston voi hävittää metalliromuna. Vaihtoehtoisesti RMU-kojeiston voi lähettää valmistajalle kaasuineen, jolloin valmistaja huolehtii kaasujen poistamisesta ennen kojeiston romutusta.

7. Kojeston ja kojeistotilan käsittely valokaarivaurion jälkeen

Vaurioitunut kojeisto ja kojeistotila on puhdistettava pölymäisistä hajoamistuotteista imuroimalla ja neutralointipesulla. Puhdistamisen yhteydessä poistetaan myös SF₆- säiliöstä mahdolliset niissä olevat absorbointipussit. **Kaikki siivousjätteet ovat ongelmajätettä ja ne on pakattava kaksinkertaiseen PVC-säkkiin ja toimitettava asianmukaiseen jätteenkäsittelylaitokseen.**

Ehjistä kaasutiloista otetaan kaasu talteen. **Vaurioituneet SF₆- kaasutilat voidaan neutraloida käyttämällä vähintään 24 tunnin ajan 3 % soodaliuosta.** Vahingoittuneen kojeiston kaasutila voidaan täyttää ao. aineella ja absorboineet pinnat voidaan pestä samalla liuoksella. Käsittelyn jälkeen soodaliuoksen voi poistaa viemäriin. Lopuksi vahingoittunut kojeisto toimitetaan hävitettäväksi.

8. Uuden ja käytetyn kaasun kuljettaminen

Kuljetuksen kannalta SF₆ kaasu voidaan jakaa neljään eri luokkaan:

1. Uusi kaasu ja käytetty kierrätyskelpoinen kaasu. Uuden kaasun kuljetusastia merkitään tekstillä "Uusi SF₆ kaasu". Käytetyn kaasun kuljetusastiaan merkitään teksti "Käytetty SF₆ kaasu, käyttökelpoinen sähkölaitekäyttöön". Rahtikirjaan merkintä "UN 1080 Rikkiheksafluoridi".
2. Käytetty kierrätyskelvoton myrkytön ja syövyttäviä aineita sisältämätön kaasu (käyttökelvottomuuden aiheuttaa ei reaktiiviset epäpuhtaudet ilma tai CF₄). Myrkyllisten ja korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien kokonaismäärä ei saa ylittää 200 ppmv. Kuljetusastia merkitään tekstillä "Käytetty SF₆ kaasu, ei sovellu sähkölaitekäyttöön ilman jälleenkäsittelyä, myrkytön". Rahtikirjaan merkintä "UN 1080 Rikkiheksafluoridi".
3. Käytetty kierrätyskelvoton myrkyllisiä aineita sisältävä kaasu (käyttökelvottomuuden aiheuttaa SO₂, SOF₂). Myrkyllisten ja korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien kokonaismäärää ei käyttöpaikalla saada alennettua alle 200 ppmv ja HF pitoisuus ei ylitä 1000 ppmv. Kuljetusastia merkitään tekstillä "Käytetty SF₆ kaasu, ei sovellu uudelleenkäyttettäväksi ilman jälleenkäsittelyä,

16.2.2024

myrkyllinen”. Rahtikirjaan tehdään merkintä ”UN 3162 Nesteytetty kaasu, myrkyllinen n.o.s”.

4. Käytetty kierrätyskelvoton myrkyllistä ja korroosiota aiheuttavia aineita sisältävä kaasu (käyttökelvottomuuden aiheuttaa SO₂, SOF₂, HF ja H₂O). Kaasun HF pitoisuus ylittää 1000 ppmv. Kaasun kuljetukseen vaaditaan korroosion kestävä kuljetusastia. Tällainen astia on vuokrattavissa esimerkiksi kaasun valmistajalta. Astia merkitään tekstillä ”Käytetty SF₆ kaasu, ei sovellu uudelleenkäytettäväksi ilman jälleenkäsittelyä, myrkyllinen ja korroosiota aiheuttava. Rahtikirjaan tehdään merkintä ”UN 3308 Nesteytetty kaasu, myrkyllinen ja korroosiota aiheuttava n.o.s”.

Seoskaasua sisältävä kuljetusastia merkitään lisäksi tekstillä ” SF₆:n ja typen seoskaasu”.

Rahtikirjan lisäksi kuljetuksessa on aina oltava mukana käyttöturvallisuustiedote SF₆Rikkiheksafluoridi ja soveltuva sammutin.

Kohtien 1 ja 2 kaasu kuuluu kuljetuskategoriaan 3 (luokka 2; A tukahduttava). Kuljetuksen vapaaraja on 1000 kuljetusyksikköä (netto) kerroin 1. Vapaaraja ei käytännössä meidän kuljetuksissamme ylity, joten muita VAK-asiakirjoja ei tarvita.

Kohtien 3 ja 4 kaasu kuuluu kuljetuskategoriaan 1 (luokka 2; T myrkyllinen ja TC myrkyllinen ja syövyttävä). Kuljetuksen vapaaraja on 20 kuljetusyksikköä (netto) kerroin 50. Vapaaraja saattaa joissain tapauksissa ylittyä, jolloin kuljetus on varustettava täydellisillä VAK-asiakirjoilla ja kuljettajalla on oltava VAK-hyväksyntä. Kuljetus voidaan myös antaa hyväksytyt ongelmajätteiden kuljetusyhtiön tehtäväksi, jolloin kuljetuksen tilaajan vastuu päättyy, kun kuljetusliikkeelle on annettu paikkansapitävät tiedot ja kuljetettava aine on lastattu kuljetusyhtiön ajoneuvoon.

Ns. sekakuljetuksista löytyy lisätietoa kirjasta ”Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä”.

16.2.2024

Pikaohje SF₆-palamistuotteiden hävittämiseksi

Yleisiä ohjeita

Työhön osallistuvien henkilöiden on luettava ja ymmärrettävä tämä ohje ennen palamistuotteiden käsittelytyön aloittamista.

Ulkopuoliset henkilöt on pidettävä poissa tilasta, missä käsitellään vaurioituneita SF₆-kojeistoja tai muita mahdollisia vaarallisia palamistuotteita. Työmaalla on aina varauduttava onnettomuuksiin ja tulipaloihin pitämällä tilassa ensiaputarvikkeita ja sammutusvälineitä. Lisäksi poistumistiet on pidettävä aina vapaina.

SF₆-palamistuotteet ovat myrkyllisiä, ja ne voivat aiheuttaa monia eri haittoja joutuessaan kosketuksiin ihon tai silmien kanssa. Oireina voi olla mm. ihon, silmien ja limakalvojen ärsytystä. Suuret määrät altistusta saattavat aiheuttaa kurkun, keuhkojen, sydämen ja verenkiertoelimistön vaurioita. Pienetkin määrät palamistuotteita antavat seuraavia varoitusmerkkejä ennen vakavampia myrkytysoireita:

- vahva rikintuoksuinen haju
- nenän, suun ja silmien ärsytys

Kaikissa olosuhteissa on huolehdittava, että palamistuotteet eivät pääse kosketuksiin ihon, silmien tai vaatteiden kanssa. Jos palamistuotteita pääsee kosketuksiin ihon kanssa, täytyy ne pestä välittömästi pois runsaalla vedellä. Ennen työssä pidettävää taukoa on suositeltavaa pestä naama, niska sekä kädet. Syöminen, juominen, ruokien säilytys ja tupakointi on kiellettyä tilassa, jossa on mahdollisia palamistuotteita.

Työskentely palamistuotteita sisältävien laitteiden kanssa

Ennen kuin avataan laitteen kaasutila, jossa epäillään olevan palamistuotteita, on puettava kasvot peittävä hengityssuojain, suojahaalari sekä suojahanskat. Tärkeintä on pyrkiä peittämään kaikki paljas iho sekä normaalit vaatteet suojavaatteilla.

Ennen kuin vaurioituneen kojeiston tai laitteen kaasutilasta poistetaan SF₆-eristekaasu, on kaasu analysoitava siihen tarkoitettulla mittalaitteella. On suositeltavaa käyttää erillistä esisuodatinta kaasutilan ja kaasuvaunun välillä (jos sellainen on käytettävissä).

Riittävästä ilmanvaihdosta tulee huolehtia erityisesti, kun avataan tiloja, joissa on mahdollisesti palamistuotteita (esim. katkaisijatilat).

Palamistuotteet (kiinteä pöly) imuroidaan riittävällä suodattimella (>1 µm kokoiset partikkelit) varustetulla imurilla. Tarttunut pöly pyyhitään kuivalla nukkaantumattomalla kankaalla.

16.2.2024

Jätteen käsittely ja neutralointi:

Kaikki puhdistustöissä käytetyt vaatteet, rätit, hanskat yms. tarvikkeet tulee kerätä ja neutraloida työn päätyttyä. Näin varmistutaan, että tarttuneet palamistuotteet tehdään vaarattomiksi. Imurin suodatinta ja pölypussia ei kuitenkaan neutraloida, vaan ne hävitetään ongelmajätteenä (sisältävät raskasmetalleja).

Yllä mainitut tarvikkeet neutraloidaan 3 % soodaliuoksessa (Na_2CO_3). Liuos valmistetaan noin 100 litran muoviasiassa suhteessa 1,5 kg soodaa ja 50 litraa vettä.

Tarvikkeet pidetään liuoksessa 24 tuntia, jonka jälkeen liuoksen pH luku tulisi olla 6-10. Jos liuos on kuitenkin tämän jälkeen hapanta (pH luku alle 6), tulee soodaa lisätä, kunnes haluttu pH arvo on saavutettu.

Tämän jälkeen tarvikkeet voidaan hävittää normaalina talousjätteenä ja liuos voidaan kaataa normaaliin viemäriin.

LÄHTEET:

Keskijänniteverkon SF₆- turvaohjeet, Sener 1994

Luentomateriaali Fluorattujen kasvihuonekaasujen talteenotto suurjännitekytkinlaitoksissa 14.12.2011 Helsingin Energia