

13. SÄHKÖASEMAT, KOJEISTOT JA MUUNTAMOT

13.1. Ulkokytkinlaitokset

Sähkönjakelujärjestelmät

Verkstorakenteet

Verkostojen rakentamisessa käytetään kolmea perustyyppiä: säteittäinen, rengas- tai silmukoitu verkko. Kullakin verkostotyyppillä on omat etunsa ja haittansa, joten eri vaihtoehtoja vertailtaessa on huomioitava niiden käyttöön liittyvät teknis-taloudelliset näkökohdat. Näitä ovat tyypillisesti investoinnin kalleus, käytön taloudellisuus ja luotettavuus, varasyöttöjen mahdollisuus sekä erityisesti verkon suojaukseen liittyvät näkökohdat.

Säteittäinen verkko

Säteittäisen verkon etuina ovat selkeä yleisrakenne, käytön yksinkertaisuus ja suojauksen helppous. Haittoina sen sijaan ovat varmistusmahdollisuuden puuttuminen ja huollon vaatimat käyttökeskeytykset. Säteittäistä verkstorakennetta käytetään tyypillisesti keski- ja pienjännitteellä. Suomessa on keski-jännitteellä yleistynyt rakentamistapa, jossa 20 kV verkko rakennetaan renkaiksi käytön ollessa kuitenkin säteittäistä jakorajojen avulla.

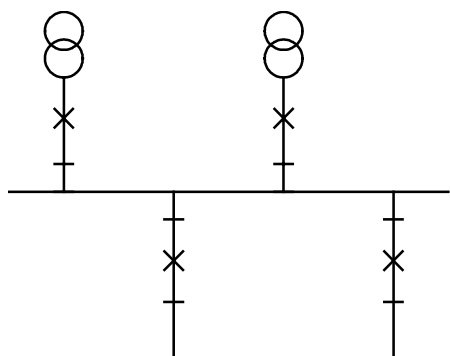
Rengasverkko

Suuremmilla jännitteillä verkot rakennetaan yleensä rengasverkoiksi. Etuina säteittäiseen rakenteeseen verrattuna ovat varmistettu syöttö, parempi jännitevakavuus, pienemmät tehohäviöt. Haittoina ovat käytön vaikeutuminen ja relesuojauksen monimutkaistuminen. Suomessa 110 kV:n verkot ovat usein kytkettyinä renkaiksi lukuunottamatta johtoja, jotka syöttävät yhtä tai korkeintaan muutamaa 110/ 20 kV asemaa.

Silmukoitu verkko

Silmukoitu verkko on luonteeltaan kuten rengasverkko mutta se sisältää myös renkaan sisäisiä väliyhteyksiä. Tällä tavoin voidaan edelleen kohottaa syöttöjen varmistusmahdollisuuksia, parantaa verkon jännitevakavuutta sekä pienentää tehohäviöitä. Tämä aiheuttaa kuitenkin edelleen käytön vaikeutumista ja relesuojauksen kallistumista. Suomessa 400 ja 220 kV:n verkot ovat silmukoituja, jolloin niissä voidaan minimoida verkossa tapahtuvat siirtohäviöt ja saavuttaa erittäin hyvä jännitevakavuus.

Kiskostojärjestelmät



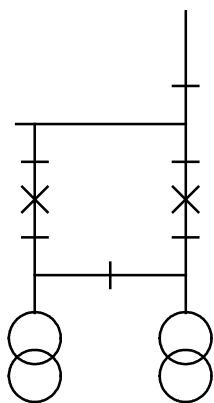
Edut

- Pienet hankintakustannukset
- Yksinkertainen ja selväpiirteinen suojausautomaatiikka
- Kiskoerotin mahdollistaa kiskossa tapahtuvat työt käytön aikana, jos johto- ja muuntajakentät on ryhmitelty sopivasti

Haitat

- Vaativat kytkeämahdollisuudet
- Vika kiskossa tai katkaisijassa aiheuttaa käyttökeskeytyksen

KUVA 13.1a. Yksikiskojärjestelmä.



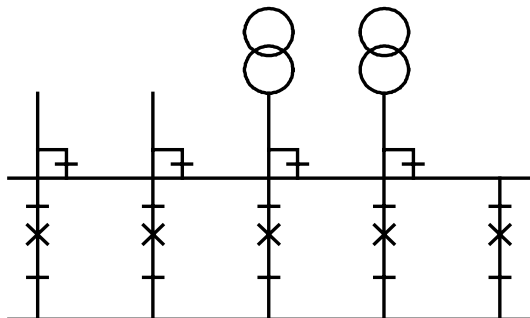
KUVA 13.1b. Kahden muuntajan rinnankytkentä.

Edut

- Pienet hankintakustannukset, katkaisijoiden lukumäärä pieni
- Voidaan ensi vaiheessa tehdä yhden muuntajan asema
- Katkaisijan huolto ilman käyttökeskeytystä

Haitat

- Vika kiskossa aiheuttaa aseman käyttökeskeytyksen



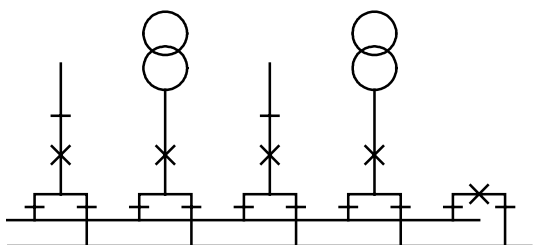
KUVA 13.1c. Kisko-apukisko järjestelmä.

Edut

- Laajennusmahdollisuudet monipuoliset
- Katkaisijan huolto ilman käyttökeskeytystä

Haitat

- Kiskokatkaisijattomassa kytkinlaitoksessa joudutaan kaksi syöttöä tai kuormitusta kytkemään samaan katkaisijaan
- Vika pääkiskossa aiheuttaa käyttökeskeytyksen



KUVA 13.1d. Kaksikiskojärjestelmä.

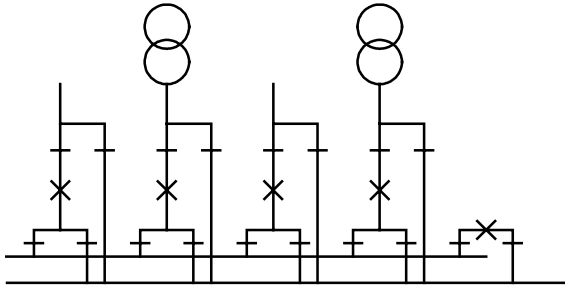
Edut

- Syöttöjä ja kuormituksia voidaan ryhmitellä ja muuttaa käytön aikana
- Toinen kisko saadaan jännitteettömäksi käytön aikana

Haitat

- Katkaisijan huolto vaatii kentän ottamista jännitteettömäksi

Edut Luku 13: Sähköasemat, kojeistot ja muuntamot

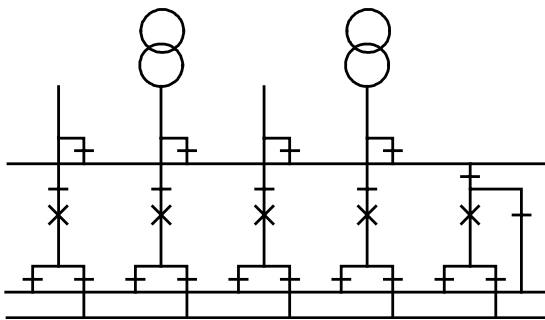


KUVA 13.1e. Kaksikiskojärjestelmä katkaisijan ohikytkenällä.

- Syöttöjä ja kuormituksia voidaan ryhmitellä ja muuttaa käytön aikana
- Toinen kisko saadaan jännitteettömäksi käytön aikana
- Katkaisijan huolto ilman käyttökeskeytystä

Haitat

- Katkaisijan huollon aikana toimii yksikiskojärjestelmänä
- Lay-out suhteellisen mutkikas



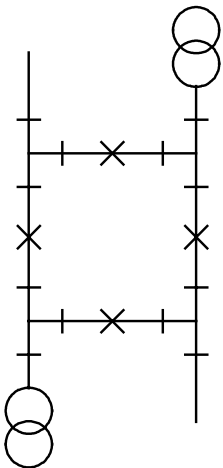
KUVA 13.1f. Kaksikisko apukiskojärjestelmä.

Edut

- Syöttöjä- ja kuormituksia voidaan ryhmitellä ja muuttaa käytön aikana
- Yksi pääkisko ja apukisko saadaan jännitteettömäksi käytön aikana
- Katkaisijan huolto ilman käyttökeskeytystä

Haitat

- Suuret hakintakustannukset



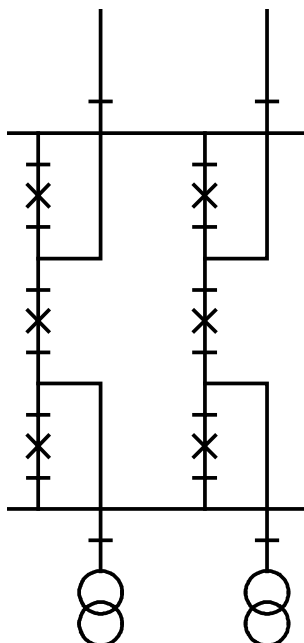
KUVA 13.1g. Rengaskiskojärjestelmä.

Edut

- Katkaisijoiden lukumäärä pieni
- Katkaisija kerrallaan voidaan huoltaa

Haitat

- Laajentaminen hankalaa
- Mutkikas suojaus ja jälleenkytkentäautomatiikka



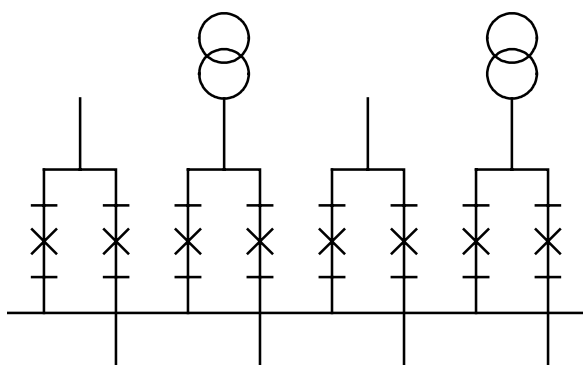
Edut

- Monipuoliset kytkentämahdollisuudet, käyttövarma
- Toinen kisko tai mikä tahansa katkaisija voidaan ottaa huoltoon

Haitat

- Suhteellisen kallis, katkaisijoiden lukumäärä suuri
- Mutkikas suojaus- ja jälleenkytkentäautomatiikka

KUVA 13.1h. Puolitoista katkaisija järjestelmä.



Edut

- Erittäin käyttövarma
- Vika kiskossa ei aiheuta katkosta
- Toinen kisko tai mikä tahansa katkaisija voidaan ottaa huoltoon

Haitat

- Kallis, komponenttien lukumäärä suuri
- Mutkikas suojaus ja jälleenkytkentäautomatiikka

KUVA 13.1j. Kaksoiskatkaisija järjestelmä (Duplex).

13.2. Kaasueristeiset kojeistot (GIS) suurjännitteille

13.2.1. Yleistä

SF₆-kaasueristeisiä kojeistoja on ollut käytössä vuodesta 1969 lähtien. Niiden käyttö ulottuu 7,2 - 800 kV alueelle oikosulkukestoisuuden noustessa 63 kA, erikoistapauksissa jopa 80 kA saakka. GIS-tekniikalla voidaan toteuttaa niin pieniä sähköasemia kuin suuria muuntoasemiakin.

SF₆-kaasueristeisten kojeistojen tunnusomaisia etuja ovat: vähäinen tilantarve, korkea käyttövarmuus, varma kosketussuoja, alhainen huollon tarve, pitkä käyttöikä ja kevyt rakenne. Johtuen tehtaalla tapahtuvasta suurten yksiköitten ts. kokonaisten kenttien esi-asennuksesta ja koestuksesta on asennusaika sähköasemalla lyhyt.

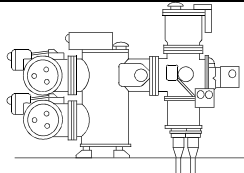
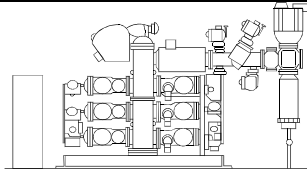
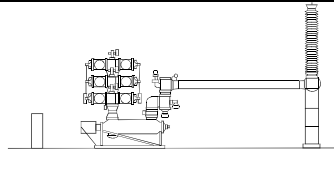
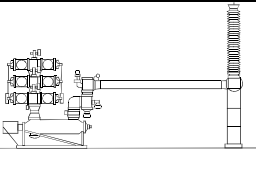
GIS-kojeistot koostuvat yleensä rakenneyksiköistä. Kaikki kytkinlaitoksen osat kuten kokoojakiskot, erottimet, katkaisijat, mittamuuntajat, kaapelipäätteet ja yhdistysosat on sijoitettu maadoitettuihin koteloihin, jotka on täytetty rikkiheksafluoridilla (SF₆).

170 kV jännitteeseen saakka GIS-kojeistot ovat yleensä kolmivaiheisesti koteloituja, suuremmilla jännitteillä sitävastoin yksivaiheisesti koteloituja. 72,5 kV jännitteeseen saakka on eristysaineen, SF₆-kaasun, paine alhainen, kun taas suuremmilla jännitteillä sen paine on 3,5 - 4,5 bar:in alueella, yksittäistapauksissa 6 bar.

Johtuen alhaisesta eristyskaasun paineesta riittää kojeistoille 72,5 kV jännitteeseen saakka hermeettisesti suljettu teräspeltikotelo. Suurempijännitteisten kojeistojen kotelot ovat eimagneettisesta ja korroosiovapaasta materiaalista (alumiinivalu tai hitsattu alumiinipelti).

Taulukko 13.2a näyttää yhteenvedon erilaisista suurjännite GIS-rakenneluokista.

Taulukko 13.2a. 72,5 kV - 800 kV GIS-kytkinlaitosten teknisiä pääarvoja.

					
GIS tyyppi		ELK 0	ELK 1	ELK 3	ELK 4
Nimellijännite	kV	72,5-170	300	550	800
Nimellistaajuus	Hz	50	50	50	50
Nimellisvirta	A	1250-3150	4000	4000	5000
Nimellis- katkaisukyky	kA	40	63	63	63
Kentän leveys	mm	1200	1680	3200	4000
Kentän paino	kg	4000	8000	14000	30000
Kotelointi		kolmivaihe	yksivaihe	yksivaihe	yksivaihe

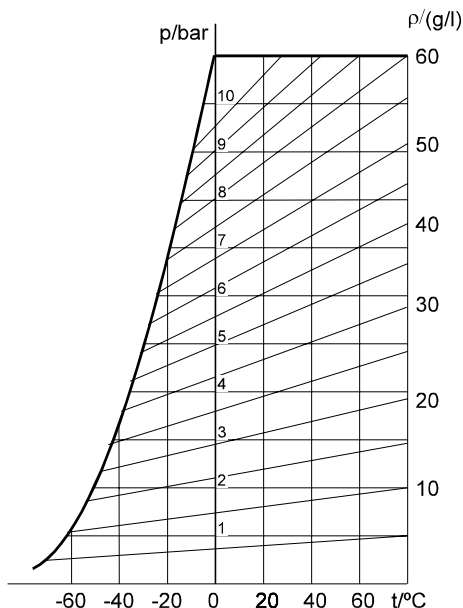
13.2.2. SF₆-kaasu eristys- ja sammutusaineena

Rikkiheksafluoridia (SF₆) käytetään koko kytkinlaitoksessa eristysaineena ja myös katkaisijassa valokaaren sammutukseen. SF₆ on elektronegatiivinen kaasu, jonka dielektrinen kestoisuus ilmanpaineessa on noin kolme kertaa suurempi kuin ilman. Se on palamaton, myrkytön, hajuton kemiallisesti passiivinen ja omaa 3 - 4 kertaa ilmaa paremman valokaaren sammutuskyvyn, kun verrataan ominaisuuksia samassa paineessa.

Tavanomainen kaupan oleva SF₆-kaasu ei kuulu vaarallisiin aineisiin eikä siksi sisälly vaarallisten aineitten asetuksiin eikä teknisiin määräyksiin. Uuden SF₆-kaasun on täytettävä IEC 60376 määräykset. Kojeistoissa olevan SF₆-kaasun osalta on huomioitava IEC

60480 määräykset. SF₆-kaasun käsittelyssä on otettava huomioon normit IEC 61634. Suomessa on lisäksi olemassa SLY:n julkaisema SF₆-kaasun turvaohje.

Sammutuskaasun paine liikkuu 6 - 7 bar:in alueella. Koska alhaisilla lämpötiloilla saavutetaan kaasun nesteytymisraja, käytetään kylmillä alueilla ulkoilmakatkaisijoissa SF₆-N₂-kaasuseosta. Kuva 13.2a näyttää puhtaan SF₆-kaasun paine-lämpötila-riippuvuuden.

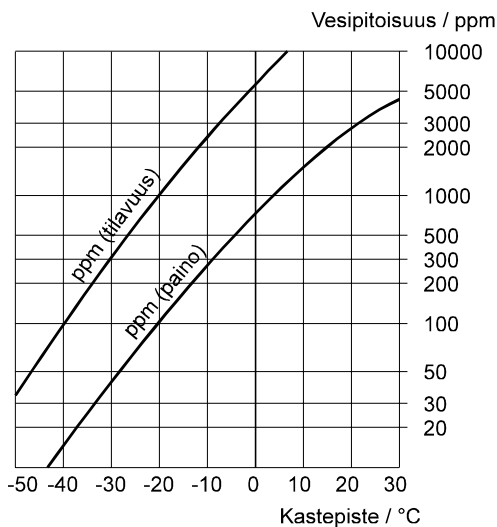


KUVA 13.2a. Puhtaan SF₆-kaasun p-t-käyrästä.

Kaasun tiheyttä valvotaan yksittäisissä kaasutiloissa ja katkaisijassa. Alhaiset kaasuvuodot (alle 1 % vuodessa) huomioidaan ensitäytössä. Automaattiset jälkitäyttölaitteet eivät ole tarpeen.

Pieni osa SF₆-kaasua hajoaa valokaareissa, mutta palautuu jälleen melkein kokonaan SF₆-kaasuksi. Hajoamistuotteet reagoivat veden kanssa; kaasun kosteutta rajoitetaan ennenkaikkea katkaisijassa käyttämällä kuivasuodatinta (molekyläärisihti).

Huolellisella tyhjäkäsittelyllä ennen ensimmäistä kaasuntäyttöä voidaan kaasun alkukosteus pitää alhaisena. Kuva 13.2b esittää vesipitoisuuden ja kastepisteen riippuvuuden toisistaan.



KUVA 13.2b. Vesimäärän ja kastepisteen muunnoskäyrä.

13.2.3 72,5 - 800 kV GIS-kojeistot

Kojeistokonsepti ELK

72,5 - 800 kV jännitealueella ABB:n kojeistot jakaantuvat 4 rakenneluokkaan. Niille tyypillistä on sarjavalmistukselle edullinen moduulirakenne, jossa käytetään standardiosia, jotka puolestaan johtavat alhaiseen varaosatarpeeseen ja yhdenmukaiseen käyttötoimintaan. Vapaavalintaisesti käytettävät rakenneosat mahdollistavat jokaisessa rakenneluokassa kaikki kytkinlaitos- ja kiskostoratkaisut.

Täysin koteloidut kojeistot suositellaan sijoitettavaksi sisäkytkinlaitosmääräyksiä noudattaen mutta niiden asentaminen kevytrakenteiseen halliin on mahdollista. Pienin muutoksin voidaan GIS-kojeistoja sijoittaa myös ulkotilaan.

Rakenneosat

Kokoojakiskot muodostavat kentittäin omat kaasutilansa ja yhteisen yksikön kiskoerottimen ja maadoituserottimen kanssa.

Katkaisija toimii itsepuhallus- tai mäntäperiaatteella (yksipainekatkaisija) ja riippuen rakenneluokasta sillä on yhdestä neljään sammutuskammiota napaa kohden. Jokaisessa sammutuskammion avausvälissä puhallusmäntä synnyttää aukikytkennän aikana valokaaren sammuttamiseen tarvittavan SF₆-kaasun paineen. Ohjain toimii yksi- tai kolmivaiheisesti hydraulisena jousiohjaimena.

Mäntäperiaatteella toimivassa katkaisijassa ohjaimen mekaaninen energia synnyttää kaasuvirtauksen. Itsepuhallusperiaatteella toimivassa katkaisijassa oikosulkuvalokaaren lämpöenergia saa aikaan vastaavan virtauksen. Tämä vähentää jopa 80 % ohjaimesta tarvittavaa energiaa.

Kuormanerotinta käytetään tavallisesti pienemmillä jakeluasemilla. Se pystyy kytkemään käyttövirtoja, auki- tai kiinnikytkemään muuntajia ja kuormittamattomia johtoja sekä kaapeleita. Kuormanerotin pystyy myös oikosulun päällekytkentään ja kykenee kestämään niitä lyhytaikaisesti. Se toimii myös yksipaineperiaatteella ja on varustettu moottorijousiohjaimella.

Virtamuuntajat mittausta ja suojausta varten on toteutettu rengassydäntyyppisinä ja riippuen suojaustavasta ne voidaan sijoittaa katkaisijan etu- tai takapuolelle. Pääeristuksen muodostaa SF₆-kaasu, jonka ansiosta mittamuuntaja ei vanhene niin helposti.

Jännitemuuntajat mittausta ja suojausta varten voidaan toisiopuolella toteuttaa kahdella mittasydämellä ja yhdellä avokolmiokäämillä maasulkusuojausta varten. Induktiivinen jännitemuuntaja on sijoitettu SF₆-kaasulla täytettyyn koteloon. Jännitemuuntajan pääeristeenä on SF₆-kaasu.

Kapasitiiviset jännitemuuntajat voivat myös tulla kysymykseen, pääasiassa yli 300 kV jännitteillä. Niiden öljyeristeinen suurjännitekondensaattori on sijoitettu SF₆-kaasulla täytettyyn koteloon. Alajännitepuolen kapasitanssi ja induktiivinen sovituslaite sijaitsevat erillisessä säiliössä maapotentiaalipuolella. Optiona voi saada kapasitiiviset ulosotot yhdistettynä elektronisiin mitta-arvonmuuntimiin.

Kaapelipääteellä voidaan kojeistoon liittää erityyppiset suurjännitekaapelit 2000 mm² poikkipinnoille saakka. Tasajännitteellä suoritettavaa suurjännitekoetta varten on kojeistoon asennettu erotuskoskettimet ja liitoslaitteet. Jos lähtöerotin on olemassa, riittää tämän aukaisu koestuksen ajaksi.

Maadoituskytkin on täyteen oikosulkuvirtaan saakka kiinnikytkentäkykyinen. Moottoriviritteinen jousiohjain antaa tätä varten riittävän kiinnikytkentänopeuden. Käsihjain on myös mahdollinen.

Työmaadoituserottimet, esimerkiksi tarkastustöitten suorittamista varten, sijoitetaan tavallisesti katkaisijan molemmille puolille. Ne on rakennettu erottimen koteloon tai integroituihin siihen ja voidaan kytkeä vain jännitteettömässä tilassa, käsin tai moottoriohjaimella. Jos joh-

donpuolinen maadoituskytkin on olemassa, on tällöin mahdollista jättää katkaisijan takana oleva työmaadoitususerotin pois.

SF₆-ulkoilmaläpiviennit mahdollistavat kojeiston liittämisen avojohtoon tai muuntajaan perinteisesti. Jotta liittimillä saadaan riittävä ilmaväli aikaan, käytetään soveltuvia haarakappaleita. SF₆-öljyläpivienti sallii suoran liitoksen kojeiston ja muuntajan välillä ilman avojohto-osaa. Läpivienti kiinnitetään suoraan muuntajan kanteen. Joustava palje tasaa lämpölaajenemiset ja asennustoleranssit sekä estää verkkotaajuuden aiheuttaman muuntajasäiliön värähtelyn siirtymisen kojeiston runkoon.

SF₆-putkiyhteydet ovat pääasiassa suurten tehojen ja virtojen siirtoa varten. Niitä voidaan käyttää myös pitkille etäisyyksille, esimerkiksi maanalaisissa voimalaitoksissa tai kytkinlaitoksessa etäämmällä olevan avojohtoliittymän toteuttamiseksi.

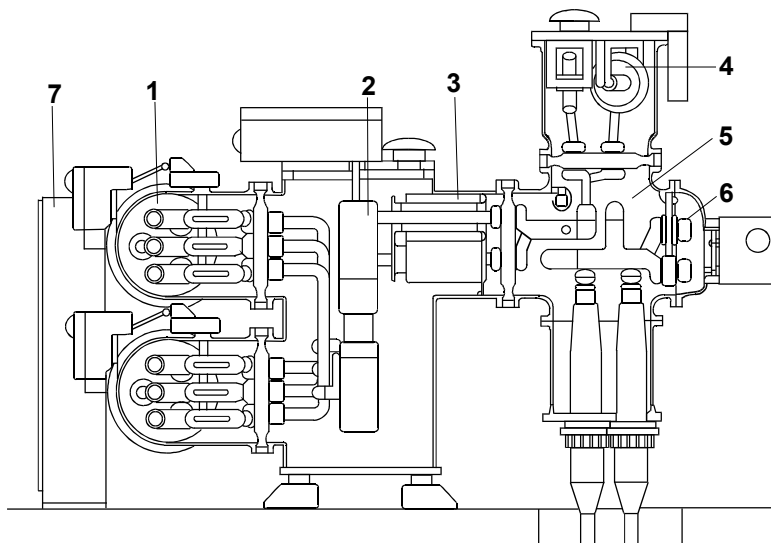
Ylijännitesuojat ovat yleensä ilman kipinäväliä ja sisältävät metallioksidivastuksia. Ne ovat kipinävälisuoja parempia suurenergisillä kytkentäylijännitteillä, koska ne kestävät erittäin suuria energiamääriä.

Jos kojeisto on suurempi kuin johdonpuoleisen ylijännitesuojan suoja-alue, voidaan ylijännitesuoja sijoittaa myös kojeiston yhteyteen. Yleensä on suositeltavaa tehdä tarkempi tutkimus ylijännitesuojauksen optimoimiseksi, erityisesti yli 50 m etäisyyksillä.

Jokaista kytkinkenttää varten on olemassa ohjauskaappi, johon on koottu kaikki ohjausta, hälytystä, valvontaa ja apusähkösyöttöä varten tarvittavat laitteet.

Kytinkentän rakenne, katso kuva 13.2c.

Kentän kaasutiivis korkealaatuinen alumiinikotelo on kevyt ja siksi pienestä lattiakuormasta johtuen tarvitaan vain yksinkertainen perustus. Kotelo ympäröi kaikkia jännitteellisiä kojeiston osia, joita valuhartsieristimet tukevat ja joita SF₆-kaasu eristää kotelosta, kaasunpaine on 3,5 - 4,5 bar.



KUVA 13.2c. SF₆-GIS 72,5 kV - 170 kV jännitteelle, kytkinkentän leikkauskuva, kaksi-kiskojärjestelmäinen kaapelilähtö.

1 kokoojakisko yhdistelmäerottimella, 2 katkaisija, 3 virtamuuntaja, 4 jännitemuuntaja, 5 lähdön yhdistelmäerotin kaapelipäätteellä, 6 maadoituskytkin, 7 ohjauskaappi

Tilaeristimet jakavat laitoksen yksittäisiin, tiiviisiin kaasutiloihin. Vaikutukset muihin rakenneosiin esimerkiksi laajennettaessa ja häiriötilanteissa on täten minimoitu ja sen lisäksi tarkastus-, valvonta- ja kunnossapitotyöt ovat yksinkertaisempia. Laippaliitokset on tiivistetty pitkäikäisillä O-rengastiivistyksillä. Mahdolliset pienet kaasuvuodot voivat tulla kyseeseen vain ulospäin eikä kotelo-osien välille.

Kuvassa 13.2c on katkaisijalla vaihetta kohden yksi sammutuskammio. Riippuen katkaisukyvystä voi katkaisijan napa sisältää neljä peräkkäin kytkettyä sammutuskammiota. Katkaisijat pystyvät taulukon 13.2a mukaan katkaisemaan virtoja 40 kA saakka.

Lähtöihin, joissa kytketään vain käyttövirtoja, voidaan sijoittaa katkaisijan tilalle taloudellisista syistä myös kuormanerotin 362 kV nimellisjännitteeseen saakka.

Kaikissa kytkinlaitteissa on kotelon ulkopuolelle sijoitettu ja helposti käsillä oleva käsiohjain hätäkäyttöä varten. Mekaanisesti ohjatut ilmaisimet huolehtivat varmasta asennonosoituksesta.

13.2.4. Kojeiston rakenne

Kaasujärjestelmä

Kaikki kojeiston yksittäiset tilat saavat käyttöönoton yhteydessä kaasun kertatäytön. Tällöin huomioidaan mahdollinen käytön aikainen vuoto (alle 1 % vuosittain). Kaikissa kaasutiloissa on tyhjiöliittimet, kaasutyöt voidaan suorittaa yksinkertaisesti ja suurimmalta osaltaan myös käytön aikana. Kaasuvalvonta tapahtuu kosketinpainemittarin tai tiheysvahdin avulla suoraan rakenneosista.

Kytkinlaitoksen sähköinen suojaus

Luotettava kojeiston suojaus ja varma sähköinen tai mekaaninen lukitusjärjestelmä suojaa käyttöhenkilökuntaa heidän suorittaessaan tarkastus- ja kunnossapitotoimia, sekä ne varmistavat kojeiston käytettävyyden ja rajoittavat laajojen vaurioiden syntymistä. Kojeiston suojaksi suositellaan nopeasti toimivaa kiskosuojaa.

Maadoitus

Kojeiston kauttaaltaan galvaanisesti kytketty runko toimii maadoituksen yhdysjohtona. Se liitetään useammasta kohdasta sähköaseman maadoitusverkkoon. Tarkastusten yhteydessä tai laajennusten aikana voidaan kojeisto-osia maadoittaa sopivasti sijoitetuilla työmaadoituksilla. Aukikytkevien kaapeleitten, avojohtojen tai muuntajien suojamaadoituksesta vastaa lähtöihin sijoitetut oikosulkukestävät maadoituskytkimet.

Käytön aikana oikosuljettuna olevan maadoituskytkimen ja kojeiston koteloinnin välillä olevan eristyksen avulla on mahdollista käyttää maadoituskytkintä pienjännitteisen virran syöttöön tai kytkentäaika- ja vastusmittauksiin. Tästä johtuen vältetään kotelon avaamiselta.

Asennus ja käyttöönotto

Asennusnosturi ja aputelineet voivat olla kevyitä nostoja ja kuormia varten mitoitettuja. Koko-naisten kenttien asennukseen suositellaan 5000 kg nostokykyisen nosturin käyttöä, kun taas moduulien asennuksessa 2000 - 4000 kg nostolaitteet riittävät.

Erityisesti ulkoasennuksessa on huomioitava asennuspaikan puhtaus, jotta avoimia liitososia kytkettäessä vältetään likaantumiselta.

Ennen käyttöönottoa tehdään koko kojeistolle suurjännitekoe. Se suoritetaan 80 % arvolla vaihtojännite- tai syöksyjännitelujuudesta. Jos sopivan suuruinen koestusmuuntaja on käytettävissä, suoritetaan koestus vaihtojännitteellä. Yli 245 kV jännitteillä käytetään usein resonanssi-koestuslaitteita tai generaattoreita oskilloivien kytkentäsyöksyjännitteiden aikaansaamiseksi koestusta varten.

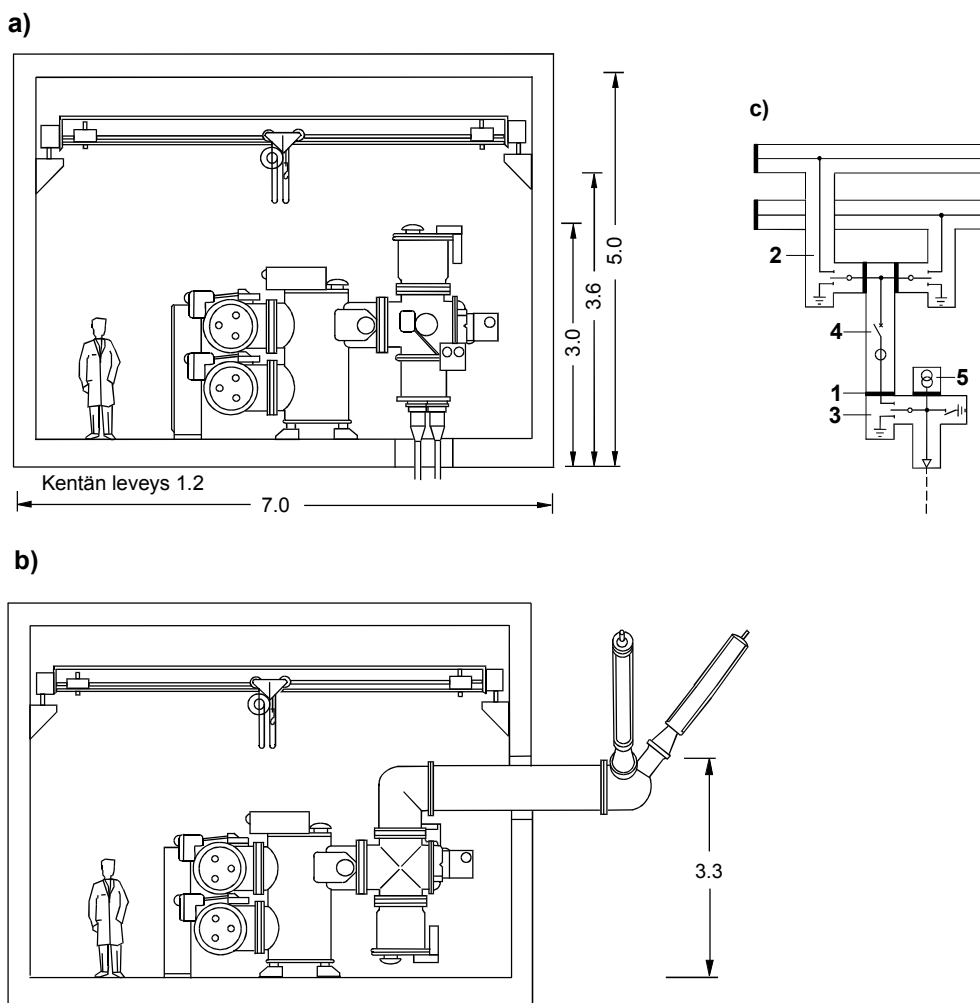
13.2.5. Kojeistosijoitukset

SF₆-kojeistojen moduulirakenne mahdollistaa kaikkien tänä päivänä tunnettujen kytkentöjen toteuttamisen.

Sijoitussuunnittelussa on huomioitava normit ja määräykset. Riittävän suuriksi mitoitettujen käytävien sallivat esteettömän asennus- ja kunnossapitotöiden suorittamisen ja vähimmäiskulku-teitten vapaana pitämisen myös ohjauskaappien ovien ollessa auki. Hieman suurempi tila, mahdollisesti kojeiston toisessa päässä, helpottaa asennusta ja myöhempiä laajennuksia tai tarkastuksia.

Erillinen kaapelikerros mahdollistaa vapaan kaapeleitten vedon ja jakelun. Rakennuksen samalla puolella olevien avojohtoliittymien läpivientien etäisyys toisistaan määrää kyseisten kenttien sijainnin. Tavallisesti ne ovat kolmen tai neljän kentän etäisyydellä toisistaan. Jos avojohtoliittymiä toteutetaan rakennuksen molemmille puolille tai ne viedään SF₆-putkiyh-teyksillä riittävän pitkälle, voidaan vastaavat kentät sijoittaa myös vierekkäin. Kuva 13.2d esittää rakennesarjan 0 kojeistosijoituksia. Niiden avulla voidaan selvittää kojeiston vaatima tilantarve, mittatiedot on ilmoitettu metreinä.

Rakennesarjan 0 kojeistot 72,5-170 kV jännitteille kuvan 13.2d mukaisesti ovat erittäin kompakteja, koska rakenneyksiköt ovat kolmivaiheisesti koteloituja ja kenttäväli on 1,2 m. Sijoittamalla kokoojakisko, erotin ja maadoituserotin samaan rakenneosaan saavutetaan pieni 7 m tilaleveys ja kenttäjako 1,2 m.

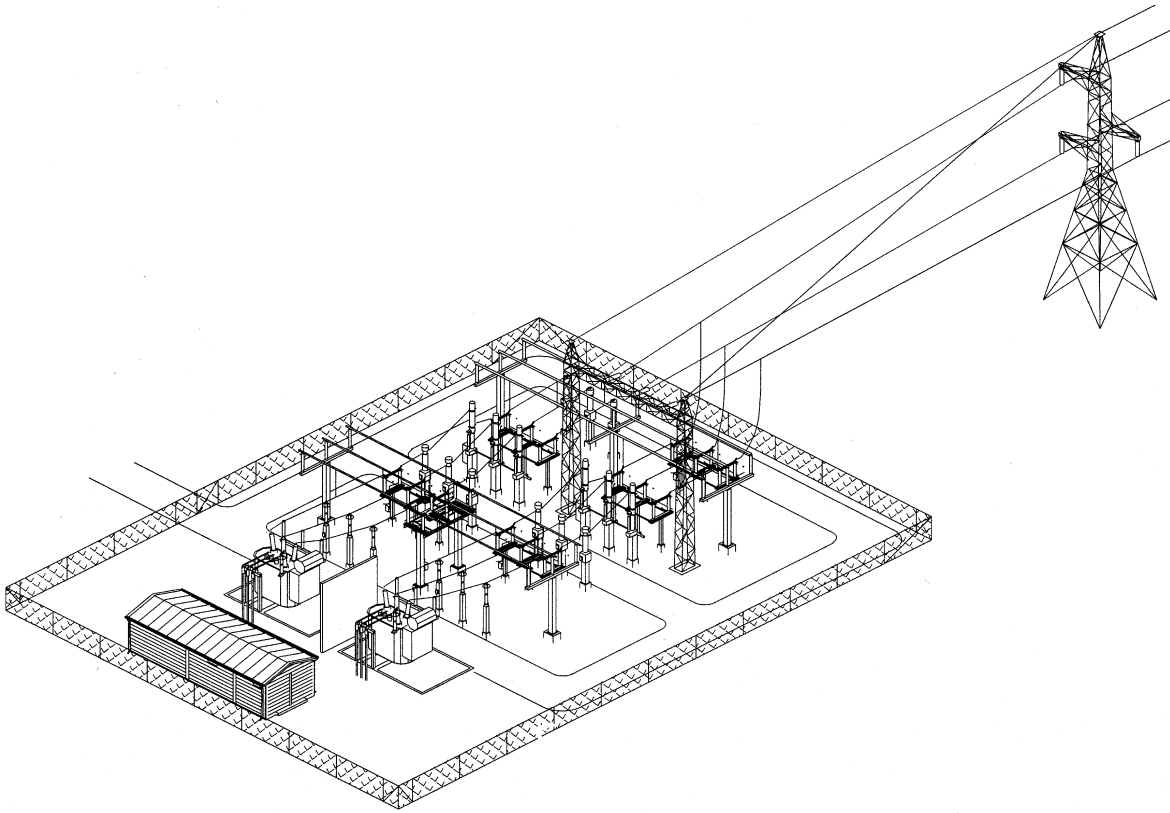


KUVA 13.2d. SF₆-kojeisto laji ELK-0 72,5-170 kV jännitteelle, kaksikiskojärjestelmä.

a) kaapelikentän leikkaus, b) avojohtokentän leikkaus, c) kaapelikentän pää- ja kaasutilakaavio, 1 tilaeristin, 2 kokoojakiskon kaasutila, 3 lähdön kaasutila ja 5 jännitemuuntaja.

13.3. 420 kV ja 123 kV ulkokytkinlaitokset ja muuntoasemat

13.3.1. Kytkinasemien perusratkaisuja



KUVA 13.3a. Kahden muuntajan ulkokytkinlaitos johdon päässä.

Kytkinlaitokset voidaan luokitella kolmeen eri päätyyppiin:

- keskusasemat eli 420/123 kV muuntoasemat,
- solmupisteasemat, joita ovat lähinnä teollisuuden ja kaupunkien suuret muuntoasemat ja
- syöttöasemat, jotka enintään kahden muuntajan pieninä muuntoasemina syöttävät keskijänniteverkkoa

Yleistä

Laitteiden sijoittelussa on otettava huomioon käytettävissä oleva tila, johtojen tulosuunnat, tulevaisuuden varaukset ja lisäksi sen on oltava taloudellinen, selväpiirteinen ja käytäjäystävällinen. Tilaa on varattava hoito ja huoltotöitä varten.

Sijoittelu voidaan toteuttaa monella eri tavalla riippuen tontista, johtojen sijainnista ja komponenttien valinnoista. Erottimina käytetään 110 kV kytkinlaitoksissa pääasiassa kiertoerottimia. Tilan säästämiseksi voidaan käyttää myös saks- eli pantografi (vertikaali) erottimia sekä ylöspäin kääntyvällä veitsellä varustettuja (horisontaali) erottimia. Näitä käytetään kuitenkin pääasiassa 400 kV asemilla.

Kokoojakiskoina käytetään tavallisesti putkikiskoja. Myös köysikiskot saattavat tulla kysymykseen jollain pienillä asemilla, jolloin jänneväli on tavallisesti 30...50 m. Riittävän kytkentäjännitelujuuden saavuttamiseksi vaihevälin tulee olla suurempi kuin $2,5 \times f + 0,4$ m kuitenkin

kin vähintään 2,5 m (f = riippuma m). Yli 20 kA/ 1s oikosulkuvirroilla suositellaan kuitenkin käytettäväksi putkikiskoja.

Putkikiskojen käytöstä saatavia etuja:

- kytkinlaitoksen pinta-ala ja korkeus pienenevät,
- parempi oikosulkukestoisuus ja
- laajennus mahdollista kenttä kerrallaan.

Kentän johtimet ovat yleensä alumiiniköysiä. Yli 1600 A virroilla on käytettävä joko kaksoisjohtimia tai putkea. Suurilla oikosulkuvirroilla (40 kA/ 1s) putki on parempi oikosulkuvoimien kannalta ja suurilla jännitteillä (400 kV) koronan kannalta.

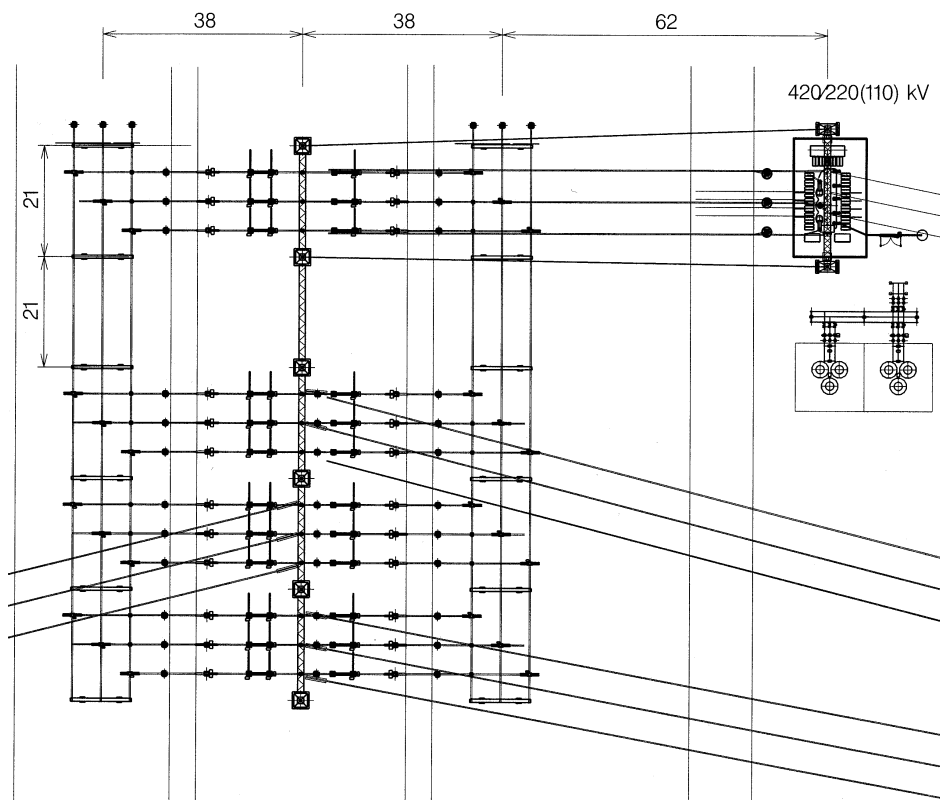
Taulukko 13.3a. Johtimien kuormitettavuus ulkona, kun ympäristön lämpötila on 20°C ja loppulämpötila 80°C.

Nimitys	Halkaisija mm	Johtimen poikkipinta mm ²	Massa kg/m	Kuormitettavuus A
Ostrich	17,3	152/25 Al/Fe	0,613	550
Hawk	21,8	242/39 Al/Fe	0,975	745
Duck	24,1	305/39 Al/Fe	1,150	845
Finch	32,9	565/72 Al/Fe	2,120	1250
281 AlMgSi	21,8	281 AlMgSi	0,774	750
346 AL	24,2	346 Al	0,953	920
638 AL	32,9	638 Al	1,76	1340

Taulukko 13.3d. Alumiiniputkien kuormitettavuus ulkona, kun ympäristön lämpötila on 20 °C ja loppulämpötila 80 °C.

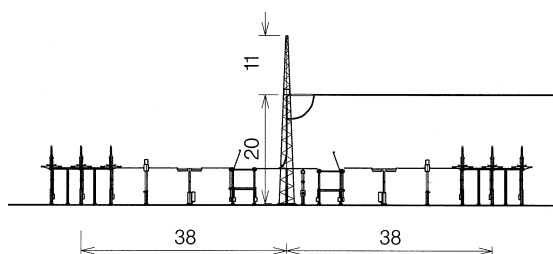
Ulko/sisähalk.	Max tukiväli m	Poikkipinta mm ²	Massa kg/m	Kuormitettavuus A
100/ 88 AlMgSi	11	1770	4,78	2700
100/ 80 AlMgSi	13	2827	7,76	3350
150/ 136 AlMgSi	16	3145	8,49	4100
250/ 236 AlMgSi	25	5344	14,43	6000

Esimerkkejä kytkinlaitosten layout ratkaisuista



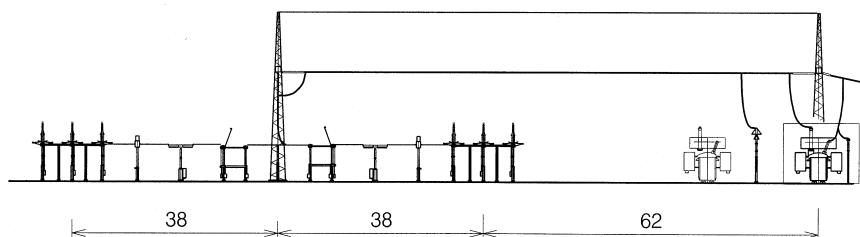
– 400 kV muunta-jakenttä.

– 400 kV johtokent-tä.

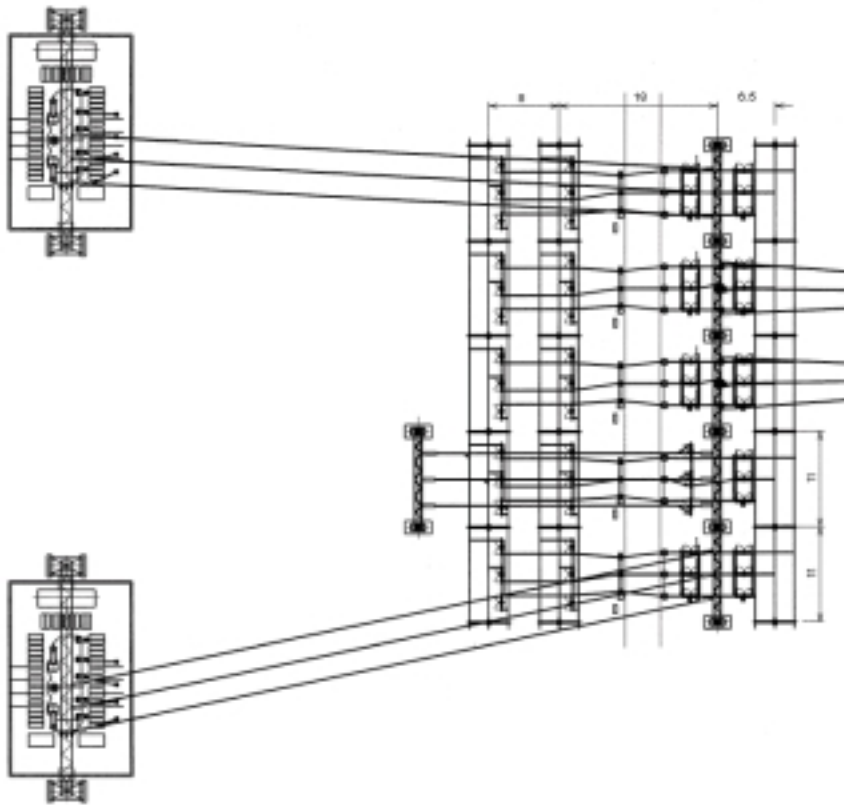


– Kokoojat 250/236 Al.

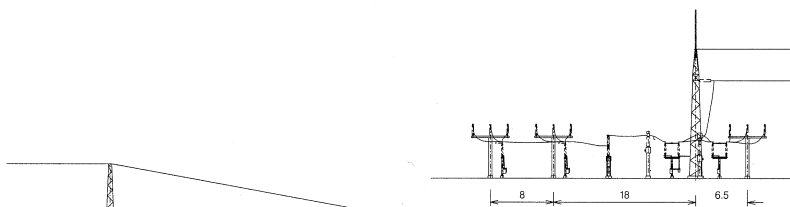
– Kenttä-johtimet 100/88 Al tai 2x1095 Al.



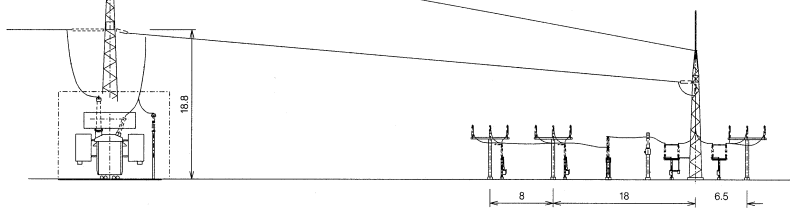
KUVA 13.3b. 420 kV kaksoiskatkaisijajärjestelmä (Duplex), duplex kiskosto, putkikokoojat ja pantografi- ja vertikaalierottimet.



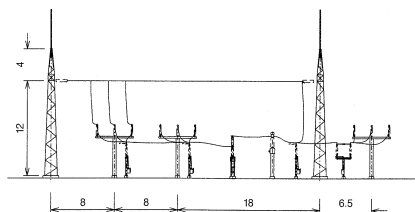
- Kokoojat 100/80 Al.
- Kenttäjohdotimet 638 Al.



- 110 kV johtokenttä.

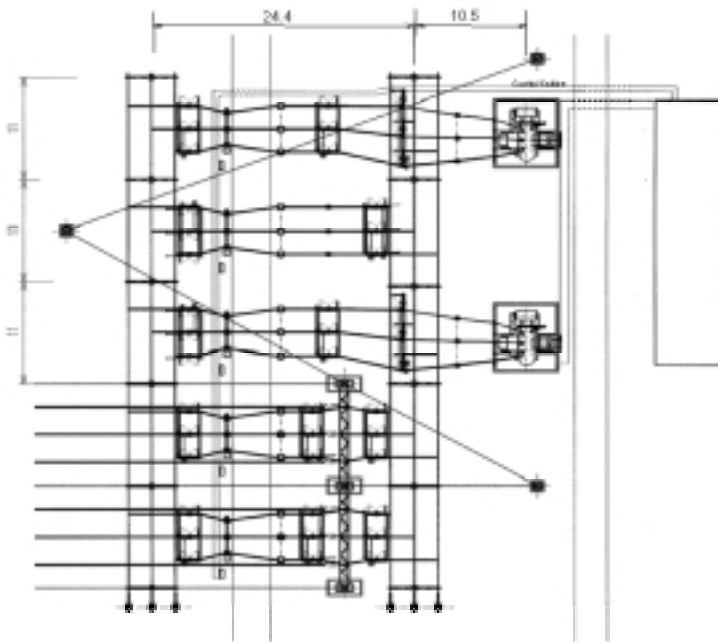


- 110 kV muuntajakenttä.

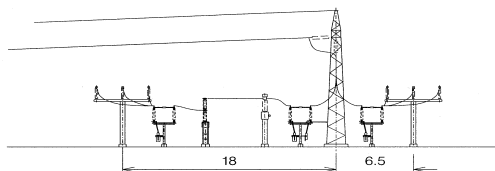


- 110 kV kiskokatkaisija.

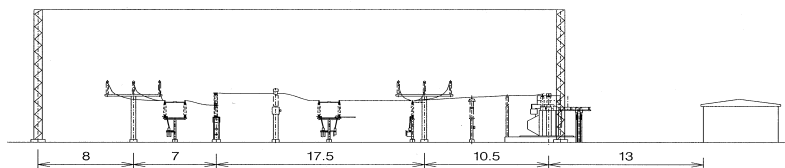
KUVA 13.3c. 110 kV kaksikisko-apukiskojärjestelmä, putkikiskot ja kiertoerotimet.



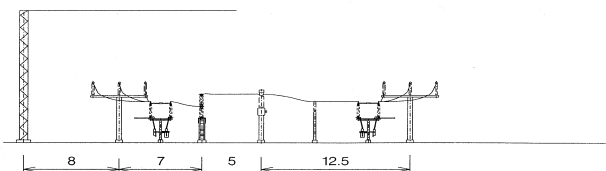
- Kokoojat 100/88 AI.
- Kenttäjohtimet 638 AI.



–110 kV johtokenttä.

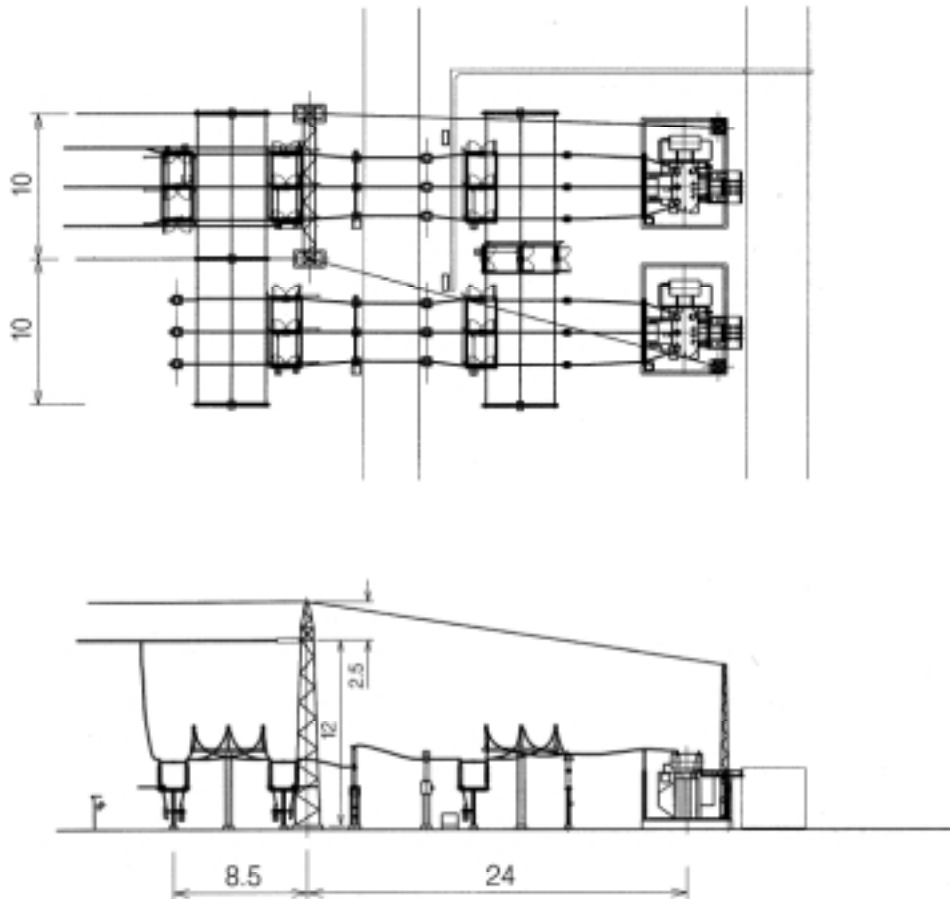


–110 kV muuntajakenttä.



–110 kV kiskokatkaisija

KUVA 13.3d. 110 kV kisko-apukiskojärjestelmä, putkikiskot ja kiertoerottimet.



- Kokoojat
100/88 Al.
- Kenttäjohtimet
346 Al.

Kuva 13.3e. 110 kV kahden muuntajan rinnankytkentä (ns. puoli-H)

13.3.2. 24 (12) kV kytkinlaitos

Rakennustilavuutta määriteltäessä on huomioitava:

- kojeistotyyppi ja kennojen lukumäärä,
- laajennukset,
- määräiset etäisyyksistä ja hoitotiloista,
- valvomo- ja akustotilat,
- mahdolliset varasto - ja sosiaalitilat ja
- paineenpurkausjärjestelmä.

KUVA 13.3f. Tehdasvalmisteinen kytkinasemarakennus MEHO on käyttökelpoisiin ja taloudellisiin ratkaisuihin pienillä ja keskisuurilla syöttöasemilla.

MEHO kootaan asennuspaikalla valmiista kuljetusyksiköistä betonipalkkien, betonilaatan tai kellarikerroksen päälle. MEHO:oon sijoitetaan mm. tehdasvalmisteinen vaunukojeisto MH, ohjaus-, suojaus- ja valvontalaitteet.

Suurempien sähköasemien kytkinasemarakennus voidaan tehdä asennuspaikalla esim. betonielementeistä, kevytbetonielementeistä, teräslevyelementeistä tai tiilistä.

13.3.3. Ohjaus- ja valvonta

Kytkinlaitoksen valvomotiilaan sijoitetaan ohjaus- ja reletaulut, kaukokäyttölaitteet, mittaritelineet sekä tarvittavat omakäyttökeskukset ja ohjaussähkölaitteet.

KUVA 13.3g. Ohjaus- ja reletaulu (esim. 1/2 H-kytkentä).

Ohjaus- ja reletauluun (kuva 13.3g) sijoitetaan:

- suojareleet,
- jännitteensäätäjä,
- kytkimiä ja merkkilamppua jännitteensäätöä varten,
- hälytyskeskukset ja
- energiamittarit.

Mikäli asema on varustettu asema-automaatiolla (SCS), varsinaista ohjaustaulua ei tarvita, vaan ohjaukset tapahtuvat ns. kennoterminaalin ohjausyksiköstä.

Kommunikoivien suojareleiden ja hälytyskeskusten käyttö on johtanut ohjaustaulun, mittareiden ja paikallisohjauslaitteiden tarpeen oleelliseen vähentymiseen. Erillistä ristikytkentäkaappia ei myöskään tarvita, koska kaukokäytön ala-aseмалиiityntä toteutetaan erillaisilla väyläratkaisuilla, (katso kohta 15 Sähkönjakeluverkon automaatio).

Vaihtosähkö omakäyttöä varten saadaan omakäyttömuuntajista ja jaetaan omakäyttökeskuksesta valaistusta ja lämmitystä varten sekä ohjauksen, mittauksen ja hälytyksen apujännitepiireihin.

Varsinaisena ohjausjännitteenä käytetään aseman jännitteestä riippumatonta tasasähköä. Tätä varten asema varustetaan paristolla ja sitä varaavalla vakiojännitetasasuuntaajalla. Yleisimmin käytetty ohjausjännite on 110 V DC. Kaukokäyttö ja telekommunikaatiolaitteita varten käytetään tavallisesti erillistä 48 V paristoa

13.3.4. Maasulkuvirran kompensointi keskijänniteverkoissa

Sähköverkon laitteiden vikaantumisien aiheuttamia vaaratekijöitä pyritään vähentämään maadoittamalla niiden jännitteelle alttiit kosketeltavat osat.

Maadoitusresistanssin sallittu maksimiarvo riippuu maadoituskohteen sijainnista sekä maasulkuvirran suuruudesta ja kestoajasta. Suomen sähköturvallisuusmääräykset otavat tässä esimerkillisellä tavalla vaaratodennäköisyyden huomioon. Huonoista maadoitusolosuhteista ja pienistä, jopa yhden talon muuntopiireistä johtuen määräysten vaatimaa maadoitusjännitteen arvoa on vaikea saavuttaa kohtuullisin maadoituskustannuksin kaikissa muuntopiireissä.

Maadoitusjännitettä voidaan pienentää myös maasulkuvirtaa pienentämällä. Tämä voidaan tehdä jakamalla verkko pienempiin osiin tai kompensointikuristimen (sammutuskuristimen) avulla, joka yleensä liitetään verkkoon syöttöasemalla.

13.3.5. Maasulkuvirran kompensoinnin edut ja haitat

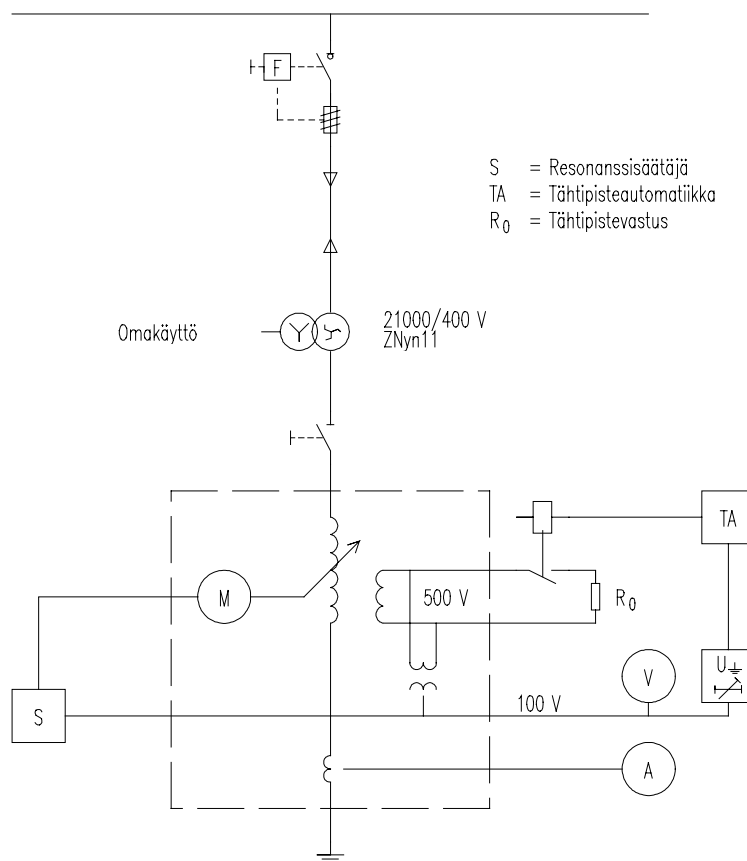
Maasulkuvirran kompensoimisen ensisijaisena tarkoituksena on maasulkuvirran pienentäminen sellaiselle tasolle, että sähköturvallisuusmääräysten edellyttämät maadoitusjännitearvot ovat saavutettavissa kohtuullisin maadoituskustannuksin.

Maasulkuvirran pienentämisen lisäksi kompensoinnilla saavutetaan seuraavia lisäetuja:

- Maasulkujen aiheuttamien pikajälleenkytkentöjen lukumäärä alenee jopa 70...90%, mikä vähentää oleellisesti verkossa sattuvia hetkellisiä katkoksia.
- Katkaisijoiden huollon tarve vähenee.
- Maasulkuvalokaaren sammuttua palaava jännite kasvaa hitaasti, ja maasulku sammuu helpommin kuin vastaavan suuruisella virralla maasta erotetussa verkossa.
- Käytettäessä verkkoa pysyvässä maasulussa on vikapaikassa kehittyvä lämpöteho huomattavasti pienempi kuin kompensoimattomassa verkossa.
- Vaara vikapaikan läheisyydessä pienenee.
- Kompensointi vähentää yksivaiheisten vikojen kehittymistä oikosuluiksi.
- Maasulkujen aiheuttamat laite-, johdin- ja eristinvauriot jäävät vähäisiksi.

Verkon kompensointiin liittyy niinkään eräitä epäkohtia:

- Mikäli kompensointi on syystä tai toisesta poissa käytöstä, joudutaan releiden asette-
luja yleensä muuttamaan.
- Virityksen epätarkkuuden on pysyttävä kohtuullisissa rajoissa, mikä voi asettaa rajoi-
tuksia verkon käytölle.
- Kompensoinnin käyttö asettaa lisävaatimuksia verkon maakapasitanssisymmetrialle.
- Releistyksen toteuttaminen on yleensä jonkin verran vaikeampaa kuin kompensoimatto-
missa verkoissa.



KUVA 13.3h. Keskitetyn kompensoinnin laitteiston yleiskaavio.

13.4. Sähköjakelukojeistot

13.4.1. Määrittelyt

Kojeistolla tarkoitetaan rakennekokonaisuutta, jossa on sähkön tuottamisessa, siirrossa, muuntamisessa tai muuttamisessa tarvittavia kytkin-, suoja-, ohjaus- tai valvontalaitteita.

Tässä osassa käsitellään tehdasvalmisteisia, sisälle asennettavia vaihtojännitekojeistoja, joiden nimellisjännitteet ovat 1- 52 kV ja taajuudet 60 Hz saakka. Näitä kojeistoja koskevat vaatimukset on määritelty seuraavissa IEC (International Electrotechnical Commission) standardeissa:

IEC 60298: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.

IEC 60466: A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV.

IEC 60694: Common specification for high-voltage switchgear and controlgear standards

Edellä mainitut standardit eivät käsittele kojeistoissa käytettäviä kojeita, joille löytyy erilliset standardit.

13.4.2. Käyttöolosuhteet

Kojeistot on suunniteltu käytettäväksi ns. normaaleissa sisäasennusolosuhteissa, jotka on määritelty seuraavasti:

- lämpötila ei ylitä + 40 °C ja 24 tunnin ajalta mitattu keskiarvolämpötila ei ylitä + 35 °C,
- minimi lämpötilan mukaan on kolme eri luokkaa:
 - “minus 5 indoor” eli alin käyttölämpötila on - 5 °C,
 - “minus 15 indoor” eli alin käyttölämpötila on -15 °C tai
 - “minus 25 indoor” eli alin käyttölämpötila on - 25 °C,
- korkeus meren pinnasta ei ylitä 1000 m,
- ilmassa ei esiinny merkittävästi pölyä, savua, syövyttäviä ja /tai tulenarkoja kaasuja, höyryjä tai suoloja,
- suhteellisen kosteuden keskiarvo ei ylitä 95 % mitattuna 24 tunnin ajalta ja
- suhteellisen kosteuden keskiarvo ei ylitä 90 % mitattuna kuukauden ajalta.

13.4.3. Kojelistojen nimellisarvot

Kojeistoille määritellään seuraavat nimellisarvot:

- nimellisjännite (U_r),
- nimelliseristystaso,
- nimellistaajuus (f_r),
- nimellisvirta (I_r);
- terminen oikosulkukestoisuus (I_k),
- dynaaminen oikosulkukestoisuus (I_p),
- oikosulun kesto aika (t_k),
- kojeiden nimellisarvot ja
- nimellinen täyttöpaine (kaasueristeiset tilat).

Taulukko 13.4a. Eristystasot.

Nimellisjännite U_r kV (tehollisarvo)	Vaihtojännitekestoisuus U_d kV (tehollisarvo)		Syöksyjännitekestoisuus U_p kV (huippuarvo)	
	Yleisarvo	Avausväli	Yleisarvo	Avausväli
3,6	10	12	20	23
			40	46
7,2	20	23	40	46
			60	70
12	28	32	60	70
			75	85
17,5	38	45	75	85
			95	110
24	50	60	95	110
			125	145

“Yleisarvoa” käytetään määrittäessä vaihe-maa ja vaihe-vaihe välien eristystasoa.

“Avausväli-arvoa” käytetään mikäli eristystason on täytettävä erottimelle määritellyn erotusvälin vaatimukset.

13.4.4. Kojeistotyypit

Kojeistot ryhmitellään ulkokuoren materiaalin perusteella metallikuorisiin (metal-enclosed) ja eristysainekuorisiin (insulation-enclosed) kojeistoihin. Valtaosa jakelukojeistoista on kuitenkin metallikuorisia kojeistoja.

Metallikuoriset (metal-enclosed) kojeistot jaotellaan kojeistojen sisäisen osastoinnin ja osastoinnissa käytetyn materiaalin perusteella kolmeen eri tyyppiin:

1 Metallikoteloitu kojeisto (metal-clad), missä

- kokoojakiskosto, katkaisija ja lähdön kojeet ovat omissa tiloissaan ja
- tilojen välinen osastointi on maadoitettua metallia.

2 Tilakoteloitu kojeisto (compartmented), missä

- kokoojakiskosto, katkaisija ja lähdön kojeet ovat omissa tiloissaan ja
- tilojen välinen osastointi on osittain tai kokonaan eristysainetta.

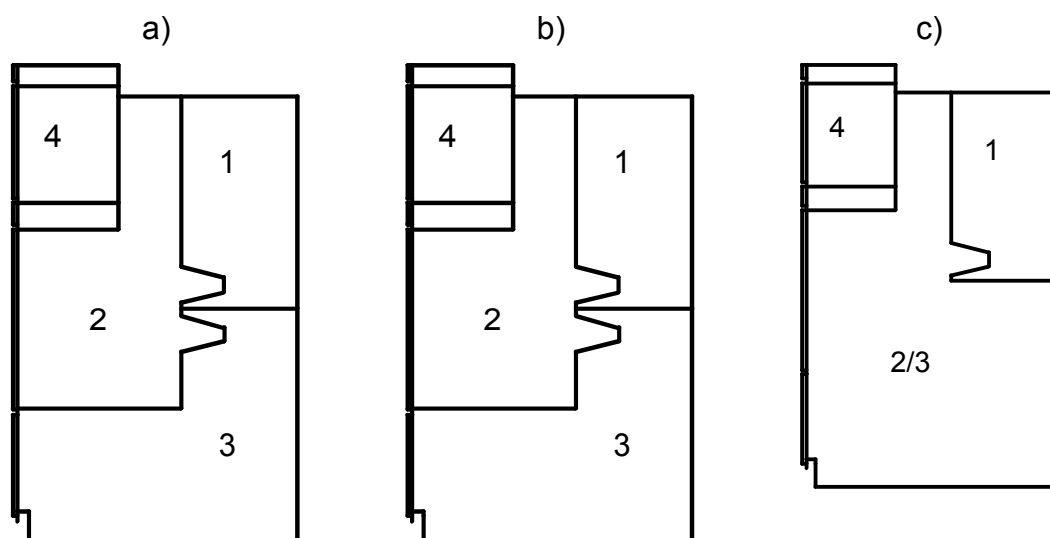
3 Kennokoteloitu (cubicle) kojeisto, joiksi luokitellaan muut kuin metalli- tai tilakoteloitua rakennetta olevat kojeistot.

Mikäli kojeistojen pääasiallisena eristysaineena toimii normaali ilma, käytetään kojeistoista nimitystä ilmaeristeinen kojeisto. Käytettäessä eristysaineena eristyskaasua, joka on eri paineessa kuin normaali ilmanpaine, puhutaan kaasueristeisistä kojeistoista.

Kojeistojen kalustustavan perusteella ryhmitellään kojeistot:

Ulovedettävillä (withdrawable) kojeilla varustettuihin kojeistoihin eli vaunukojeistoihin. Näissä kennon kytkinlaite on sijoitettu liikuteltavaan vaunuun, jota siirtämällä aikaansaadaan virtapiiriin luotettava avausväli. Vaunukojeistoja esiintyy kaikkina kojeistotyyppinä.

Kiinteällä kalustuksella varustettuihin kojeistoihin, missä kojeet kuten katkaisijat, kuormanerotimet, mittamuuntajat jne. on asennettu kiinteästi kennorakenteisiin ja kiskostoihin. Nämä kojeistotyypit ovat usein rakenteeltaan kennokoteloituja kojeistoja.



KUVA 13.4a. Kojeistotyypit a) metallikoteloitu b) tilakoteloitu c) kennokoteloitu.
1 kokoojatila, 2 katkaisijatila, 3 lähtötila, 4 toisiokojetila

13.4.5. Rakenteet

Kojeistot on suunniteltu siten, että käyttö-, tarkastus- ja huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa turvallisesti.

Erottimet

Kojeistot varustetaan erottimilla verkosta erottamista varten. Kojeistojen erotointoiminto toteutetaan joko erillisillä erottimilla, kuormanerotimilla tai vaunuratkaisuna. Vaunuratkaisussa erotusväli aikaansaadaan siirtämällä vaunuun sijoitettua kytkinlaitetta siirtolaitteen avulla erotusasennosta käyttöasentoon ja päinvastoin. Erottimen asennon on oltava todettavissa. Vaatimus voidaan täyttää, kun

- erotusväli on näkyvässä tai
- vaunun asento on nähtävissä tai
- erottimen asento on ilmaistu luotettavalla asennonosoituksella.

Lukitukset

Kojeiden keskinäisillä lukituksilla varmistetaan turvallinen ja oikea toiminta. Ulosvedettävillä kojeilla varustetussa kojeistossa on oltava vähintään seuraavat lukitukset:

- Vaunussa olevan kytkinlaitteen siirto voidaan suorittaa vain sen ollessa aukiasennossa.
- Kytkinlaitetta voidaan ohjata vain kun vaunu on käyttö-, erotus-, maadoitus- tai koetusasennossa.
- Kytkinlaitteen kiinniohjaus on estetty, mikäli apupiirejä ei ole kytketty.

Vastaavasti kiinteästi kalustetuilla kojeilla varustetussa kojeistoissa on oltava seuraavat lukitukset:

- Ohjaustoimenpiteet, joihin erotin ei ole tarkoitettu estetään lukituksin.
- Erottimia voidaan ohjata vain kun virtapiiriin kytkinlaite on aukiasennossa.
- Jos katkaisija on sarjassa maadoituskytkimen kanssa, on katkaisijan tahaton avaaminen estettävä.

13.4.6. Sovitteet

Kojeistotuoteperheet ovat modulaarisia. Jokaiseen moduuliin on suunniteltu vaihtoehtoratkaisuja, jota yhdistämällä voidaan toteuttaa erilaisia kennosovitteita ja -rakenteita.

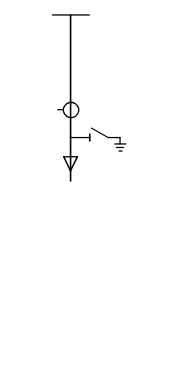
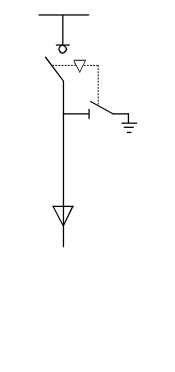
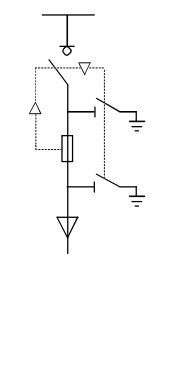
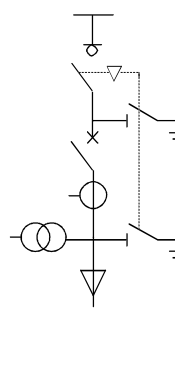
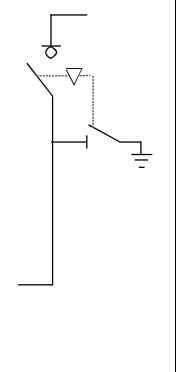
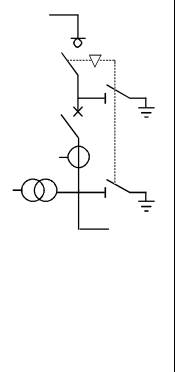
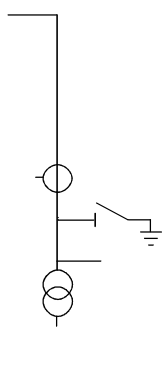
Kiinteällä kalustuksella varustetussa kojeistojärjestelmässä on käytetty seuraavia kytkinlaitteita:

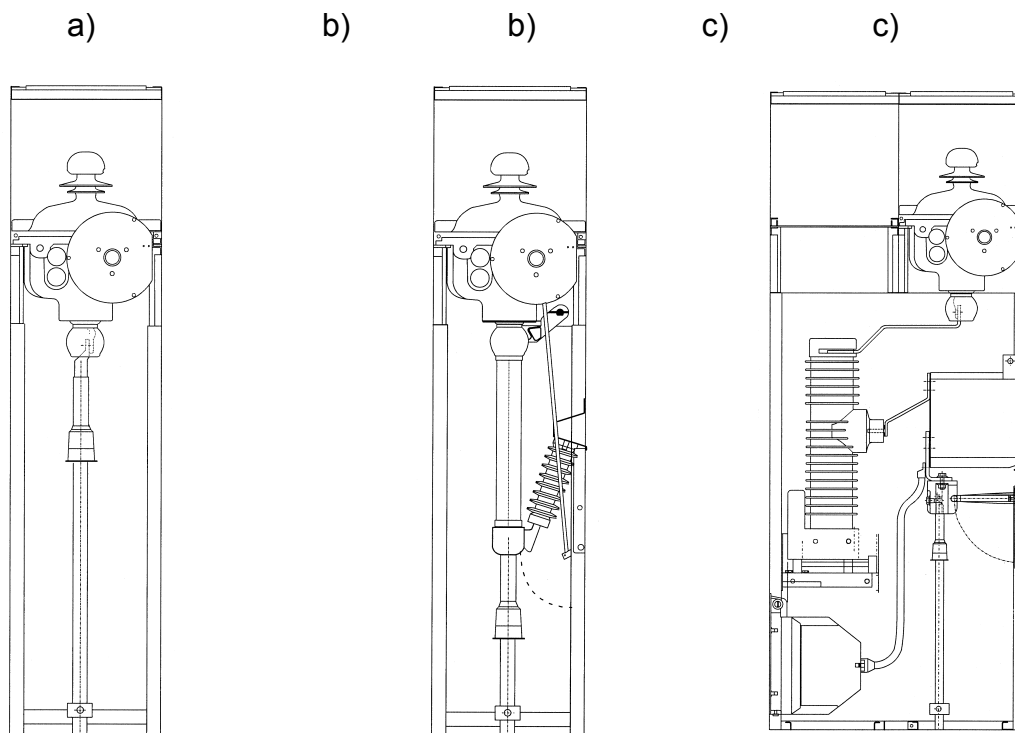
- SF₆-kuormanerotin ja varokekuormanerotin ja
- SF₆-tai tyhjäkatkaisija.

Taulukko 13.4b. Suoritusarvot.

Nimellisjännite	kV	12	17,5	24
Vaihtojännitelujuus	kV	28	38	50
Syöksyjännitelujuus	kV	75	95	125
Kokoojakiskojen nimellisvirta	A	630	630	630
Haarakiskojen nimellisvirta	A	630	630	630
Dynaaminen kestovirta	kA	63	50	50
Terminen kestovirta 1s	kA	25	20	20
Ulkokuoren kotelointiluokka		IP 3x	IP 3x	IP 3x

Taulukko 13.4c. Vakiokytkentäesimerkkejä.

						
Liityntäkenno	Kuormanerotinkkenno	Varokeuromanerotinkkenno	Katkaisijakenno	Pitkitäiskuormanerotinkkenno	Pitkitäiskatkaisijakenno	Nousukenno



KUVA 13.4b. Esimerkkejä kennosovitteista.

- Kennokoteloitu kuormanerotinkkenno.
- Kennokoteloitu varokeuromanerotinkkenno.
- Kennokoteloitu katkaisijakenno.

Vaunukatkaisijakojeistot

Sovitteissa käytetään seuraavia kytkinlaitteita:

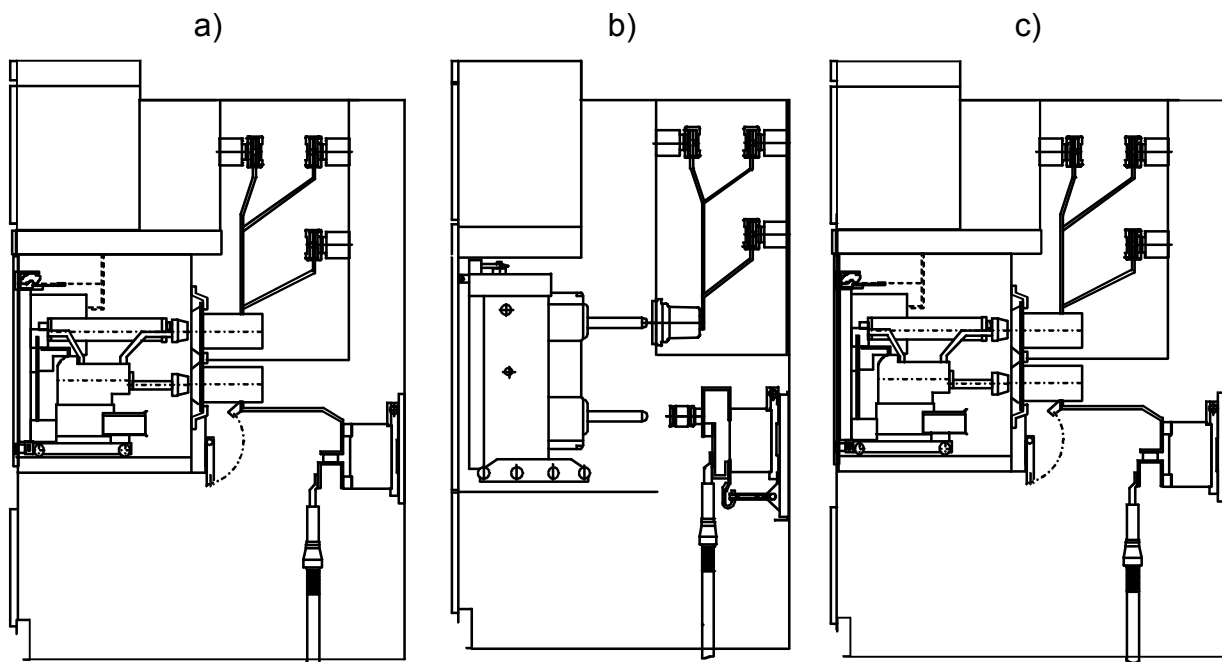
- SF₆- tai tyhjökatkaisija,
- kuormanerotin- ja varokeuromanerotin sekä
- tyhjökontaktori 3,6 kV...12 kV.

Taulukko 13.4d. Suoritusarvot.

Nimellisjännite	kV	12	17,5	24
Vaihtojännitelujuus	kV	28	38	50
Syösyjännitelujuus	kV	75	95	125
Kokoojakiskojen nimellisvirta	A	630-3150	630-2500	630-2500
Haarakiskojen nimellisvirta	A	630-3150	630-2500	630-2500
Dynaaminen kestovirta	kA	125	100	63
Terminen kestovirta 1s	kA	50	40	25
Ulkokuoren koteloiluokka		IP 3X	IP 3X	IP 3X
Tilojen välinen koteloiluokka		IP 2X	IP 2X	IP 2X

Taulukko 13.4e. Vakiokytkentäesimerkkejä.

Katkaisijakenno	Erotin-kenno	Mittaus-kenno	Kuor-manerointi-kenno	Pitkitäiskenno	Muun-taja-kenno	Kontakto-rikenno



KUVA 13.4c. Esimerkkejä kennosovitteista.

- a) Metallikoteloitu katkaisijakenno.
- b) Kennokoteloitu katkaisijakenno.
- c) Metallikoteloitu kontaktorikenno.

13.4.7. Koestus

Tehdasvalmisteisille kojeistoille tehtävät koestukset jakautuvat tyyppi- ja kappalekokeisiin. Tyypikokeet tehdään kojeistojärjestelmän tyypillisille sovitteille siten, että koestuksissa tulee huomioitua eri suoritusarvot ja kennokoot.

Kappalekokeet tehdään jokaiselle valmistetavalle yksikölle ja kokeiden tarkoituksena on paljastaa mahdolliset materiaali ja rakenneviat sekä varmistaa että, tuote vastaa tyyppikoeksessa ollutta rakennetta.

Taulukko 13.4f. IEC-standardien mukaiset tyyppi- ja kappalekokeet.

Koestus	Tyypikoe	Kappalekoe
Jännitekokeet		
-syöksyjännitekoe 1,2/50 μ s	X	
-vaihtojännitekoe 50 Hz, 1 min	X	X
-apupiirien vaihtojännitekoe	X	X
Pääpiirien resistanssien mitta	X	
Lämpenemiskokeet	X	
Pää- ja maadoituspiirien oikosulkukoe		
-dynaaminen	X	
-terminen	X	
Kytkenä- ja katkaisukoe	X	
Mekaaninen toiminta	X	X
Kotelointiluokan tarkastus	X	
Tiiveyskoe (kaasueristeiset tilat)	X	X
Valokaarikoe	X	
Kytkenöjen tarkastus	X	X

13.5. Puisto- ja kiinteistömuuntamo

13.5.1. Yleistä

Puisto- ja kiinteistömuuntamon perusosat ovat:

- suurjännitekojeisto,
- jakelumuuntaja ja
- pienjännitekojeisto.

Muuntamo voidaan täydennetää tarvittaessa loistehonkompensoinnilla, yliaaltojen suodatuksella ja kaukokäytöllä.

Muuntamon suurjännitekojeisto voi olla:

- kennokoteloitu kojeisto, jonka pääkojeet ovat:
 - SF6-eristeinen kuormanerotin ja
 - SF6-eristetty tai tyhjäkatkaisija
- SF6-kaasueristeinen kojeisto rakenteeltaan:
 - rengassyöttökojeisto (RMU) tai
 - kennorakenteinen kompaktikojeisto.

Jakelumuuntaja on normaalisti hermeettisesti suljettu ja öljyeristeinen.

Muuntamon pienjännitekojeistoon voidaan sijoittaa:

- pääkojeeksi kuormankytin tai kompaktikatkaisija,
- jonovaro- tai kompaktikatkaisijälähtöjä ja
- mittaus-, omakäyttö- ja katuvalo-osa.

13.5.2. Muuntamoita koskevat normit ja määräykset

IEC 61330

High voltage / low voltage prefabricated substations.

IEC 60298

A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV (1990).

IEC 60694

Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear (1980).

IEC 60439-1

Low-voltage switchgear and controlgear assemblies (1985) and amendent 1 (1991-04).

IEC 60529

Classification of degrees of protection provided by enclosures (1983).

IEC 60076

Power transformers.

STM A1-93

Sähköturvallisuusmääräykset (1993).

13.5.3. Muuntamon suurjännitekojeistot

Taulukko 13.5a. Tyypillisten suurjännitekojeistojen ominaisuuksia.

Koje/Ominaisuus	Kennokoteloitu	SF6 eristeiset	
		Kompaktirak.	RMU
Kuormanerotin	x	x	x
Varokekuormanerotin	x	x	x
Katkaisija			
- erillinen SF6-eristetty	x		
- erillinen tyhjä	x		
- kiinteä tyhjä		x	x
Maadoituskytkimet			
- vakiona		x	x
- valittavissa	x		
SJ-mittaus	x	x	
Suojaus			
- varokkeet	x	x	x
- rele	x	x	x
Kaapelipäätteet			
- tavanomainen	x		
- pistokepäät		x	x

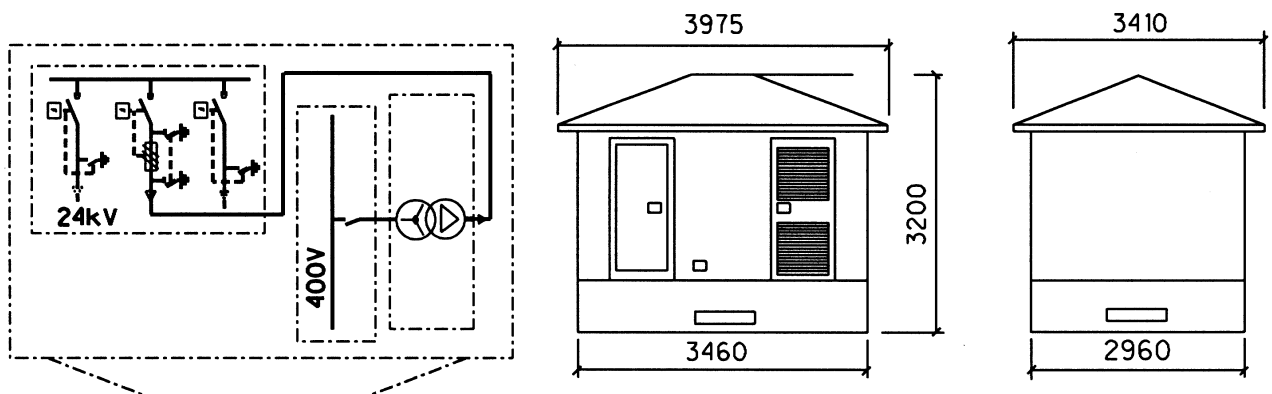
Taulukko 13.5b. Suurjännitekojeistojen suoritusarvoja IEC 60298 mukaan.

		Kennokoteloitu		SF6- eristeiset			
				Kompaktirak.		RMU	
Nimellisjännite	kV	12	24	12	24	12	24
Vaihtojännitelujuus	kV	28	50	28	50	28	50
Syöksyjännitelujuus	kV	75	125	75	125	75	125
Nimellistaajuus	Hz	50		50		50	
Nimellisvirta	A	630		630		630	
Katkaisukyky	kA	20		20		16	
Max. sulakekoko	A	160	63	100	63	100	63
Terminen kestovirta	kA	25	20	25	20	21	16
Dynaaminen kestovirta	kA	63	50	63	50	50	40
KytKentäkyky	kA	63	50	63	50	50	40
Kotelointiluokka							
- ulkoinen	IP	2XC		3X		3X	
- sisäinen	IP			herm.		herm.	

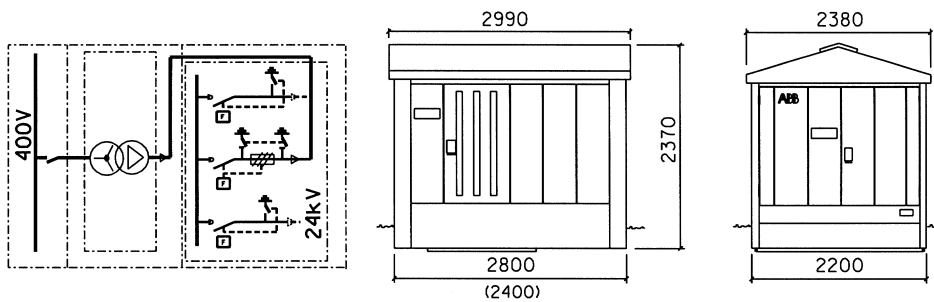
13.5.4. Puistomuuntamot

Taulukko 13.5c. Puistomuuntamot ja niiden ominaisuudet.

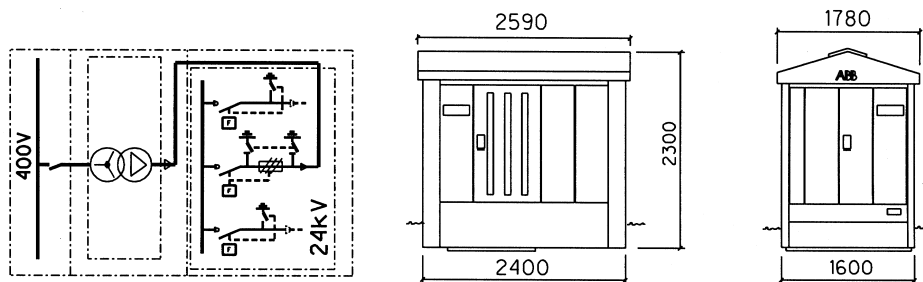
Ominaisuus	ECOSAFE-muuntamo				MTB
	MAXI	MIDI	MINI	AIR	
Suurjännitekojeisto					
- SF6-kojeisto	X	X			X
- ilmaeristeinen				X	
Suurjännitemittaus	X			X	
Max.jakelumuuntaja					
- 630 kVA		X	X		
- 1000kVA	X			X	X
- 1600kVA (CTMU-sarja)	X				
Lämpenemislakat					
- luokka 10	X	X	X	X	
- luokka 20	X	X	X	X	
- luokka 30	X		X		
Asennustapa					
- maan pinnalle	X	X	X	X	
- osittain upotettu	X	X	X	X	X
Hoitotapa					
- ulkoa hoidettava	X	X	X	X	
- sisältä hoidettava					X
Julkisivumateriaali					
- maalattu teräslevy	X	X	X	X	
- pintalautoitus	X	X	X	X	
- kivisirotemaalaus	X	X	X	X	
- tiiliverhous					X
- klinkkeriverhous					X
- betoni					X
Katto					
- harjakatto	X	X	X	X	X
- aumakatto	X	X	X	X	X



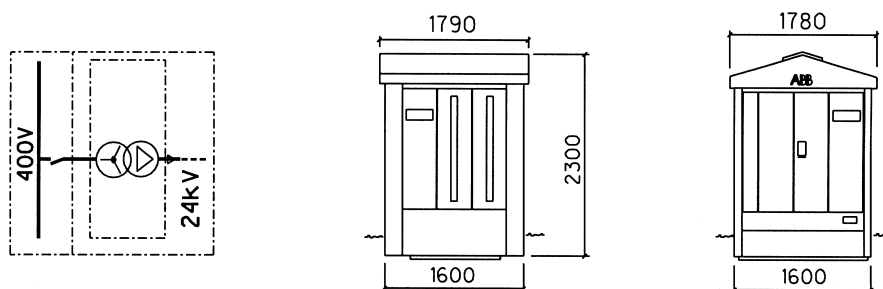
KUVA 13.5a. Betonielementtirakenteisen MTB-puistomuuntamon pääkaavio ja mittapiirros.



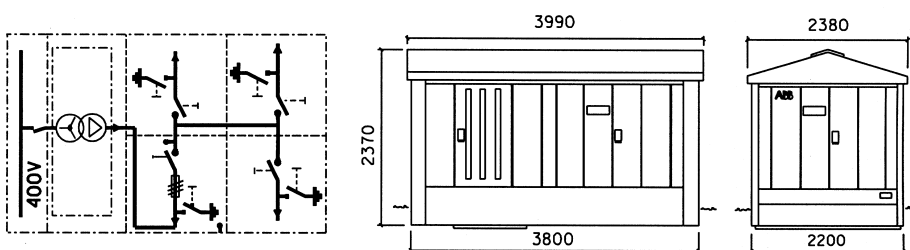
SF6-kojeistolla, suurin muuntaja 1600kVA (1000 kVA)



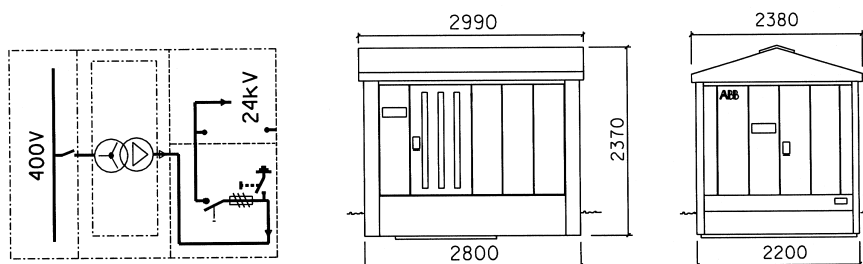
SF6-kojeistolla, suurin muuntaja 630kVA



Ilman kojeistoa, suurin muuntaja 630 kVA



Ilmaeristeinen, suurin muuntaja 1000kVA



Ilmaeristeinen, päättävä, suurin muuntaja 1000kVA

KUVA 13.5b. ECOSAFE-puistomuuntamoiden yleisimmät pääkaaviot ja mittapiirroksset.

13.5.5. Muuntamon pienjänniteosa

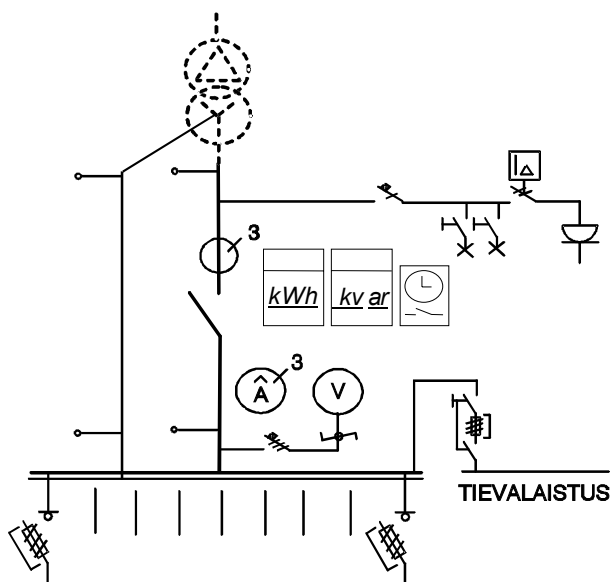
Sekä puisto- että kiinteistömuuntamoissa käytetään pääkaavion, kojeiden ja rakenteiden suhteen hyvin pitkälle vakioituja pienjännitekojeistoja.

Joustavuutta antaa:

- vaihtoehtoiset sovitteet,
- 2- tai 3-kennoinen kojeistoratkaisu,
- puistomuuntamossa integroituna pj-osana tai
- kiinteistömuuntamossa erillisenä keskuksena (leveydet 1540 tai 2145mm) ja
- oikosulku- ja kuormituskoestettu rakenne.

Taulukko 13.5d. Pienjännitekojeiston suoritusarvot.

Nimellisjännite	V	500
Nimellisvirta	A	max. 2300
Terminen kestovirta 1s	kA	max. 40
Dynaaminen kestovirta	kA	max. 100
Kotelointiluokka		IP20



KUVA 13.5c. Tyypillisen pienjännitekeskuksen pääkaavio.

13.5.6. Kiinteistömuuntamot

Kiinteistömuuntamo muodostuu tehdasvalmisteisista, kiinteistön sähkötilassa yhteen liitetävistä erillisistä komponenteista. Niitä ovat mm.:

- suurjännitekojeisto (12-24kV),
 - * suurjännitemittauskenno,
 - * liitoskaapelointi jakelumuuntajalle,
- jakelumuuntaja,
 - * muuntajakkenno,
 - * öljynkeräilyallas,
- pienjännitepääkeskus,
 - * suurvirtajärjestelmä tai joustava liityntä muuntajalta pj-keskukselle,
 - * magneettikenttien rajoitus joustavan liitynnän koteloinnilla (*TESLASAFE*).
- yliaaltojen suodatus ja
- loistehon kompensointi.

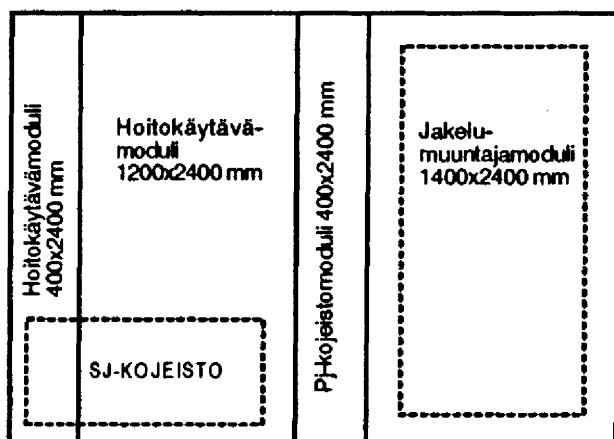
Yleisimpien lay-out-ratkaisujen vakioinnilla ja moduloinnilla kiinteistömuuntamon suunnittelu / toteutus yksinkertaistuu sekä nopeutuu.

Muuntamokokoonpano määräytyy sen käyttötarkoituksen mukaan. Muuntamot jakautuvat sähkölaitoksen muuntamoihin tai asiakasmuuntamoihin.

Seuraavat esimerkit on toteutettu moduulimitoituseriaatteella. Moduuleissa on huomioitu muuntamokomponentin muuntamotilalle asettamat vaatimukset. Mikäli muuntamo asennetaan valmiin lattian päälle, tarvitaan kaapelikanava. Vaihtoehtona on moduulimitoitettua lattiaelementtiä, joita yhdistelemällä rakennetaan muuntamo korotetulle lattialle.

Tyypillinen sähkölaitoksen muuntamo

- Toimii jakeluverkon osana (sähkölaitoksen omistama).
- Sisältää energian laskutusmittauksen pienjännitepuolella.



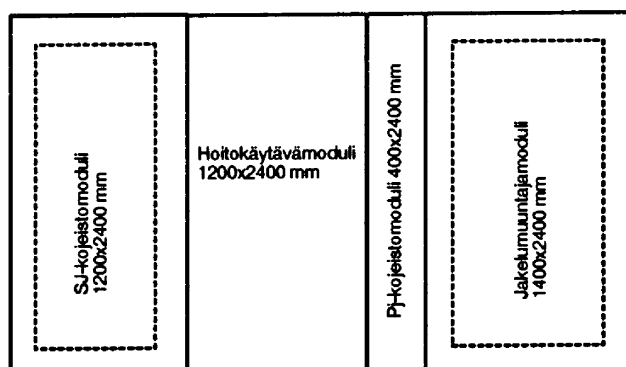
KUVA 13.5d. Esimerkki sähkölaitoksen muuntamosta (pohjapiirros).

Esimerkin muuntamokomponentit:

- Sj-kojeistona on SF₆-eristinen RMU tai kennokoteloitu vakiokojeisto (max. 5 kennoa).
- Tyypillinen jakelumuuntaja (315-1000kVA).
- Muuntajaliitynnät ovat kosketussuojaiset.
- Magneettikentän rajoitus toteutettu koteloimalla joustava liityntä.
- Vakioitu pj-keskus (ks. kuva 13.5c).

Tyypillinen asiakasmuuntamo

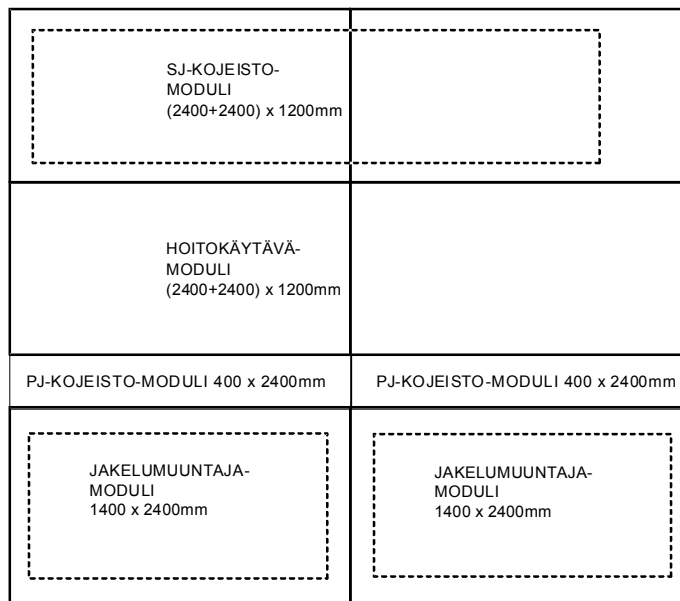
- Asiakkaan hankkima ja omistama muuntamo.
- Energianmittaus suurjännitepuolella.
- Sisältää yhden tai useamman jakelumuuntajan.



KUVA 13.5e. Esimerkki asiakasmuuntamosta (yhellä muuntajalla).

Muuntamokomponentit yhden muuntajan esimerkissä:

- Sj-kojeistona on SF6-eristeinen RMU tai kennokoteloitu vakiokojeisto sekä sj-mittaus.
- Tyypillinen jakelumuuntajakoko on (500-1250 kVA).
- Magneettikentän rajoitus toteutettu koteloimalla joustava liityntä.
- Muuntajan liitokset ovat kosketussuojaiset.



KUVA 13.5f. Esimerkki asiakasmuuntamosta (kahdella muuntajalla).

Muuntamokomponentit kahden muuntajan esimerkissä:

- Sj-kojeistona on kennokoteloitu moduulikojeisto, joka sisältää sj-mittauksen.
- Tyypillinen jakelumuuntajakoko on (800-1600 kVA).
- Muuntajan liitokset ovat kosketussuojaiset.

Asiaksmuuntamon pienjännitepuolella pääkeskusvaihtoehtoina ovat joko jonovarokelähdoillä toteutetut valmistajan vakioirratkaisut (kuva 13.5c) tai asiakaskohtaiset kennokeskusratkaisut.

13.6. Enintään 1000 V jakokeskukset

13.6.1. Johdanto

ABB Control Oy valmistaa keskuksia teollisuuden, sähkölaitosten ja rakentamisen tarpeisiin. Pienjännitekojeisto on enintään 1000 V kytkinlaitos, jossa on sähkön tuottamisessa, siirrossa, muuntamisessa tai muuttamisessa tarvittavia kytkin-, suoja-, ohjaus- tai valvontalaitteita.

Keskuksien valmistuksessa noudatetaan eurooppalaisia EN- ja IEC-standardeja sekä kansallisia standardeja ja viranomais määräyksiä soveltuvin osin.

Euroopan yhteisön alueella standardoinnista vastaa CENELEC. Sen tehtävänä on jäsenmaitaan sitovien EN-standardien tuottaminen, joiden pohjana on yleensä vastaava IEC-standardi. Viimemainitut eivät ole jäsenmaita sitovia.

CENELEC tekee tarpeen mukaan omiakin standardeja, jos IEC ei ole halukas tarvittavaa standardia laatimaan tai jos tarvittava EN-standardi poikkeaa huomattavasti vastaavasta IEC-standardista. Tällaisen standardin numero-osa on ko. EN järjestysnumero luvusta 50000 ylöspäin.

Perusstandardit ovat :

SFS-EN 60439-1 IEC 60439-1

Jakokeskukset: Tyyppitestattujen ja osittain tyyppitestattujen keskusten vaatimukset

SFS-EN 60439-2 IEC 60439-2

Jakokeskukset: Jakelukiskojärjestelmien erityisvaatimukset

SFS-EN 60439-3 IEC 60439-3

Jakokeskukset: Kiinteistökeskusten erityisvaatimukset

SFS-EN 60439-4 IEC 60439-4

Jakokeskukset: Työmaakeskusten erityisvaatimukset

EN 60439-5 IEC 60439-5

Jakokeskukset: Kaapelijakokaappien erityisvaatimukset

EN 60439-6 IEC 60439-6

Jakokeskukset: Muuntamoiden pienjännitekeskuksia koskevat erityisvaatimukset

EN 50XXX (standardin numero avoin)

Jakokeskukset: Tyhjien koteloiden erityisvaatimukset

SFS-EN 60529 IEC 60529

Sähkölaitteiden kotelointiluokat (IP-koodi)

EN 50102

Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK-code)

HD 528 S2 IEC 60890

A method of temperature-rise assesment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear.

Technical report IEC 61641

Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault

Lisäykset

Kaikkiin standardeihin tehdään jatkuvasti muutoksia ja ne on esitetty päästandardien liitteinä.

Muut standardit ja määräykset

Jakokeskusten rakennetta ja koestusta koskevia lisämääräyksiä annetaan tarvittaessa Sähkötarkastuskeskuksen A-sarjan julkaisuissa, T-sarjan tiedonannoissa sekä KY-sarjan kiertokirjeissä.

Tärkeimmät perusjulkaisut, jotka Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksellä ovat voimassa kokonaan tai rajoitetusti:

A 1-1993 Sähköturvallisuusmääräykset,

A 2-1994 Rakennusten sähköasennukset,

A 5-1993 Sähkötyöturvallisuusmääräykset,

T 57-88 Lääkintätilojen sähköasennukset,

T 97-94 Valokaaripaineen huomioonottaminen sisäkytkinlaitoksissa ja muuntamoissa ja

T 99-95 Julkaisun A 2-94 soveltaminen sähkölaitteistojen korjaus-, laajennus- ja muutostöihin.

Edellä mainittujen määräysten lisäksi voi olla teollisuusalakohkaisia standardeja. Näistä merkittävin on:

PSK 1801 Prosessiteollisuuden jakokeskus.

13.6.2. Käyttöolosuhteet

Kojeistot on suunniteltu käytettäväksi ns. normaaleissa ympäristöoloissa, jotka on määritetty seuraavasti:

Sisäasennus

Ympäristön lämpötila ei ylitä 40 °C eikä sen 24 h keskiarvo ylitä 35 °C, alaraja on –5 °C. Ilma on puhdasta eikä sen suhteellinen kosteus ylitä 50% maksimilämpötilassa 40 °C.

Ulkoasennus

Ympäristön lämpötila ei ylitä 40 °C eikä sen 24 h keskiarvo ylitä 35 °C, alaraja lauhkeassa ilmastossa on –25 °C ja arktisessa ilmastossa –50 °C.

Suhteellinen kosteus voi olla 100% lämpötilan ollessa enintään 25 °C.

13.6.3. Likaantumisaste

Pinta- ja ilmajäljät määritetään käyttöpaikan mikroympäristön likaantumisasteen mukaan. Likaantumisasteluokkia on neljä riippuen liikaantumisen sähkön johtavuudesta.

Ellei toisin ole sovittu, teollisuussovellutusten keskuksia on yleensä tarkoitettu käytettäväksi likaantumisasteen 3 ympäristössä.

Sisäkäytön kiinteistökeskusten likaantumisasteena pidetään astetta 2, ellei valmistajan ja tilaajan kesken muutoin sovita.

Materiaaliluokat puolestaan määräytyvät pintavirtakestävyysindeksin (CTI) arvojen perusteella.

Taulukko 13.6a. Materiaaliluokat ja pintavirtakestävyysindeksi.

Materiaaliluokka I	Materiaaliluokka II	Materiaaliluokka III a	Materiaaliluokka III b
$600 \leq \text{CTI}$	$400 \leq \text{CTI} < 600$	$175 \leq \text{CTI} < 400$	$100 \leq \text{CTI} < 175$

13.6.4. Korkeus meren pinnasta

Asennuspaikan korkeus ei normaalioloissa ylitä 2000 m. Suuremmissa asennuskorkeuksissa on tarkistettava keskuksen ilma- ja ryömintävälit sekä kuormitettavuus.

13.6.5. Erikoiset ympäristöolot

Erikoisia ympäristöoloja ovat esim. taulukossa 13.6b esitetyt.

Taulukko 13.6b. Erikoiset ympäristöolot.

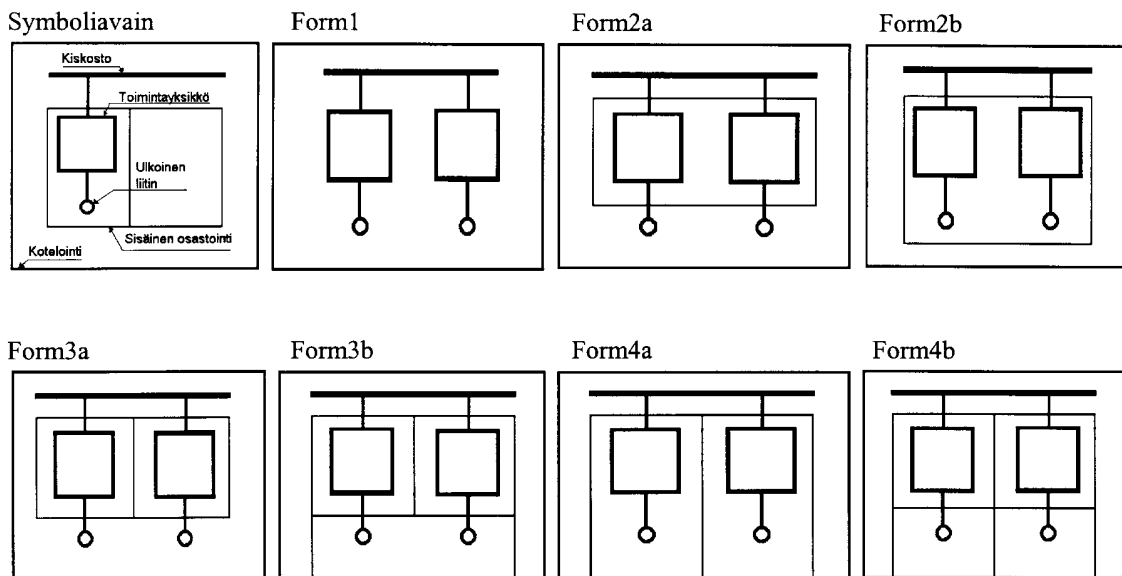
Ilmasto	Ympäristö	Vierasaineet	Asennuspaikka
Poikkeava lämpötila Poikkeava kosteus Nopeat lämpötilan vaihtelut (kondensaatio)	Liiallinen lämpösäteily Voimakkaat sähkö- ja magneettikentät Alttius voimakkaalle iskulle ja värinälle	Pöly, savu, kaasut tai suolan aiheuttama epäpuhtaus, sienet ja pieneliöt	Palovaaralliset tilat Räjähdyksivaaralliset tilat Poikkeava asennuspaikan korkeus

Erikoisten ympäristöolojen asettamista vaatimuksista sovitaan valmistajan ja käyttäjän / tilaajan kesken erikseen.

13.6.6. Sisäinen osastointi

Jakamalla keskus väliseinillä tai suojuksilla erillisiin suojattuihin tiloihin parannetaan kosketussuojausta toisiin tiloihin ja toimintayksiköihin nähden sekä minimoidaan valokaaren syttymisriskiä sekä rajataan mahdollista vika-aluetta. Valmistajan ja käyttäjän/tilaajan kesken sovitaan sisäisen osastoinnin muodosta, jotka ovat seuraavat:

Taulukko 13.6c. Jakokeskusten osastointimuodot.



13.6.7. Kotelointiluokat (IP koodi)

Kotelointiluokan tunnus ilmaistaan IP-koodilla (Internal Protection). IP-koodi on esim. muotoa IP23CH.

Ensimmäinen tunnusnumero, vaarallisten osien kosketussuojaus ja suojaus vierailta esineiltä ja pölyltä ilmaisee, että

- kotelointi suojaa ihmisiä koskettamasta vaarallisia osia, estäen tai rajoittaen ihmiskehon osan tai ihmisen pitämän esineen sisääntunkeutumisen sekä että
- kotelointi suojaa laitetta vieraiden esineiden ja pölyn sisääntunkeutumiselta.

Toinen tunnusnumero: vesisuojaus ilmaisee kotelointiluokan, jonka mukaisella koteloinnilla estetään veden haitallinen sisääntunkeutuminen.

Taulukko 13.6d. Kotelointiluokan tunnusnumerot.

Ensimmäinen tunnusnumero		Toinen tunnusnumero	
0	Suojaamaton	0	Suojaamaton
1	Suojattu halkaisijaltaan yli 50 mm vierailta esineiltä	1	Suojattu pystysuoraan tippuvalta vedeltä
2	Suojattu halkaisijaltaan yli 12,5 mm vierailta esineiltä	2	Suojattu pystysuoraan tippuvalta vedeltä, kun kotelointi on kallistettuna 15° asti
3	Suojattu halkaisijaltaan yli 2,5 mm vierailta esineiltä	3	Suojattu satavalta vedeltä
4	Suojattu halkaisijaltaan yli 1,0 mm vierailta esineiltä	4	Suojattu roiskuvalta vedeltä
5	Pölysuojattu	5	Suojattu vesisuihkulta
6	Pölytiivis	6	Suojattu voimakkaalta vesisuihkulta
		7	Suojattu lyhytaikaisen veteen upottamisen vaikutuksilta
		8	Suojattu jatkuvan veteen upottamisen vaikutuksilta

Kotelointiluokan lisäkirjain: vaarallisten osien kosketussuojaus on vapaaehtoinen ja sitä käytetään vain,

- jos todellinen kosketussuojaus on parempi kuin ensimmäisellä tunnusnumerolla esitetty tai,
- jos vain vaarallisten osien kosketussuojaus ilmoitetaan ja ensimmäinen tunnusnumero on korvattu kirjaimella X.

Laitekohtaisissa standardeissa täydentävä tieto voidaan ilmaista toista tunnusnumeroa tai lisäkirjainta seuraavalla täydennyskirjaimella.

Yleisenä suosituksena on, että kojeiston kotelointiluokka ilmoitetaan vapaaehtoisella, jännitteisten osien kosketussuojauksen ilmaisevalla lisätunnuksella varustettuna, esim. IP34D.

Oheisessa taulukossa lueteltuja täydennyskirjaimia saa käyttää vain taulukossa annetuissa merkityksissä.

Taulukko 13.6e. Kotelointiluokan täydennyskirjaimet.

Lisäkirjain (vapaaehtoinen)		Täydentävä kirjain (vapaaehtoinen)	
A	Kosketussuojattu nyrkiltä	H	Suurjännitelaitte
B	Kosketussuojattu sormelta	M	Laitteen vesisuojaus on koestettu laitteen liikuteltavien osien liikkuesssa
C	Kosketussuojattu työkalulta	S	Laitteen vesisuojaus on koestettu laitteen liikuteltavien osien ollessa paikoillaan
D	Kosketussuojattu langalta	W	Laitte on sopiva käytettäväksi erikseen määritellyissä sääolosuhteissa ja se on varustettu lisäominaisuudella tai käsittelyllä

Avorakenteisia keskuksia ei Suomessa sallita edes sähkötilassa heikon käyttö- ja työturvallisuuden vuoksi.

Suositellaan, että muidenkin kuin kiinteistökeskusten (SFS-EN 60439-3) mukaisten keskusten kotelointiluokka on kuivissa sisätiloissa vähintään IP 20 C.

13.6.8. Tyypitestit

Kojeistoille suoritettavat koestukset on määritetty standardissa SFS-EN 60439-1.

Tyypitestattaville (TTA) ja osittain tyypitestattaville (PTTA) keskuksille tehtävien tarkastusten ja testien luettelo on esitetty oheisessa taulukossa.

Taulukko 13.6f. Keskuksille tehtävien tarkastusten ja testien luettelo.

Tarkistettava ominaisuus	Tyypitestattu keskus	Osittain tyypitestattu keskus
Lämpeneminen	Lämpenemistesti (tyyp- pitesti)	Lämpenemistesti tai ekstrapolointi tyypitestatusta kes- kuksesta
Jännitekestävyys	Jännitekestävyydesti (tyyp- pitesti)	Jännitekestävyydesti taikka eristysresistanssin tarkastus
Oikosulunkestävyys	Oikosulunkestävyyden tes- taus	Oikosulunkestävyyden testaus tai ekstrapolointi samanlaisesta tyypitesta- tusta keskuksesta
Suojamaadoituspiirin tehok- kuus		
Keskuksen suojajohdinliitti- men ja jännitteelle alttiin osan välinen suojamaadoi- tusyhteys	Suojamaadoituksen tehok- kuuden tarkastus tai resis- tanssin mittaus (tyypitesti)	Suojamaadoituksen tehok- kuuden tarkastus tai resis- tanssimittaus
Suojamaadoituspiirin oiko- sulunkestävyys	Suojamaadoituspiirin oiko- sulunkestävyyden testaus	Suojamaadoituspiirin oiko- sulunkestävyyden testaus tai suojamaadoituspiirin mi- toituksen ja asennuksen tarkistus
Ilma- ja pintavälit	Ilma- ja pintavälien tarkastus (tyypitesti)	Ilma- ja pintavälien tarkastus
Mekaaninen toiminta	Mekaanisen toiminnan tarkastus (tyypitesti)	Mekaanisen toiminnan tarkastus
Kotelointiluokka	Kotelointiluokan tarkastus (tyypitesti)	Kotelointiluokan tarkastus
Johdotus, sähköinen toi- minta	Keskuksen ja sen johdo- tuksen tarkastus tarvittaessa sähköisen toiminnan testaus (kappaletesti)	Keskuksen ja sen johdo- tuksen tarkastus ja tarvit- taessa sähköisen toiminnan testaus
Eristys	Jännitetesti (kappaletesti)	Jännitetesti tai eristysresis- tanssin mittaus
Kosketussuojaukset	Kosketussuojauksien ja suo- jamaadoituspiirien sähköisen jatkuvuuden tarkastus (kap- paletesti)	Kosketussuojauksien tarkastus
Eristysresistanssi		Eristysresistanssin tarkastus ellei jännitestejä ole tehty

Taulukossa mainittujen testien lisäksi tuotekohtaisesti voi olla lisätestejä esim. mekaa-
nisen kestoisuuden osalta.

13.6.9. Valokaarioikosulkukestoisuus

Valokaarioikosulkukestoisuuden toteamien ei kuulu ns. pakollisiin tyypitesteihin. Tes-
tien suorittamisesta teknisen raportin IEC 61641 mukaisesti sovitaan valmistajan ja
käyttäjän kesken erikseen.

Sähkötarkastuskeskuksen tiedonannossa T 97-94 on annettu suositukset siitä, kuinka
valokaarioikosulun painevaikutus otetaan huomioon sisäkytkinlaitosten ja sisällä olevien
muuntamotilojen rakenteiden mitoituksessa.

13.6.10. Sähkömagneettinen yhteensopivuus

Lopullisia keskuksia ei vaadita EMC-testattaviksi häiriönsiedon eikä häiriönpäästön osalta, jos

- keskuksen laitteet ja komponentit on suunniteltu seuraten asianmukaisia tuotestandardia tai
- yleisiä EMC-standardeja ja
- asentaminen ja keskuksen sisäinen johdotus tehdään laitteiden ja komponenttien valmistajien ohjeita noudattaen.

Yleisesti keskuksat, joissa ei ole elektroniikkaosia sisältäviä piirejä, eivät ole arkoja normaaleille sähkömagneettisille häiriöille, eivätkä näin ollen vaadi häiriösietotestausta. Häiriöpäästöjen taajuus, taso ja seuraukset katsotaan osaksi pienjänniteasennusten normaalia sähkömagneettista ympäristöä, jolloin sähkömagneettista häiriönpäästöä koskevat vaatimukset katsotaan tämän vuoksi täytetyksi.

13.6.11. Oikosulkukestoisuus

Keskukselta vaadittava oikosulkukestoisuus määräytyy käyttöpaikalla esiintyvän suurimman oikosulkuvirran mukaan. Tämä virta voidaan useinkin määrittää riittävän tarkasti keskusta syöttävän muuntajan nimellistehon ja toisijännitteen mukaan.

Taulukko 13.6g. Muuntajien nimellis- ja oikosulkuvirrat eri jännitteillä.

S_n	I_n / A			Z_k / %			I_k / kA								
	U_n / V	U_n / V	U_n / V				410 V			525 V			710 V		
(kVA)	410	525	710	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
100	141	110	81	3.8	4		3.7	3.5		2.9	2.7		2.1	2.0	
200	282	220	163	4	4		7.0	7.0		5.5	5.5		4.1	4.1	
315	444	346	256	4.5	4.5	4	9.9	9.9	11.1	7.7	7.7	8.7	5.7	5.7	6.4
500	704	550	407	5	4.5	4.5	14.1	15.6	15.6	11.0	12.2	12.2	8.1	9.0	9.0
800	1127	880	651	5.5	5	5	20.5	22.5	22.5	16.0	17.6	17.6	11.8	13.0	13.0
1000	1408	1100	813	5.5	5	5	25.6	28.2	28.2	20.0	22.0	22.0	14.8	16.3	16.3
1250	1760	1375	1016	5.5		5.5	32.0		32.0	25.0		25.0	18.5		18.5
1600	2253	1760	1301	5.5		5.5	41.0		41.0	32.0		32.0	23.7		23.7
2000	2816	2199	1626	6		6	46.9		46.9	36.7		36.7	27.1		27.1
2500	3520	2749	2033	6		6	58.7		58.7	45.8		45.8	33.9		33.9
3150	4436	3464	2561	7		6.5	63.4		68.2	49.5		53.3	36.6		39.4

410,525 tai 710 V on muuntajan nimellistoisiojännite tyhjäkäynnissä
 S_n = muuntajan nimellisteho S1 = häviösarja 1 (normaalit häviöt)
 I_n = muuntajan nimellistoisiovirta S2 = häviösarja 2 (alennetut tyhjäkäyntihäviöt)
 Z_k = muuntajan oikosulkuimpedanssi S3 = häviösarja 3 (alennetut kuormitushäviöt)
 I_k = muuntajan oikosulkuvirta

Mikäli keskuksessa on moottorikuormaa yli 30% kokonaistehosta on otettava huomioon sen oikosulkuvirtaa lisäävä vaikutus.

Oikosulkuvirran huippuarvo saadaan kertomalla tehollisarvo taulukon 13.6h mukaisella kertoimella. Siihen liittyy huomautus, että erityisissä olosuhteissa esim. muuntajan tai generaattorin läheisyydessä voi tehokerroin saavuttaa pienempiä arvoja, jolloin prospektiivisen virran huippuarvo voi tulla rajoittavaksi arvoksi oikosulkuvirran tehollisarvon suhteen. IEC:n oikosulkuvirran laskentaperusteet edellyttävät moottorien syöttämän oikosulkulisätehon huomioimista tehollisarvon määrittämisessä. On kuitenkin todettu, että käytännössä vaimennukset kumoavat yleensä moottoreiden syöttämän lisätehon.

Taulukko 13.6h. Oikosulkuvirran huippuarvon ja tehollisarvon välinen riippuvuus.

Oikosulkuvirran tehollisarvo	cos φ	n
$I \leq 5 \text{ kA}$	0,7	1,5
$5 \text{ kA} < I \leq 10 \text{ kA}$	0,5	1,7
$10 \text{ kA} < I \leq 20 \text{ kA}$	0,3	2
$20 \text{ kA} < I \leq 50 \text{ kA}$	0,25	2,1
$50 \text{ kA} < I$	0,2	2,2

Pienjännitekeskuksen valinnassa ja suunnittelussa on varmistuttava siitä, että pääpiirin syöttöyksikön, kiskoston ja lähtöyksiköiden oikosulkukestoisuus on riittävä ja kojeet on tarvittaessa suojattu oikosulkuvirtaa rajoittavilla laitteilla.

13.6.12. Tasoituskertoimet

Syöttökenttien ja kiskoston mitoituksessa voidaan käyttää oheisen taulukon mukaisia tasoituskertoimia.

Taulukko 13.6j. Nimelliset tasoituskertoimet.

Pääpiirien lukumäärä	2 ja 3	4 ja 5	6 ...9	≥ 10
Tasoituskerroin k	0,9	0,8	0,7	0,6

13.6.13. Kennokeskus MNS

Käyttöalue

MNS on modulaarinen enintään 1000 V ac ja 1500 V dc sähkön jakeluun tarkoitettu kennokeskusjärjestelmä käsittäen seuraavat sovellutusalueet.

Taulukko 13.6k. MNS keskusten käyttöalueet.

Jakelukeskukset	Erikoiskeskukset	Ohjauskeskukset
Raskas pääkeskus Raskas moottorikeskus Kevyt moottorikeskus Muuntamon pääkeskus	Tasasähkökeskus Loistehon kompensointi Yliaaltojen suodatus Laivakojeistot	Rele- ja automatiikka-keskus Ohjaustaulu ja -kaappi



KUVA 13.6a. MNS kennokeskus.

Tekniset arvot

Nimellisericistysjännite	U_i	1000 V
Nimelliskäyttöjännite	U_e	≤ 690 V
Nimellistaajuus	f	50/60 Hz
Nimellinen syöksykestojännite	U_{imp}	8 kV
Nimellisvirta	I_e	
kokoojakiskosto		≤ 5000 A
pystysyöttökiskosto		≤ 1800 A
Terminen nimelliskestovirta	I_{cw}	
kokoojakiskosto		≤ 100 kA, 1s
pystykiskosto		≤ 80 kA, 1s
Dynaaminen nimelliskestovirta	I_{pk}	
kokoojakiskosto		≤ 250 kA
pystykiskosto		≤ 176 kA
Ehdollinen nimellisoikosulkuvirta	I_{cf}	100 kA
Eristysresistanssi		> 10 M Ω
Kotelointiluokka		IP31 ... IP 54
Valokaarioikosulkukestoisuus		50 kA, 300 ms
Osastointimuoto		Form 2...Form 4
Tärinäkestoisuus		5 pulssia
resonanssialue		1-35 Hz
kiihtyvyys		5 m/s ²
Kiskojärjestelmä	TN-S	L1,L2,L3, N, PE
	IT	L1,L2,L3, PE
	TN-C-S	L1,L2,L3, PEN

Runkorakenne

Runkorakenne koostuu ruuvikiinnitteisistä C-profiileista ja peitelevyistä. Modulaarisen rakenteen ulkomitat ovat standardin DIN 41488 ja reijitysmoduli standardin DIN 43660 mukaisia. Sähköstaattisesti maalattujen polyesteripintojen värisävy on RAL 7035. Materiaalina käytetään sinkittyä teräslevyä.

Ovet ovat tilakohtaisia tai koko kennon korkuisia ja ne varustetaan yhdestä pisteestä ohjattavalla lukitusmekanismilla. Aukeava kattoluukku mahdollistaa valokaaripaineen purkautumisen ulos.

Mekaaninen rakenne kestää valokaarioikosulun aiheuttamat painerasitukset sekä värinästä johtuvat kestorasitukset, joita syntyy mm. laivakäytöissä ja maanjäristyksen aikana.

Kennomitat

Taulukko 13.6I. MNS keskusten mitat.

Korkeus / mm	Leveys / mm	Syvyys / mm
2200	400,600,800,1000,1400	400,600,800,1000

Tilajaottelu

MNS-kojeisto on jaettu erillisiin koje-, kiskosto- ja kaapelitiloihin. Keskukset voidaan kalustaa myös kaksipuoleisesti. Tilojen välinen kotelointiluokka on IP 2X ja rakenne täyttää luokan Form 4 vaatimukset.

Kaapelikenttä

Erillinen kaapelikenttä mahdollistaa kaapeloinnin joko ylhäältä tai alhaalta. Normaalisti kaapelikenttä on erotettu läpivientiväliseinällä kojetilasta. Pohja- ja kattolevyt on varustettu tarvittavilla kaapeliläpivienneillä. Kaapelikenttä voi olla myös yhteinen kahdelle kentälle. Kaapelikentässä ei ole kosketussuojaamattomia jännitteisiä osia tai kojeita. Lähtevien kaapeleiden PE-johdin liitetään kaapelikentässä olevaan PE-kiskoon.

Kokoojakiskosto

Kokoojakiskosto sijaitsee kojeiston takaosassa. Tämä mahdollistaa kiskostolle paremman kuormitettavuuden ja valokaaren vapaan etenemisen keskuksen pätyyn. Huoltotöiden helpottamiseksi ja valokaarivaurion rajaamiseksi mahdollisimman vähäiseksi kokoojakiskosto on erilliskoteloitu yli 800 A keskuksissa ja varustettu kojekenttään päin valokaari-
tiivillä läpivienneillä. Kiskosto voidaan toteuttaa myös 2-kiskojärjestelmänä, jolloin II-kiskosto sijaitsee I-kiskoston alapuolella. Kiskomateriaali on alumiinia tai kuparia. Toimituksissa kiskosto on normaalisti kuljetusyksikön pituinen. Jatkosliitokset sijaitsevat kaapelikentässä, mistä käsin liitokset ovat termokuvattavissa ja jälkikiristettävissä.

N- ja PE-kiskosto sijaitsee keskuksen alaosassa.

Pystysyöttökiskosto

F-kiskosto, kiinteiden lähtöyksiköiden pystykisko:

Kiskostoon lähtöyksiköt liitetään pyörimättömillä pulttiliitoksilla. Kiskomateriaalina käytetään alumiinia tai kuparia. Kiskosto sijaitsee samassa tilassa kuin kokoojakiskosto. Pääosin liitokset ovat termokuvattavissa ja jälkikiristettävissä.

W-kiskosto, ulosvedettävien lähtöyksiköiden pystykisko:

Kiskostoon lähtöyksiköt liitetään hopeoidulla plug-in-liitoksella, jotka on erotettu toisistaan kosketussuojaisesti. Lähtöyksikkö poistettuna kiskosto täyttää IP 20 kotelointiluokan vaatimukset. W-kiskosto sijaitsee eristeainekotelossa ja muodostaa samalla valokaari-
vapaan vyöhykkeen. Tila on erotettu kokoojakiskotilasta. Kiskomateriaali on tinattua kuparia.

Syöttöyksiköt

Syöttöyksikön kautta tapahtuu sähköenergian syöttö kojeistoon. Syöttöyksikön tehtävänä on suojata kojeistoja sekä kytkeä ja erottaa se muuntajista. Muuntajaliityntä syöttökenttään suoritetaan kaapeleilla tai kiskosillalla. Syöttöliityntä voi tapahtua joko ylhäältä tai alhaalta.

Keskuksen pääpiirin erottamiseen ja luotettavan avausvälin muodostamiseen käytetään kuormankytkintä tai tehokatkaisijaa.

Keskuksen oikosulkusuojaus kuormankytkintä käytettäessä toteutetaan erillisellä releellä, joka laukaisee keskijännitepuolen katkaisijan. Erillistä releitä käytettäessä myöskin kiskosilta voidaan suojata sijoittamalla virtamuuntajat kiskosillan alkupäähän.

Tehokatkaisija voi olla ns. kompaktikatkaisija tai vaunurakenteinen ilmakatkaisija, joilla toteutetaan ylivirtalaukaisu, oikosulkulaukaisu ja katkaisijan kauko-ohjaus. Isomax- kompaktikatkaisija on varustettu termomagneettisella tai elektronisella suojareleellä ja sen nimellisvirta on enintään 1600 A.

EMAX- ilmakatkaisijan suurin nimellisvirta on 6300 A, ja katkaisijassa käytetään elektronista releitä.

Vaunukatkaisijan liike tapahtuu suljetun oven takana ja käyttötoimenpiteet voidaan suorittaa ovia avaamatta.

Työmaadoitus

Keskuksen nimellisvirran ollessa yli 800 A tai jos on olemassa takajännitevaara, varustetaan keskus työmaadoituslaitteella, jona toimii maadoituskytkin OETL. Työmaadoituskytkin on lukittavissa riippulukolla maadoitusasentoon. Maadoituskytkin lukitaan pääkojeeseen joko mekaanisesti tai sähköisesti.

Apulaitteet

Syöttöyksikköön liittyvät apulaitteet sijoitetaan pääkojetilasta erotettuun apulaittekenttään tai apulaitetilaan. Apulaitteita ovat kiinteä valokaarisuoja, maasulun valvontarele, ylivirtarele, ohjausjännitemuuntaja, energianmittaus, virran- ja jännitteenmittaus.

Loistehon kompensointi

Keskitetty kompensointi voidaan sijoittaa myös pääkeskukseen. Kompensointiin käytetään loistehonsäätimellä varustettuja automatiikkaparistoja.

Kalustustapa

Keskuksen syöttö- ja lähtöyksiköt voidaan asentaa joko kiinteästi, ulosotettaviksi tai ulosvedettäviksi. Yleisesti teollisuuskojeistot toteutetaan ns. yksikkölähtöperiaatteella, jossa kukin yksikkö sijaitsee oman oven takana.

Kevyessä teollisuudessa ja alakeskuksissa saman oven takana voi olla useampi lähtö tai kalustustapa on keskitetty, jolloin saman tason komponentit kootaan yhteen ryhmiksi, jotka sijaitsevat omissa tiloissaan.

Kiinteä kalustustapa (F)

Kiinteässä kalustustavassa lähtöyksikön kojeet asennetaan kiinteästi. Yksikön vaihtaminen voidaan suorittaa vain keskuksen ollessa jännitteetön. Riviliittimet ja ohjauspiirin kojeet ovat helposti luokse päästävissä. Syötön navat on kosketussuojattu ja varustettu aukoilla liitosten termokuvaamiseksi. Rakenne täyttää osittaisen kosketussuojauksen vaatimukset ja kaikki käyttötoimenpiteet voidaan suorittaa kojetilan ulkopuolelta.

Ulosotettava kalustustapa (R)

Ulosotettavassa kalustustavassa lähtöyksikkö on varustettu liityntäkoskettimilla, mikä mahdollistaa yksikön vaihtamisen kosketussuojaisen kiskoston ollessa jännitteinen. Lähtöyksikön kaapeliliitynnät ovat kiinteitä. Ohjausjännitepiirissä on kiinteästi keskukseen asennettu pistokeliitin. Yksikkölähdön saa vaihtaa vain sähköalan ammattilainen.

Ulosvedettävä kalustustapa (W)

Ulosvedettävässä kalustustavassa lähtöyksikön kojeet asennetaan ulosvedettävään kasettiin. Yksikkö voidaan vaihtaa tai yksiköitä voidaan lisätä normaalina käyttötoimenpiteenä keskuksen ollessa jännitteinen. Kaikkien piirien johtimet kytkeytyvät lähtöyksikköön pistokoskettimilla.

Käyttö-, koestus- ja erotustoiminnot toteutetaan kannessa olevalla ohjausmekanismilla lähtöyksikköä liikuttamatta. Yksikön ollessa poistettuna on tila kosketussuojainen muihin tiloihin nähden.

Kojevalinnat

Alakeskuslähdtöt ja moottorilähtöjen kojevalinnat perustuvat sekä sulakkeelliseen että sulakkeettomaan teknologiaan.

Moottorilähtöjen kojevalinta toteuttaa käyttölaitteiden ja ylikuormitussuojien välisen suojauskoordinaatioluokan 2 vaatimukset.

Moottorilähdöt mitoitetaan normaalisti AC 3 käyttöluokan ja 1 milj. toiminnan mukaan. Moottorilähdössä etukoje voi olla kytkinvaroke, automaattikatkaisija tai moottorisuojakytkin. Mikäli vaaditaan säädettäviä ominaisuuksia, moottorilähdöt toteutetaan tajuusmuuttajatekniikalla. Myöskin pehmökäynnistimien käyttö on mahdollista.

Moottorilähtöjen vakiokytkennät

Moottorikeskusten vakiokytkennät on esitetty julkaisussa SFS-käsikirja 16. Vakiokytkennät eivät muodosta valmista tyyppikaaviosarjaa, vaan niiden avulla suunnittelija muodostaa kullekin rakennuskohteelle tai yritykselle sopivat tyyppikaaviot sekä niistä lähtökohtaiset piiri- ja johdotuskaaviot.

Älykkäät moottoriohjaimet

Integroitu suojaus-, valvonta- ja mittaus- ja ohjausjärjestelmä INSUM korvaa perinteiset yksittäiset komponentit. INSUM kommunikoi korkeamman tason järjestelmien kanssa sarjaliikenneväyläliitännöin. Järjestelmä lisää joustavuutta, antaa paremman suojauksen, säästää johdotuskustannuksissa, vähentää suunnittelun ja projektihallinnan tarvetta, parantaa turvallisuutta sekä säästää tilaa.

INSUM järjestelmään kuuluu käyttö- ja näyttöyksikkö (BAG), johon voidaan kytkeä 32 mittaus- ja ohjausyksikköä (MSG). Virtamuuntajien avulla varmistetaan riittävä galvaaninen erotus.

Taulukko 13.6m. INSUM järjestelmän ominaisuudet.

Suojaus	Käyttö	Lisäominaisuudet
Ylivirtasuojaus Jumisuoja Vaihevahti Alikuorman indikointi Maasulun valvonta Termistorisuojaus	Käytön valinta ja parametri-sointi Turvalukitukset Jälleenkytkennän esto Kytkenmäärälaskuri Käyttötuntilaskuri Virran, jännitteen mittaus	Huoltoväli-indikointi Automaattinen käynnistys ja käynnistuksen porrastus Syöttöhäiriön valvonta

Henkilöturvallisuus

MNS-kojeiston käyttöturvallisuus on korkeaa luokkaa. Kytkinlaitteita voidaan ohjata kojeiston ulkopuolelta, oven takana käyttötoimenpiteenä käsiteltävien laitteiden ympäristössä olevat jännitteiset osat on suojattu tahattomalta koskettamiselta, asentonäytöt ja merkinnot ovat luotettavia ja ulosvedettävien yksiköiden erotusasennot ovat suljetun oven takana. Lisäksi syöttöyksikköön liittyvät apulaitteet on sijoitettu pääkojetilasta erotettuun apulaitteikkoon tai apulaitetilaan.

Passiiviseen turvallisuusajatteluun kuuluu lisäksi kojeistossa toteutettu sisäinen osastointi sekä erilaiset kosketussuojasratkaisut. Luokan Form 4 osastointi mahdollistaa yksittäis-

ten kojeyksiköiden kaapeloinnin keskuksen ollessa jännitteinen sekä rajaa valokaarivaurion leviämistä ja sen haittavaikutuksia. Lisäksi ulos vedettäessä kalustuksessa vaihekohdaisesti eristetty pystykiskosto muodostaa valokaarivapaan vyöhykkeen.

Aktiivisessa turvallisuudessa pyritään vian nopeaan erottamiseen. Riittävän valokaariturvallisuuden varmistamiseksi on pyrittävä enintään 100 ms laukaisuaikaan. Nopea valokaarisuojaus on toteutettavissa virtaa rajoittavilla kojeilla ja/tai valokaarireleistyksellä. MNS kojeiston valokaarioikosulkestoisuus 50 kA, 300 ms on varmistettu teknisen raportin IEC 1641 mukaisin koestuksin. Vapaata purkausta varten keskuksen taakse on jätettävä vähintään 100 mm tila, kun oikosulkuvirta on yli 30 kA, pienemmillä virroilla riittää 50 mm purkaustila. Keskuksen yläpuolella on oltava vapaata tilaa 500 mm.

Käyttövarmuus

MNS on täydellisesti tyyppitestattu standardin SFS EN 60439-1 mukaisesti. Lisäksi kojeistolle on suoritettu asianmukaiset valokaarioikosulkukokeet sekä maanjärityksessä että laivakäytössä syntyvien värinöiden kestokokeet.

Moottorilähtöpiiri on koestettu vastaamaan koordinaatioluokan 2 vaatimuksia. Kiskoston ja lähtöyksikön välinen johdotus täyttää vahvistetun eristykseen vaatimukset.

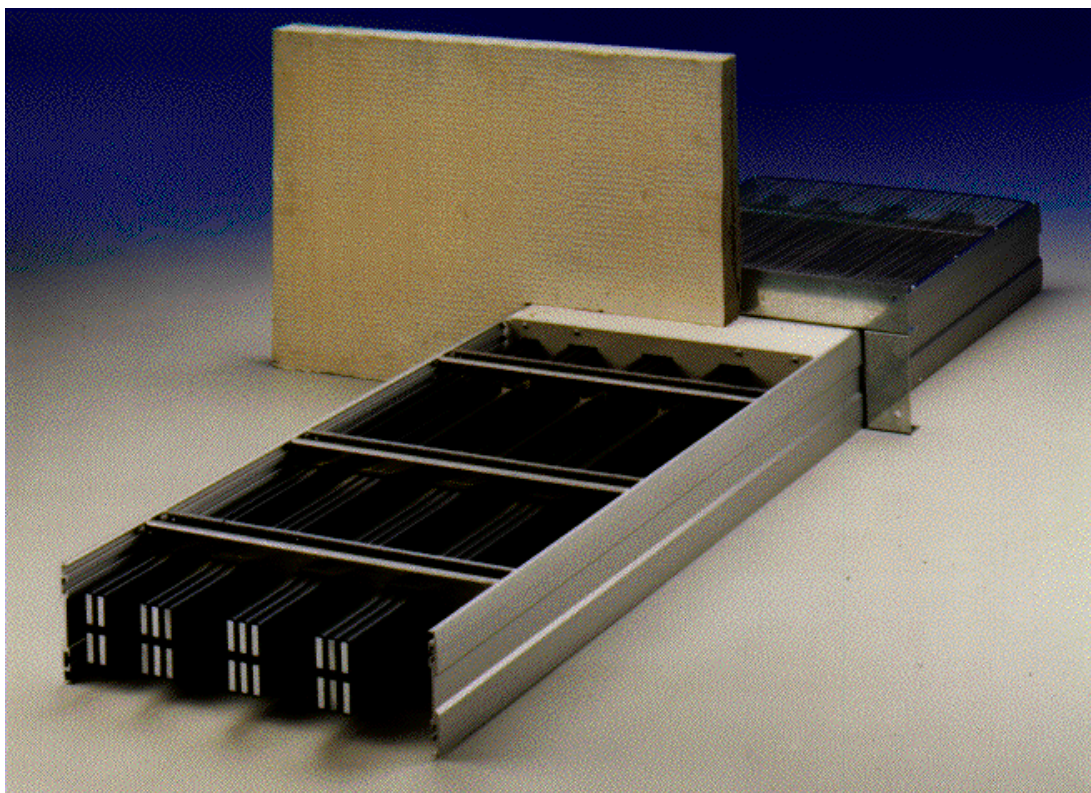
Kojeistotilat

Keskuksat asennetaan ensisijaisesti sähkötilaan, joka täyttää standardin PSK 2002 vaatimukset. Tilan suunnittelussa on otettava huomioon, ettei tilassa esiinny kondensoitumista, ilma on puhdasta eikä sisällä korrodoivia kaasuja tai muita epäpuhtauksia. Tilan lämpötila on enintään 30 °C.

Keskuksen keskimääräinen häviöteho on 0,3...0,5 % keskuksen läpimenevästä tehosta tai korkeintaan syöttävän muuntajan kuormitushäviöiden suuruinen.

13.6.14. Kiskosillat

MDY-kiskosiltajärjestelmä on tarkoitettu tehonsiirtoon muuntajalta kojeistoon ja kojeistosten välillä.



KUVA 13.6b. MDY kiskosilta.

Tekniset arvot

Nimelliseristysjännite	U_i	1000 V
Nimelliskäyttöjännite	U_e	≤ 693 V
Nimellisvirta	I_e	1200... 5000 A
Terminen nimellisvirta	I_{cw}	32...80 kA
Dynaaminen nimelliskestovirta	I_{pk}	67...176 kA
Kotelointiluokka		IP20...IP54

Rakenne

Kiskosillan itsekantava rakenne on toteutettu pitkittäisillä alumiiniprofiileilla, jotka toimivat samalla maadoituskiskona. Alumiinista tai kuparista valmistetut virtakiskot on päällystetty PVC-muovieristeellä. Eristyksen ansiosta oikosulun syntyminen vaiheiden välillä ja maadoitettuihin osiin on estetty.

Kiskosilta voidaan liittää kojeistoon sekä ylhäältä että alhaalta. Eri huonetilojen välinen palo-osastointi toteutetaan läpiviennillä, jonka paloluokka on A 60 tai A 120.

13.6.15. Kiinteistökeskukset

Kiinteistöjen sähkönjakelulla ymmärretään sitä osaa sähköhuollosta, jolla huolehditaan rakennusten energianjakelusta, valaistuksesta ja ilmastoinnista.

Virtaa jakavan sähkölaitoksen jakeluverkko yhdistetään liittymisjohdolla jakokeskukseen, jonka käyttötarkoituksen mukainen nimitys on pääkeskus. Pääkeskuksesta sähköverkko haarautuu nousukeskuksiin ja edelleen monimittarikeskuksiin tai ryhmäkeskuksiin. Rakennuksen koosta ja käyttötarkoituksesta riippuen saattaa jakeluperiaate olla toisenlainen. Niinpä pienikiinteistöissä on yleensä vain yksi keskus, joka on yhdistetty pää-, ryhmä- ja mittauskeskus.

Käyttötarkoituksen mukaisina niminä ovat pää- ja ryhmäkeskukset, erilaiset ohjaus-, mitaus-, säätö- ja hälytyskeskukset. Käyttötarkoituksen mukaisen jaottelun lisäksi voidaan jakokeskukset ryhmitellä myös niiden rakenteen perusteella.

Keskuksen asennuspaikan tilaluokitus määrittää keskuksen kotelointiluokan. Kuivan tilan keskuksissa kotelointiluokaksi riittää yleensä IP20. Kuitenkin kiinteistökeskuksissa kotelointiluokan tulee olla vähintään IP2XC.

Kosteissa tiloissa kuten ulkona, kasvihuoneissa, eläinsuojissa, pestävissä tiloissa, keskusten kotelointiluokan tulee olla IP 21...IP34. Kun laite on jatkuvasti tai pitkäaikaisesti alttiina usealta suunnalta roiskuvalla nesteellä kuten vedelle, syövyttävälle kaasulle tai palavalle nesteelle, on käytettävä vähintään suihkuvedenpitävää (IP55) kotelointiluokkaa. Tietyissä olosuhteissa voi esiintyä pölyä ja likaa, joka sisään tunkeutuessaan heikentää jäähtymistä. Mikäli pöly on esim. johtavaa metallipölyä, on oikosulun vaara ilmeinen. Haittojen eliminoimiseksi tulisi keskusten olla pölysuojaisia (IP 5X) tai pölynpitäviä (IP6X).

Standardissa SFS-EN 60439-3 annetaan lisävaatimukset kiinteästi asennettaville sisäasennukseen tarkoitettuille tyyppikoestetuille jakokeskuksille (TTA), joissa on suojalaitteita. Jakokeskukset on tarkoitettu käytettäväksi kotitalouksissa tai muissa sellaisissa paikoissa, joihin sähköalaa taitamattomat henkilöt voivat päästä käyttämään niitä.

Erilliskotelot

Yksittäisten koteloiden perusvaatimukset ja niiden toteamiseksi tarpeelliset testausmenetelmät annetaan standardissa EN 5XXXX käsittäen mekaaniset kokeet ja korroosiosuojauksen koestukset.

Keskuksen koteloinnin mekaaninen kestoisuus voidaan iskunkestävyyden osalta ilmoittaa standardin EN 50102 mukaisella IK-koodilla.

Keskukset ovat joko metalli- tai eristeainekoteloituja, rakenteeltaan kotelokeskuksia tai kosketussuojaisia "kehikkokeskuksia". Rakennemateriaalina on useimmiten sinkitty te-

räsleavy, ruostumaton sinkkipainevalu, polykarbonaatti, ABS-muovi, lasikuituvahvisteinen polyesteri.

Kalustusperiaatteet

Erityisesti installaatiokeskuksissa on keskitetty kalustustapa yleinen. Ylivirtasuojat sijoitetaan omiin tiloihinsa, ja tarvittaessa kontaktorit, lämpöreleet apu- ja erikoisreleet jne. omiin tiloihinsa sekä ulkopuolisten johtimien liittimet asennetaan keskuksen ylä- tai alaosaan, jolloin kaapelikenttää ei tarvita.

Esisuunniteltuja sovitteita ovat mm. johdonsuoja-automaattisovitteet, tulppavarokesovitteet, kahvarokesovitteet, kontaktorisovitteet, mittaussovitteet, kytkinvarokesovitteet, kisko- ja haaroitussovitteet.

Isovirtaiset pääkeskukset ovat yleensä kennokeskuksia, joissa kalustus toteutetaan yksikkölähtöperiaatteella. Kalustuksessa kuhunkin lähtöön kuuluvat kojeet, kuten varokkeet, kontaktorit, lämpöreleet, apu- ja erikoisreleet jne. sijoitetaan yhteiselle asennuslevylle siten, että asennuslevyn kojeet ja kannessa olevat kojeet muodostavat oman ns. yksikkölähdön. Keveissä kennokeskuksissa yksikkölähdöt ovat usein siivusovitteita, joita on asennettu useampia saman oven taakse.

Tekniset arvot

Taulukko 13.6n. Kevytkeskusten tekniset arvot.

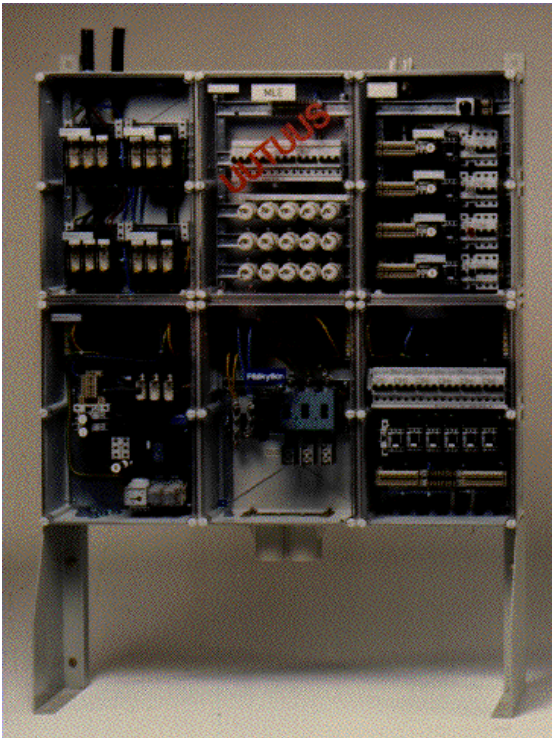
Tekniset arvot	MLY	MS	PaiKos	PaiBox
Nimelliseristysjännite U_i	1000 V	1000 V		
Nimelliskäyttöjännite U_e	400V,690V	400 V,690 V	400V	400V,690V
Nimellistaajuus f	50 Hz	50 Hz	50 hz	50 Hz
Nimellinen syöksykesto- jännite	8 kV	8 kV	8 kV	8 kV
Nimellisvirta I_e	25 – 1600A	25-800 A	25-800 A	25-630 A
Termiminen nimellis- kestovirta I_{cw}	5-32 kA	16-32 kA	5-25kA	5-16 kA
Dynaaminen nimellis- kestovirta I_{pk}	7,5-72 kA	25-66 kA	7,5-67kA	7.5-32kA
Ehdollinen nimellis- oikosulkuvirta I_{cf}	50 kA	50 kA	50 kA	50 kA
Kotetelointiluokka	IP44,IP54	IP 44,IP 55	IP30	IP 44-IP67
Värisävy	RAL 7032	RAL 7032	RAL 7032	RAL 7032



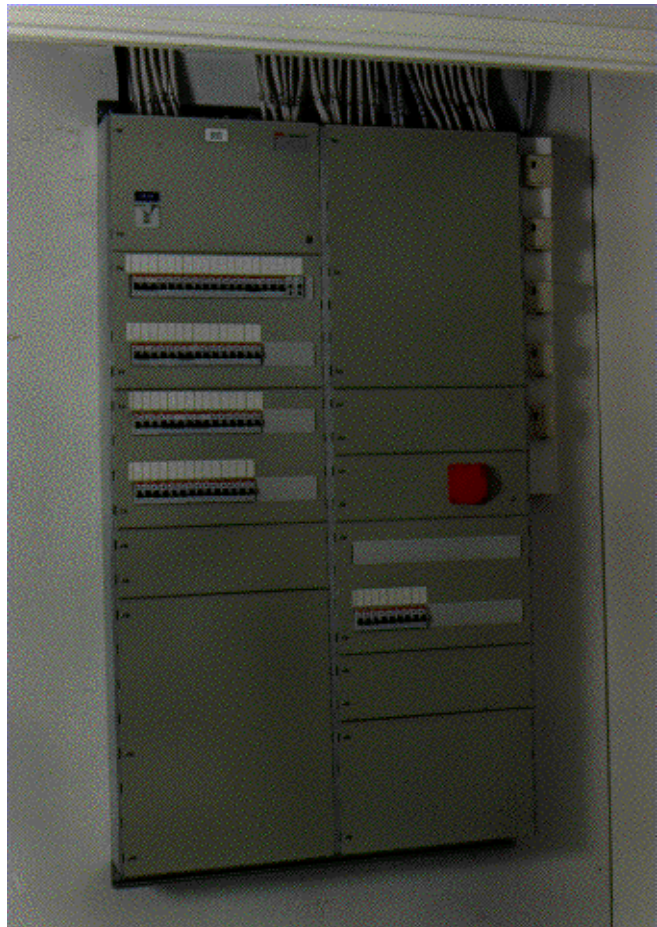
KUVA 13.6c. MLY keskus.



KUVA 13.6d. MS keskus.



KUVA 13.6e. PaiBox keskus.



KUVA 13.6f. PaiKos keskus.

Kotelokeskukset MLY ja PaiKot

Teräslevykoteloitu MLY (PaiKot) keskusjärjestelmä soveltuu käytettäväksi sekä installaatioalueella että teollisuuden vaativissa käyttöolosuhteissa sekä sisällä että ulkona. Tarvittaessa keskuksen sinkitystä levystä valmistetut osat maalataan. Keskuskotelot voidaan myös valmistaa ruostumattomasta teräksestä.

Kotelo ja kennokeskusjärjestelmän keskukset kootaan kotelosta (ruuhista), joita on kolmea leveyttä: 300 mm, 450 mm ja 600 mm, jotka jaetaan välilistoilla ja ovilla 250 mm:n modulikerrannaisiin tiloihin. Kotelojärjestelmän kokonaissyvyys on 245 mm.

Keskusrakenne on itsekantava ja se voidaan kiinnittää seinään tai lattiaan. Keskus voidaan varustaa erillisellä kaapelikentällä, joka on IP 20-suojainen muihin tiloihin nähden. MLY-kojeisto soveltuu myös kevyeksi kennokeskukseksi käsittäen pää- ja alakeskukset mootto-riekeskukset, rele- ja logiikkakeskukseksi, ryhmäkeskukseksi sekä ohjauskeskukseksi sekä -koteloksi. Kotelokeskuksessa kalustustapa on kiinteä perustuen yksikkö- tai siivusovitteisiin tai keskitettyyn kalustustapaan.

Teräslevykotelojärjestelmä MS

MS-kotelokeskusjärjestelmä soveltuu jakokeskusten rakentamiseen, erikoiskeskusten kokoonpanoon ja kojeiden kotelointiin.

Keskuksen itsekantava runko muodostuu modulimitoitetuista 350 mm leveistä suurkotelosta, joiden korkeudet ovat 300, 600, 1200 ja 1800 mm. Syvyys on 200 mm ja korotuskehys 100 mm. Sarjaan kuuluu myös 200 mm leveä kotelosarja ja 700 mm leveä kotelosarja.

Kiskosto on alumiinia. Asennustilat muodostetaan jakolevyillä ja kansilla kennoiksi. Suurkoteloiden isot laippa-aukot on valmiiksi avattu, mutta muut aukot ovat esi-irroitettuja aihioita. Valmistuksessa käytetään kuumasinkittyä teräslevyä. Järjestelmä käsittää laajan valikoiman erilaisia tarvikkeita. Keskus voidaan kiinnittää seinälle, jalustalle ja pylvääseen.

Eristeaineinen kotelokeskus PaiBox

Eristeainekoteloitu keskus PaiBox soveltuu tiiviiden ja korroosiokestoisuuden vuoksi erittäin huonoonkin ympäristöön. Kotelomateriaalina on polykarbonaatti, mikä omaa korroosiokestoisuuden lisäksi korkean lämmön- ja iskunkestävyyden. Materiaali on myös itsestäänsammuttava.

Keskus voidaan toimittaa rakennettuna sekä suojausluokan I että suojausluokan II mukaisesti. Mikäli keskusta ei voida rakentaa suojausluokan II vaatimusten mukaisesti, keskus on rakennettava suojausluokan I keskukseksi. Tällöin keskuksen jännitteelle alttiit osat suojamaadoitetaan standardin SFS-EN 60439-1 kohdan 7.4.3.1 mukaisesti.

Suojausluokan II keskuksen rakenteen on täytettävä standardin SFS-EN 60439-1 yleiset vaatimukset sekä lisäksi kiertokirjeen KY 130-95 täydentävät vaatimukset. Vaatimukset täyttävän keskuksen tunnistaa arvokilpeen tai sen välittömään läheisyyteen sijoitetusta standardin SFS-IEC 60417 kohdan 5712 mukaisesta suojausluokan laitteen tunnuksesta, jossa on kaksi sisäkkäistä neliötä.

Suojausluokan II keskuksiin liittyy runsaasti erityisvaatimuksia:

- Keskuksen koteloinnin lävitse ei saa mennä johtavia osia siten, että jännite voisi päästä vikatapauksessa niiden välityksellä koteloinnin ulkopuolelle.
- Eristysaineisen kotelon sisällä olevia osia ei saa kytkeä suojajohtimeen tai PEN-johtimeen.
- Jos eristysaineisen kotelon ovet tai luukut voidaan avata käyttämättä työkalua tai avainta, on kaikkien johtavien osien, jotka ovat kosketeltavissa, kun luukku tai ovi on avattuna, sijaittava eristysaineisen suojuksen takana. Eristysainesuojuksen pitää antaa vähintään kotelointiluokkaa IP2X vastaava suoja ja estää kyseisten osien tahaton koskettaminen.

- Kun keskus on käyttövalmis, koteloinnin on eristettävä kaikki jännitteiset osat, jännitteelle alttiit kosketeltavat osat ja suojamaadoituspiiriin kuuluvat osat siten, että niitä ei voi koskettaa. Kotelointiluokan on oltava vähintään IP 3XD.

Kalustus voidaan toteuttaa samanlaisilla sovitteilla kuin MLY-keskuksissa. Kaapeloitavuuden osalta on huomioitava, että keskus koostuu erillisistä koteloista ja asetta näin ollen erikoisia vaatimuksia keskuksen sisällä olevien kaapelireittien suunnittelulle. Eristeinekoteloidun keskuksen kuormitettavuus on yleensä pienempi kuin vastaavan metallikoteloidun keskuksen. Myös EMC-vaatimusten toteuttaminen metallikoteloissa on yksinkertaisempaa (ei tarvita sähköä johtavaa maalia).

Kosketussuojaiset keskuksset PaiKos (MFE)

Kosketussuojainen PaiKos-jakokeskus soveltuu käytettäväksi julkisen rakentamisen, teollisuuden ja asuinkiinteistöjen sekä liikerakentamisen pää-, nousu-, mittaus-, ryhmä- ja ohjauskeskuksina.

Runkorakenne valmistetaan sinkitystä teräslevystä. Moduloitu joustava kerrostekniikka mahdollistaa kojeiden vapaan sijoittelun ja lisäysten teon myös tehdasvalmisteisia lisäosia käyttäen. 300 mm kenttää voi käyttää tarvittaessa myös kaapelikenttänä. Vakiotaustalevyt on helppo asentaa myös työmaaolosuhteissa. Erillisen hyväksytyt putkituskotelon tai päädyn käyttö mahdollistaa putkituksen ja johdotuksen teon ennen keskuksen asentamista. Kannet ovat sinetöitävissä ja helposti saranoitavissa. Keskuksset kiinnitetään yleensä seinään. Suuret keskuksset asennetaan jalkapalkin varaan.

Keskuksessa on erittäin monipuoliset kalustusmahdollisuudet. Kaikki käyttötoimenpiteet voidaan suorittaa peitelevyjä poistamatta tai kansien päältä.

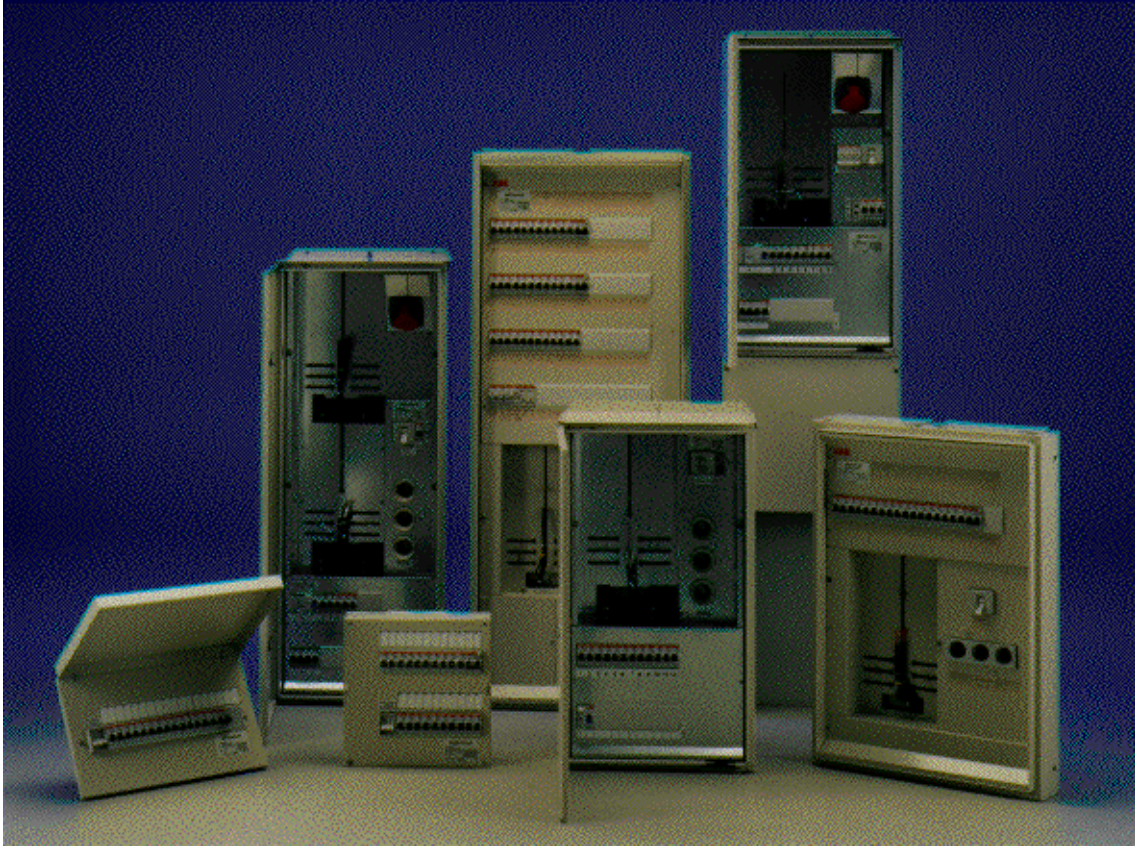
Keskuksset saa asentaa ainoastaan kuivaan tilaan. Niitä voidaan käyttää myös kuivissa teollisuustiloissa, jos mekaanisen vahingoittumisen määrä on vähäinen. Yleensä rakenteet ovat erikoiskosketussuojattua rakennetta (IP30).

Monimittarikeskuksset

Monimittarikeskuksella tarkoitetaan pääasiassa asuinkiinteistöissä käytettyjä energiamittareita sisältävää keskusta, jossa samaan keskusyksikköön on keskitetty useiden kuluttajien energiamittareiden kiinnitysalustoja ja päävarokkeita / johdonsuoja-automaatteja.

Monimittarikeskukseen sijoitetaan pääkytkin, huoneistojen ylivirtasuojat ja standardin SFS 2529 mukaiset energiamittarin alustat sekä tarpeelliset liittimet. Pääkytkin voidaan jättää pois, kun keskuksen lähdoissa on huoneistokohtaiset kytkimet. Mittarien kiinnitysruuvi on oltava standardin SFS 2514 mukaisia. Rakennevaatimuksia on esitetty myös standardissa SFS 2532.

Vakiokeskukset Näpsä



KUVA 13.6g. NÄPSÄ keskusjärjestelmä.

NÄPSÄ-keskukset ovat pienkiinteistöjen kuten omakotitalojen ja mautilojen sähkönjakelun vakioituja mittaus- ja ryhmäkeskuksia. Mallisto sopii sähkölämmitykseen, kerrostalojen, mautilojen ja työpaikkojen sähköistykseen.

Järjestelmä käsittää tuotteet sekä sisä- että ulkoasennukseen. Jakokeskukset voidaan asentaa pinnalle tai upottaa ja varustaa peiteovella. Keskukset soveltuvat niin putkelliseen kuin putkettomaankin asennukseen. Lisävarusteena on saatavissa kotelo telelaitteille.

Keskukset täyttävät julkaisun IEC 60 439-3 vaatimukset, joissa käyttötoimenpiteet on sallittu muillekin kuin sähköalan ammattilaisille. Keskukset valmistetaan kuumasinkitystä ja kromatoidusta teräsohutlevystä sekä maalataan polyesterijauhemaalilla. Keskus voidaan asentaa maahan jalustalle, seinään tai pylvääseen.

Kojevalinnat

Rakenteesta riippuen kalustus sisältää ryhmälähtöjen johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojat, mittaukset, päävarokkeena toimivat johdonsuojakatkaisijan tai sulakkeet sekä pistorasiat. Johdonsuojakatkaisijan valinnassa on huomioitu myös keskuksen nimellisvirta ja pääsulakkeiden koko. Johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyrät on valittu seuraavasti:

B-käyrä valaistus- ja lämmityslähdöissä, C-käyrä pistorasialähdöissä ja K-käyrä moottori- ja muuntasuojauksessa.

Mittauskeskukset

Taulukko 13.6o. Mittauskeskusten tekniset arvot.

	Mittauskeskus 1-tariffi	Mittauskeskus 2-tariffi	Mittauskeskus 1-tariffi	Mittauskeskus 2-tariffi
Nimellis- jännite / V	400	400	400	400
Nimellisvirta / A	25-50-80	25-50-80	25-50	50-80
Kotelointiluokka	IP 34	IP 34	IP 30	IP 30
Asennus	Kosteaa tila Pinta, uppo	Kosteaa tila Pinta, uppo	Kuiva tila Pinta, uppo	Kuiva tila Pinta, uppo

Ryhmäkeskukset

Taulukko 13.6p. Ryhmäkeskusten tekniset arvot.

	Ryhmäkeskus	Ryhmäkeskus	Ryhmäkeskus	Ryhmäkeskus
Nimellis- jännite / V	400	400	400	400
Nimellisvirta / A	40-50-63-80-125	50	25-40	25-40
Kotelointiluokka	IP 34	IP 30	IP 30	IP 30
Asennus	kosteaa tila pinta, uppo	kuiva tila pinta, uppo	kuiva tila pinta	kuiva tila uppo

Consumer units

Varsinkin ulkomailla ilman mittauksia olevista ryhmäkeskuksista käytetään nimitystä consumer unit. Rakente on teräslevystä (suojausluokka I) tai eristeaineesta (suojausluokka II) ja on varustettu DIN-standardien mukaisten kojeiden asennusmahdollisuudella.

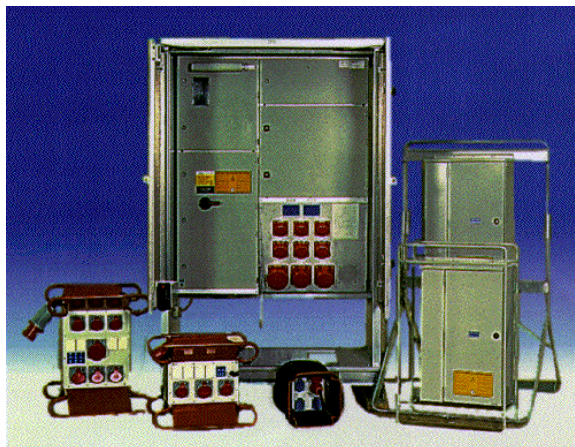
Työmaakeskukset ja työpaikkakeskukset

NÄPSÄ keskussarja käsittää työmaan ala- ja pääkeskukset sekä työpaikkakeskukset.

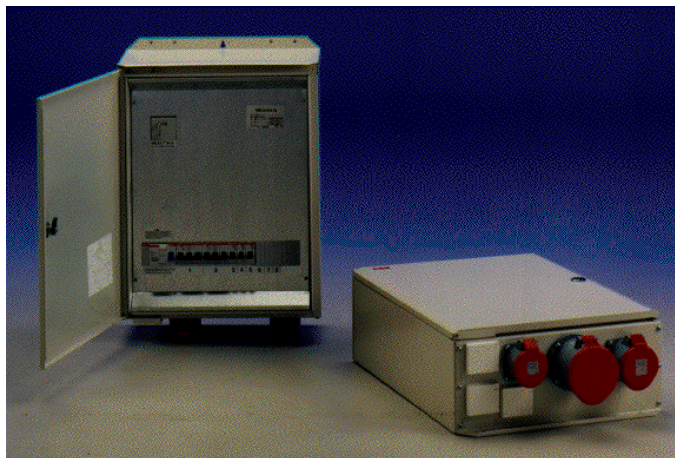
Taulukko 13.6q. Työpaikka- ja työmaakeskusten tekniset arvot.

	Työpaikkakeskus	Työmaan pääkeskus	Työmaan alakeskus
Nimellisjännite / V	400	400	400
Nimellisvirta / A	25-40-63-80	25-32-63-125-250-400-630	16-32-63-125
Kotelointiluokka	IP 34	IP 34	IP 34
Standardit	IEC 60439-3	IEC 60439-4 SFS 4039, SFS 4040 SFS 4041	IEC 60439-5 SFS

13.6.16. Työmaakeskukset



KUVA 13.6h. NÄPSÄ työmaakeskus.



KUVA 13.6j. NÄPSÄ työpaikkakeskus.

Standardi SFS-EN 60439-4 koskee työmailla käytettäväksi tarkoitettuja tyyppikoestettuja jakokeskuksia. Sivulliset eivät yleensä saa päästä tällaisiin tilapäiskohteisiin, joissa tehdään rakennustyötä, asennusta, korjausta, muutos- tai purkutyötä (rakennuksen saneerausta) tahi tie- ja vesirakennustöitä tai muita samankaltaisia toimintoja. Työmaan keskukset voivat olla puolikiinteästi asennettavia tai siirrettäviä. Tilapäislaitteistojen työmaakeskusten vaatimuksia on esitetty myös kiertokirjeessä KY 175-94 sekä kansallisissa rakennestandardeissa SFS 4029....SFS 4041 sekä SFS 4990.

Keskusten vaihtokelpoisuuden ja tilapäisen jakeluverkon totutun rakentamistavan kannalta voi olla tarkoituksenmukaista, että keskukset ovat myös kansallisten lisästandardien mukaisia. Niissä on määritetty pistorasiakoteloiden, pistorasiakeskusten, työmaan ala- ja pääkeskusten rakennevaatimukset.

Useimmiten rakennustyömailla sähkölaitteiden käyttöolosuhteet ovat vaarallisia jopa erittäin vaarallisia. Yleisesti suositetaan vikavirtasuojien käyttöä tilapäislaitteistojen käyttömaadoitetuissa järjestelmissä kosketusjännitesuojaukseen, varsinkin jos laitteistoa käytetään työmaalla, missä käyttöolosuhteet ovat kosteat tai märät ja sähkölaitteet ovat lisäksi alttiina karkealle käsittelylle, eikä laitteiston eristystilaa, käyttömaadoituksen kuntoa ja nollajohtimen liitoksia valvota säännöllisesti.

Kaikki enintään 32 A nimellisvirran pistorasiat suojataan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimellä.

Työpaikkakeskukset

NÄPSÄ työpaikkakeskukset ovat kiinteästi asennettavia pistorasiakeskuksia teollisuushalleihin ja muihin kohteisiin, joissa tarvitaan tilapäisiin liitännöihin sähkölaitteiden liitäntäpisteitä. Pistorasioiden määrä riippuu keskuksen koosta. Pistorasiaryhmät 16-32 A on suojattu 30 mA vikavirtasuojakytkimellä. Keskus voidaan asentaa sadekatoksella varustettuna myös ulos. Pistorasiat ovat suojassa keskuksen pohjassa. Syöttöliityntä päävarokkeille voi olla alumiinia tai kuparia.

Räjähdysvaarallisten tilojen keskukset. Standardi SFS-EN 50014

Standardi sisältää yleiset vaatimukset räjähdysvaarallisissa tiloissa (kaasu, höyry, sumu) käytettävien sähkölaitteiden, kaapeliläpivientien ja Ex-komponenttien rakenteelle, testaustalle ja merkinnälle.

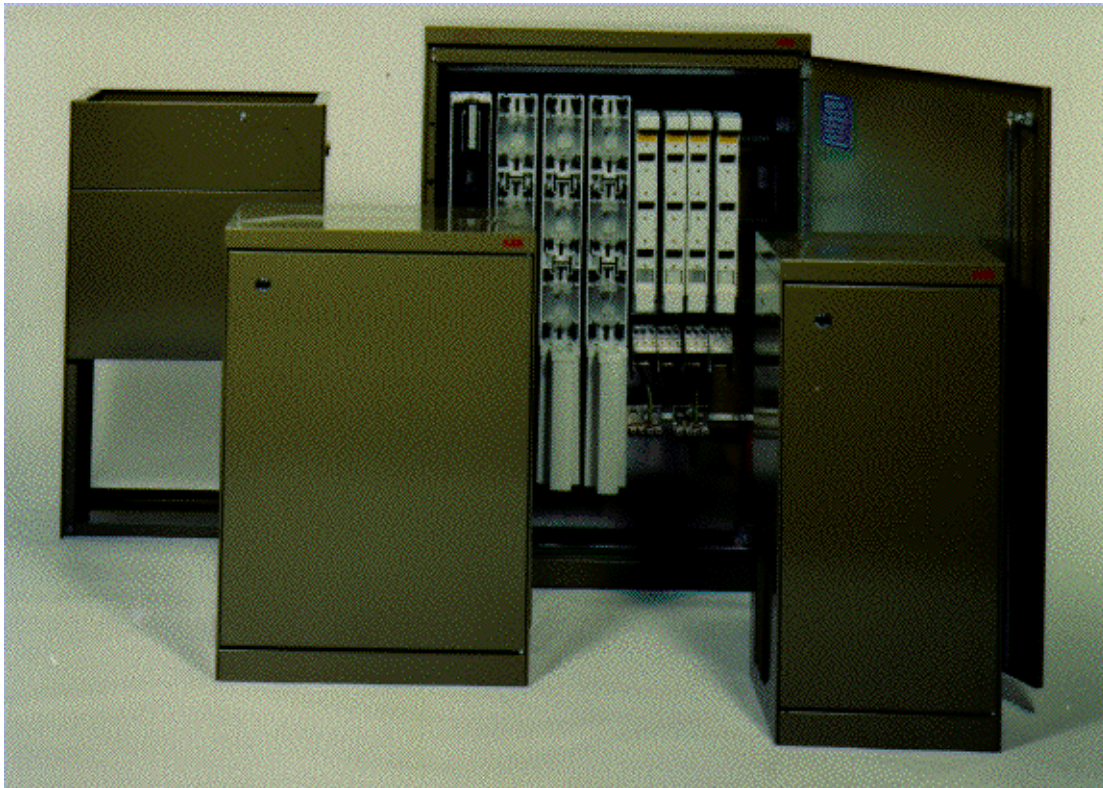
Lääkintätilojen sähköasennukset. Standardi SFS 4372

Standardi koskee terveydenhuoltoalan laitosten, kuten sairaaloiden ja terveyskeskusten sähköasennuksia ja käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuksia.

Lääkintätilaan sijoitetun tai lääkintätilaa syöttävän keskuksen on lisäksi täytettävä mainitun standardin erityisvaatimukset.

Koneiden sähkölaitteet. Standardi SFS-EN 60204-1

Standardi määrittelee koneiden sähkölaitteille esitettyjä vaatimuksia ja suosituksia tarkoituksena edistää henkilöiden ja omaisuuden turvallisuutta, ohjauksen sekä sen aiheuttaman toiminnan yhdenmukaisuutta sekä huollon helppoutta.

13.6.17. Kaapelijakokaapit

KUVA 13.6k. MJS kaapelijakokaappijärjestelmä.

Kaapelijakokaappi on kaapeliverkon ulosasennettava haaroituskaappi siihen kuuluvine komponentteineen. Sitä voidaan käyttää myös useita rakennuksia käsittävän kiinteistön sisäisessä jakeluverkossa sekä pylväsmuuntamon pienjännitekeskuksena.

Jakokaapin tulee täyttää standardin IEC 60439-5 vaatimukset Suomessa ja kaappiin liittyvät seuraavat mitoitusstandardit: kaappien mitoitus SFS 2533, jalustojen mitoitus SFS 2534, lukko ja avain SFS 2851. Markkinoilla on kuitenkin runsaasti em. standardeista poikkeavia rakenteita. Kaapin korkeus on 850 mm tai 1200 mm ja syvyys 360 mm. Kaapin leveydet ilmenevät seuraavasta taulukosta.

Taulukko 13.6r. Kaapelijakokaappien kokoluokat ja leveydet.

K 00	K 0	K 1	K 2	K 3
400 mm	600 mm	850 mm	1050 mm	1350 mm

Kaapelijakoskaapissa on oltava pääkytkin tai sen jokaisen lähdön on oltava varustettu varokekytkimellä. MJS-kaapissa käytetään OEPS-jonovarokeytkimiä, jotka liitetään kosketussuojaiseen Z-kiskoon. Kaapelit voidaan työntää kaappiin pujottamatta. Kaappi täyttää sekä erotustyön (ET) että jännitetyön (JT) vaatimukset: Jonovarokeytkimien nimellisvirrat ovat 160 A, 400 A ja 630 A. Niihin voidaan liittyä sekä alumiini- että kuparikaapelilla.

Erotustyökaappi on tunnuksin ET merkitty jakokaappi, jonka jännitteettömäksi erotettuun komponenttiin, esim. jonovarokeytkimeen tai kytkinvarokkeeseen kaapeli voidaan lisätä

tai poistaa turvallisesti ja jonka jännitteisenä olevat osat ovat kosketukselta suojattuja tai niihin ei voi työvälineilläkään tahattomasti ulottua erotustyön aikana.

Jännitetyökaappi on tunnuksin JT merkitty jakokaappi, johon kohdistuva sähkötyö voidaan tehdä jännitetyönä turvallisesti ja, jonka jännitteisinä olevat osat ovat työkohteessa paljaita tai jännitetyön aikana voidaan ulottua jännitteisen osan välittömään läheisyyteen.

MJS-jakokaappi on valmistettu kuumasinkitystä teräslevystä ja maalataan auringonvaloa sietävällä polyesterijauhemaalilla. Kondenssivesihaitat on estetty pintakäsittelmällä katon sisäpinta kosteutta imevällä maalilla.

Jakokaapit on yleensä varustettu kaapelien tilapäistä liitäntää varten laippauksella. Lisävarusteina lumikeppi, telekaappi. Jalusta on betonia tai teräslevyä. Kaappi voidaan kiinnittää myös pylvääseen.

13.6.18. Aluesähköistyksen keskuskeskukset

NÄPSÄ-tuotejärjestelmä käsittää myös aluesähköistyksen keskuskeskukset, jotka soveltuvat:

- tori-, esiintymisalue- ja venesatamajakeluun varustettuna pistorasiasiakeskukseksi, joka sisältää energianmittauksen,
- tievalaistukseen,
- pihakeskukseksi varustettuna 1-tariffi- tai 2-tariffimittauksella ja
- kolmannen yliaallon suodattamiseen.

13.6.19. Telekotelot ja kaapit PaiTel

PaiTel-järjestelmä käsittää telemekaanisen tuotteiden ryhmän, johon sisältyy kytkentäkaappeja sisä- ja ulkokäyttöön mm. tele- ja SYJ-tarpeisiin.

PaiTel-kaapit ja -kotelot soveltuvat myös ulkokäyttöön ja käsittävät:

- pinta-asennuskaapit 400-1600 johdinparille ja
- pinta- ja uppoasennuskotelot 20-200 johdinparille.

13.6.20. Muut erikoiskeskukset

Ohjauskeskuksia ja ohjauspulpetteja ei käsitellä tarkemmin.

13.6.21. Hankintaerittely

Hankintaerittely yksilöi mahdollisimman tarkasti laitteet. PSK 1801 määrittelee prosessiteollisuuden jakokeskusten yleiset vaatimukset.

Standardin liite toimii tilauksen hankintaerittelynä, jossa tilaaja yksilöi keskuksen rakenteen ja toimitussisällön. Liitettä voidaan soveltaa myös lyhennyksessä muodossa.

Installaatiokeskusten hankinnoissa voidaan käyttää ST-kortiston keskuksien perustietomaketta ST 53.41.