

# Keskijänniteliittyjän muuntamot

## 1 Yleistä

Keskijänniteliittyjien muuntamot on suunniteltava ja rakennettava huomioiden voimassa olevat standardit sekä tässä SU-ohjeessa annetut Helen Sähköverkon lisäohjeet. Liittymisjohdon tilaamisesta on tarkemmat ohjeet ohjeessa 2.01. Keskijänniteliittyjien muuntamoista antaa lisätietoja Helen Sähköverkon verkkopalvelu. Ohjeistusta sovelletaan myös saneerauskohteisiin.

## 2 Toimintaohjeet

Muuntamon suunnitelmapiirustukset tarkastetaan ohjeen 1.01 mukaisesti.

Urakoitsija hankkii, asentaa ja kytkee mittamuuntajat ennen muuntamon tarkastamista. Helen Sähköverkon mittauspalveluiden tuottaja kytkee mittarit, kun sähkönmyynti- tai verkkosopimus on tehty ja muuntamo on käyttöönottotarkastettu.

Urakoitsija suorittaa ennen käyttöönottoa tarvittavat mittaukset ja koestukset (mm. pääkatkaisijan releistys) sekä tekee käyttöönottotarkastuksen. Tarkastukseen liittyvät dokumentit tulee toimittaa Verkkopalveluun ennen käyttöönottamista. Laitteisto tulee myös varmennustarkastuttaa valtuutetulla tarkastuslaitoksella tai tarkastajalla. Laitteiston pääkatkaisijan releistys asetellaan liitteessä 2 esitettyjen reunaehtojen mukaisesti.

KytKentäajankohdasta (verkkokaapelityöt ja jännitteen kytkentä) tulee sopia vähintään neljä viikkoa ennen haluttua kytkentäajankohtaa. Muuntamotilan, kulkureitin muuntamoon sekä laitteiston tulee olla käyttöönottovalmiudessa, kun kytkentäajankohtaa sovitaan. Sähkölaitteiston käytönjohtaja vastaa jännitteen kytkemisestä pääkatkaisijasta tai päävarokeykimestä eteenpäin.

## 3 Muuntamotilat

Muuntamo tai kj-liittymispiste sijoitetaan omaan erilliseen rakennukseen tai maan tasolla olevaan kerrokseen rakennuksen ulkoseinälle siten, että muuntamon ovi avautuu suoraan ulos jotta

- Helen Sähköverkon henkilökunta voi nopeasti ja esteettömästi päästä muuntamoon selvittäessään vikatilannetta kiinteistön kulunvalvonnan häiriintymättä
- verkkokaapelireitti liittymiskennoihin on mahdollisimman lyhyt, eikä vaaranna käyttövarmuutta mahdollisissa vikatilanteissa
- verkkokaapeliasennus on palonkestävä.

Helen Sähköverkon ja asiakkaan välille tulee tehdä sopimus kulkureitin auki pysymisestä myös mahdollisesti muuttuneessa tilanteessa.

Keskijännitekojeisto ja pienjännitepääkeskus sijoitetaan omiin erillisiin huoneisiin.

Rakennuksen palotekniset vaatimukset on esitetty Ympäristöministeriön asetuksessa paloturvallisuudesta (YMA 848/2017). Lisäksi on otettava huomioon, että:

- Muuntamo ja kaapelitila käsitellään siten, ettei niistä irtoa betonipölyä, maalaamalla tai käyttämällä jotain muuta vastaavaa tekniikkaa.
- Ilmastointilaitteet tai ilmanvaihtolaitteet tulee sijoittaa siten, että ne voidaan huoltaa muuntamon ollessa jännitteinen. Termostaatti sijoitetaan muuntajan lähelle vapaalle seinälle.
- Valaistuksen on oltava riittävä muuntamotilassa ja kennoissa. Muuntamon valaistuskypäkin asennetaan muuntamotilan sisäpuolelle sisääntulo-oven viereen. Lisäksi asennetaan ovikytkin, joka sytyttää erillisen valopisteen ovea avattaessa.
- Muuntamotilassa pitää olla apusähkö muuntamoautomaatiota varten (pieni pääkeskus muuntamotilassa, jossa on sisällä automaattisulake, kytkin huoltotöille sekä myös vika-virtasuojaaamaton pistorasia 16 A).
- Muuntamotilan oveen tulee asentaa Helen Sähköverkon muuntamosarjan lukko. Helen Sähköverkko toimittaa ilmoitettuun osoitteeseen kustannuksellaan lukon avainpesät ja lukkoon sopivat avaimet (-2 kpl). Jos ulkoa muuntamotilaan pääsemiseksi tarvitaan muita avaimia, pitää esimerkiksi ulkoportin yhteyteen asentaa avainsäily ns. reittiavainta varten. Muuntamolle johtava kulkureitti tulee valita mahdollisimman lyhyeksi, eikä reitillä saa olla ainoastaan sähköllä toimivia portteja. Muuntamon oven ulkopintaan merkitään Helen Sähköverkon ilmoittama muuntamon numerotunnus sekä määräysten mukaiset turvakilvet.
- Muuntamotilan ovi suositellaan varustettavaksi paniikkisalvalla.

## 4 Keskijännitekojeisto

### 4.1 Sähkötekniinen mitoitus ja kojeiston rakennevaatimukset

Helen Sähköverkon jakelualueella on käytössä 20 kV tai 10 kV (kantakaupunki) jakelujännite.

**Taulukko 1. Uusien ja saneerattavien muuntamokojeistojen mitoitus.**

Nimellisjännite/kV	20	10
Pääkytkinlaitteen katkaisukyky/kA	16	20
Terminen oikosulkukestoisuus/kA (1s)	16	20
Dynaaminen oikosulkukestoisuus/kA	40	50
Liittymiskennon kuormanerotin ja kiskojen nimellisvirta/A	630	630

Kiinteästi asennettuja maadoituserotimia suositellaan käytettäväksi, siirrettävien työmaadoitusköysien sijasta, koko kojeistossa työturvallisuuden takia.

Kaapelien minimipoikkipinnat:

- ennen pääkatkaisijan suojausvirtamuuntajaa verkkokaapelin paksuinen
- katkaisijan suojausvirtamuuntajan jälkeen:

$t_{\text{katk}}$	$I_{\text{th}}(1s)$	Johdon poikkipinta
0,1 s <sup>1)</sup>	16 kA 20 kA	35 Cu 50 Al 50 Cu 70 Al
0,4 s	16 kA 20 kA	95 Cu 120 Al 95 Cu 150 Al

$t_{\text{katk}}$  = suojausajan toiminta-aika oikosulussa

1) mikäli käytetään käänteisaikarelettä

- sj-sulakkeen jälkeen 25 mm<sup>2</sup> Cu tai 35 mm<sup>2</sup> Al.

Liitteessä 1 on toteutustapoja muuntamon pääkaaviosta ja maadoituskaaviosta. Tarkastettavaksi lähetettävistä piirustuksista pitää ilmetä vähintään esimerkkikuviissa ilmoitetut tiedot.

#### 4.2 Kaapelireitti

Liittyjän sähkösuunnittelija sopii ja hyväksyy suunnitelman kaapelireitistä Verkkopalveluiden kanssa.

Liittyjä vastaa kustannuksellaan hallinnoimallaan alueella kaapelireitin rakentamisesta. Kaapelireitti rakennetaan kaivamalla kaapelikaivanto ja asentamalla sinne kaapelinsuojaputket: väri keltainen, lujuusluokka A ja koko vähintään 140 mm. Putkien päiden tulee olla 70 cm:n syvyydessä hallinnoitavan alueen rajalla (yleensä tonttiraja). Putkiin asennetaan koko matkalle vetonarut. Kaapelikaivannon asennuslupaan (pohjan) tekemisessä ja putkien suojatäytössä tulee käyttää hienojakoista maa-ainesta, jotta kaapelit tai putket eivät vaurioituisi. Putkituksen tulee olla suora ja mahdolliseen mutkakohtaan tulee jättää vetokaivanto. Kaapelit tulee suojata putkittamattomista kohdista suojakouruin tai -levyin.

Helen Sähköverkko käyttää verkkokaapelina AHXAMK-W 3x240Al+70Cu tai 3x300Al+70Cu -tyyppistä kaapelia. Kaapelin minimitaivutus säde on 900 mm ja yhden vaiheen 600 mm.

#### 4.3 Liittymiskennot

Liittymiskohta on kaapelikengässä. Helen Sähköverkko omistaa kaapelipäätteet ja asiakas kojeiston ym. tästä eteenpäin.

Helen Sähköverkon liittymiskennoja on yleensä kaksi. Liittymiskennot on varustettava kuormaerottimin. Erikoistapauksessa Helen Sähköverkko voi tarvita kolmannen kennon haarakaapelia varten. Tällöin Helen Sähköverkon pyynnöstä liittyjän on rakennettava ylimääräinen liittymiskenno ja varustettava se kuormaerottimella tai varokekuormaerottimella. Ylimääräisen keskijännitekennon varaaminen perustuu liittymisehtoihin ja sen hyväksyminen sovitaan erikseen.

Haltija omistaa kaikki liittymiskennot ja muuntamon haltija vastaa niiden huollosta ja kunnossapidosta. Helen Sähköverkolla on yksinoikeus liittymiskennojen kuormaerottimien käyttöön.

Verkkokaapelipäätteen kaapelikenkien kiinnityskohdan tulee olla lattiasta tai kanavatason pohjasta vähintään 1200 mm korkeudella (lattiasta kojeiston pohjaan vähintään 600 mm ja kojeiston pohjasta kaapelikenkien kiinnityskohtaan vähintään 600 mm). Liittymiskennoissa tulee olla vaihejohtimille kiinnityskisko. Liittymiskennoon tulee pystyä liittämään AHXAMK-W 3x300Al+70Cu -tyyppinen kaapeli. Verkkokaapelit päätetään kj-kojeistoon 630 A kosketussuojatulla kulmapistokeläpivientiteknikalla. Verkkokaapelin vikamittaus on voitava suorittaa ilman, että päätettä irroitetaan kojeistosta.

Kosketussuojatussa kulmapistokkeessa pistokkeen pinta on johtavaa materiaalia, jolloin päätteen maasulkuilanteessa vikakohtasta on hyvä kontakti palaavalle vikavirrälle. Näin voidaan estää valokaaren tai patkivän maasulun aiheuttamia lisävaurioita päätetilassa.

Verkkokaapelin ja päätteen asennus ja työmaadoittaminen sekä vikamittaus on voitava suorittaa turvallisesti (maadoituserotin, ja tarvittaessa työskentelysuojalevy) kokoojakiskon ja viereisen verkkokaapelin ollessa jännitteinen, jotta Helen Sähköverkon ei tarvitse tällöin kytkeä koko muuntamoa jännitteettömäksi.

Verkkokaapelien jokaisen vaiheen jännitteellisyys pitää pystyä toteamaan kennon etupaneelin jännitteenilmaisimesta tai toteamaan määräysten mukaisella jännitteenkoettimella suoraan vaihejohtimesta purkamatta kojeistoa.

Verkkokaapelin kojeiston puoleiset liittimet merkitään vaihemerkinnöillä.

Liittymiskennojen erottimien tilatiedoista (auki, kiinni, maadoitettu) tulee saada kosketintieto kaukovalvontaan. Tilatiedon tulee olla johdotettuna kojeistossa riviliittimille, josta se on kaapeloitavissa eteenpäin.

Liittymiskennojen erottimet on varustettava moottoriohjaimilla. Moottoriohjaimen tulee sisältää täydelliset kauko-ohjauksen valmiudet. Ohjausten tulee olla johdotettuna kojeiston riviliittimille, joista ne ovat kaapeloitavissa eteenpäin.

Kauko-ohjauksen liikennöintilaitteita ja akkuja varten on varattava seinätilaa laitekaapille muuntamon oven läheisyydestä. Seinätilaa on varattava vähintään 1200 mm leveydeltä.

Kaikilta em. riviliittimiltä on oltava selkeä reitti jälkikäteen tehtäville johdotuksille laitekaapille.

Kaikki liittymiskennot tulee varustaa kojeistoon kiinteästi asennettavilla säädettävillä oikosulkuilmaisimilla, jotka ovat luettavissa ja kuitattavissa hoitokäytävältä. Ilmaisimien pitää olla itsepalautuvia.

Oikosulkuilmaisimen asetteluarvovaatimus on 1 000 A. 800 A asetteluarvo voidaan käyttää, jos oikosulkuilmaisimien ottaa huomioon kytkentätransientin.

Oikosulkuilmaisimet tulee varustaa kaukovalvonnan mahdollistavilla apukoskettimilla. Liityntäkennoissa on oltava myös valmius jälkikäteen lisättävälle maasulunilmaisimelle. Helen Sähköverkko asentaa tarvittaessa maasulkuilmaisimen joko käyttöönoton yhteydessä tai myöhemmin. Liittymiskennojen välittömään läheisyyteen on varattava tila asennuskotelolle maasulkuilmaisimen johdotusta varten.

Mikäli liittymiskennoina käytetään kaasueristeistä kojeistoa tai erottimia, kojeistossa tulee olla kaasunpainemittari ja potentiaalivapaana kosketintietona saatava hälytys kaasuvajeesta kaukovalvontaan vietäväksi.

Mikäli kaapelipäätteet asennetaan peräkkäin kojeiston etureunasta katsottuna, liittymiskennojen tulee olla vähintään 500 mm leveät. Muussa tapauksessa liittymiskennojen minimileveydeksi riittää 310 mm.

#### 4.4 Pääkytkinkkenno

Yhden muuntajan muuntamossa voidaan käyttää pääkytkimenä muuntajan oikosulkusuojana toimivaa varokekuormanerotinta tai katkaisijaa. Suurin sallittu sulake on 63 A (20 kV) ja 125 A (10 kV). Sulakkeen toimimisen tulee aiheuttaa kuormanerotimen kolminapainen avautuminen.

Usean muuntajan muuntamoissa pitää olla erillinen pääkatkaisijakenno.

Pääkatkaisijakennossa pitää olla lukitus, joka estää vaunun siirtämisen tai erottimen avaamisen katkaisijan ollessa kiinni.

Pääkatkaisijakennossa pitää olla liitteen 2 mukainen kolmi-vaiheinen ylivirtarele, jossa on aseteltava pikalaukaisu. Lisäksi vaaditaan maasulkusuojaus, jos liittäjällä on yksikin kaapelilla liitetty kj-alamuuntamo. Pääkatkaisijakennon releissä pitää olla merkkiläppä tai valoilmaisin, joka ilmoittaa releen havahtumisesta. Helen Sähköverkko suosittelee kuormitusvirrasta toimintaenergiansa saavia elektronisia/numeerisia releitä.

Helen Sähköverkko antaa asettelulle ylärajan (liite 2), jonka puitteissa rele voidaan valita ja määrittää releen asettelu.

Liittäjän muuntamon käytönjohtaja on vastuussa siitä, että releasettelu soveltuu kojeiston suojaukseen ja että asettelu täyttää Helen Sähköverkon vaatimukset. Koestuspöytäkirjat on toimitettava Helen Sähköverkolle sekä Tukesille. *Pääkatkaisijan releiden asetteluarvot ja niiden muutokset on ilmoitettava aina ennen releen asettelemista Helen Sähköverkolle (ks. liite 2).*

Käyttöjännitteestä toimintaenergiansa saavan apusähköjärjestelmän on oltava sellainen, että suojaus on toimintavalmis alle 0,1 sekunnissa kytkettäessä jännite jännitteettömään kojeistoon.

Käytettäessä apusähkön tuottamiseen erillistä apusähköjärjestelmää on sen luotettavuuteen ja kunnonvalvontaan kiinnitettävä erityistä huomiota.

Akut, joilla ei ole säännöllistä kunnonvalvontaa, pitää vaihtaa uusiin määräväleihin esimerkiksi katkaisijan relekoestuksen yhteydessä.

Apusähköjärjestelmän alijännite- ja maasulkutilanteista on saatava hälytys kaikkina vuorokaudenaikoina valvottuun paikkaan. Tiedot hälytysjärjestelmästä ja hälytysten valvonnan toteuttamisesta tulee sisällyttää sähkötyöselitykseen.

#### 4.5 Mittauskenno

Mitattaessa sähkönkulutusta kj-puolelta mittamuuntajat asennetaan pääkatkaisijan jälkeen, pääsääntöisesti erilliseen mittauskennoon. Virtamuuntajien toisiovirta on 5 A ja tarkkuusluokka 0.2S. Jännitemuuntajien tulee olla yksivaiheisia, yksinapaisesti eristettyjä ja niiden toisiojännite on 57,7 V sekä tarkkuusluokka 0.2S.

Mittamuuntajien sijoittamista lattialle tulee välttää (mm. vesi-vahinkovaara). Kojestoon rakenne ja mittamuuntajien asennus on suunniteltava siten, että mittamuuntajiin ja toisipuolen kytkentöihin päästään käsiksi katkaisijaa tai sen osia irrottamalla kytkentöjen tarkastamiseksi. Tämän vuoksi kytkentärasioiden on oltava kennossa hoitokäytävän puolella. Mittamuuntajat on asennettava siten, että niiden arvokilvet ovat nähtävissä hoitokäytävältä.

Jännite- ja virtamuuntajien järjestyksen tulee olla:

- pääkatkaisija tai varokekuormaerotin
- liittäjän suojausvirtamuuntajat kaikissa vaiheissa (voivat sijaita myös pääkatkaisijakennossa)
- Jännitemuuntajat (3 kpl)
- Virtamuuntajat (3 kpl)
- liittäjän muut jännite- sekä virtamuuntajat.

Kennossa on oltava selvät merkinnät (L1, L2, L3) vaihejärjestyksestä. Kiskoihin on merkittävä virran kulkusuunta, ellei se muuten ole selkeästi havaittavissa.

Asiakkaan urakoitsija hankkii, asentaa ja kytkee jännitemuuntajien vaimennusvastuksen jännitemuuntajien läheisyyteen. Vaimennusvastusta ei saa asentaa suljettuun koteloon, koska vastus lämpenee käytössä.

Jännitemuuntajien ensiöpuolella ei käytetä erotinta tai suurjännitesulakkeita.

Päämuuntamon mittauskenno on pystyttävä työmaadoittamaan mittamuuntajien molemmilta puolilta. Muuntajien kokoojakiskon (tai kaapelin) työmaadoittaminen vaaditaan takasyötön varalta.

Jos SF<sub>6</sub>-kojeistossa on ilmaeristeinen mittauskenno, muuntamossa pitää olla myös galvaaninen jännitteenkoetin.

Mittauspiirin johdotuksesta ja muiden mittauslaitteiden asentamisesta on annettu tarkempia ohjeita SU-ohjeessa 3.01 ja 3.04.

## 5 Muuntajat

Yli 1 600 kVA:n muuntajat eivät ole suositeltavia. Jos liittijä aikoo käyttää suurempaa muuntajaa, hän saattaa joutua tinkimään oman oikosulkusuojauksensa selektiivisyydestä ja aiheuttaa epäselektiivisyyttä Helen Sähköverkon verkon suojaukseen. Asiasta on neuvoteltava Verkkopalveluiden kanssa.

## 6 Pienjännitepääkeskus

Mittauksen kotelo sijoitetaan pääkeskushuoneeseen tai pääkeskukseen.

Jos kahden muuntajan pj-pääkeskukset voidaan kytkeä yhteen erotinlaitteella ja keskusten oikosulkukestoisuus ei ole riittävä kahden muuntajan syöttämälle oikosulkuvirralla, erotinlaitteen viereen on kiinnitettävä kilpi: ”Muuntajien rinnankäyttö on kielletty pääkeskusten riittämättömän oikosulkukestoisuuden takia”.

## 7 Maadoitukset

Liittijän sähköverkon maadoitukset tehdään SFS 6001 standardin mukaisesti. Virtamuuntajien toisiopiirissä maadoitetaan energian virtaussuunnassa ensiksi olevat navat. Jännitemuuntajien ensiö- ja toisiopiireissä maadoitetaan energian tulosuunnassa jälkimmäisenä olevat navat.

Kj- ja pj-puolelle rakennetaan erilliset maadoituskiskot, jotka yhdistetään toisiinsa. Kj-puolen maadoituskiskoon on varattava Helen Sähköverkolle vähintään 3 kpl maadoituksen liitospistettä.

Helen Sähköverkko liittää verkkokaapelin mukana tuodun maadoitusjohtimen (Cu-köysi) kj-tilan päämaadoituskiskoon. Maadoitusjohdin yhdistää muuntamon maadoitukset Helen Sähköverkon maadoitusjärjestelmiin. Lisäksi liittijän on rakennettava vähintään voimassa olevan standardin rakennevaatimukset täyttävä maadoituselektrodi. Näiden yhdessä tulee täyttää taulukon 2 maadoitusresistanssi-vaatimus.

Lisäksi liittijän tulee toteuttaa pääpotentialintaus standardin mukaisesti.

**Taulukko 2. Maadoitusten mitoitustietoja.**

Nimellisjännite/kV	20 kV	10 kV
Suurin maasulkuvirta/A	400	200
Maasulkusuojauksen <sup>(1)</sup> toiminta-aika/s	0,5	hälyttävä
Maadoitusresistanssi enintään/ohmi	1,13	0,75
Kj-puolen suojajohdin vähintään/mm <sup>2</sup> Cu	16	25 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Helen Sähköverkon maasulkusuojaus.

<sup>(2)</sup> 25 mm<sup>2</sup> Cu eristämättömänä tai 70 mm<sup>2</sup> Cu eriste-päällysteisenä.