



Liittyminen sähköverkkoon tekninen ohje

Raaseporin Energia Oy

1.	Standardit ja suositukset	3
2.	Liitettävyysselvitys	3
3.	Liittymätarjouksen aikataulu	4
4.	Liittymissopimusta varten tarvittavat tiedot	4
5.	Pienjänniteliittymän tekniset vaatimukset	5
5.1	Liittämiskohdan määrittäminen	5
5.2	Liittymisjohdon valinta ja reitti	5
5.3	Maadoitus ja ylijännitesuojaus	6
5.4	Oikosulkuvirta sähköliittymällä	7
5.5	Sähköenergian mittaus	8
6.	Keskijänniteliittymän rakentaminen	10
6.1	Muuntamotila ja käynti muuntamoon	10
6.2	Kaapelireitti	11
6.3	Maadoitukset	11
6.4	Keskijännitekojeisto	12
6.5	Suojaussuunnittelu	13
6.6	Keskijännitepuolen energiamittaus	13
6.7	Merkinnät	13
6.8	Käyttöönotto	14
7.	Yleisiä periaatteita suurjänniteliittymän rakentamiseen	15
8.	Tuotanto- ja hybridiliittymät	17
8.1	Sähkön laatu	18
8.2	Laskennallinen liitettävyyssraja	18
8.3	Tuotantolaitteiston erottaminen ja sähkötyöturvallisuus verkossa	20
8.4	Liitännäsojaus ja keskitetty liitännäsojaus	20
8.5	Tuotantokohteiden merkitseminen	21
8.6	Etäohjaus ja tiedonsiirto	21
8.7	Pientuotannon ja sähkövarastojen kytkentälupa	21
9.	Joustava sähköliittymä	22
10.	Joustavien liittymien tehonohjausjärjestelmät	22

11. Reservimarkkinoilla toimiminen.....	23
12. Loistehon kompensointi.....	23
13. Sähkön kytkentä liittymään edellyttää:.....	24

1. Standardit ja suositukset

Ohje määrittelee tekniset vaatimukset Raaseporin Energian sähköverkkoon liitettäville kulutus-, tuotanto- ja sähkövarastoliittymille ja sitä sovelletaan yhdessä sopimusten, lakien sekä standardien kanssa.

Keskeiset sovellettavat standardit ja suositukset:

- SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset
- SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset
- SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus
- Standardi SFS-EN50160 määrittelee raja-arvoja mm. yliaalloille.
- Verkostosuositus YA 9:23 pientuotannon ja sähkövarastojen liittäminen sähköjakeluverkkoon
- VJV2024 Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset
- SJV2024 Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset
- KJV2018 Kulutuksen järjestelmätekniset vaatimukset
- Järjestelmätekniisten vaatimusten soveltaminen hybridivoimalaitoksiin
- LE 2019 Liittymisehdot, nimellisjännite enintään 36 kV
- SJLE 2019 Suurjännitteisen jakeluverkon liittymisehdot

Kaikki mainitut standardit ja suositukset ovat voimassa, ellei uudempaa versiota ole julkaistu. Ne koskevat sekä uusia että käytössä olevia laitoksia, mutta käytössä oleviin kohteisiin sovelletaan vaatimuksia vain, jos laitoksen järjestelmätekniisiä ominaisuuksia muutetaan.

2. Liitettävyyškyselyt

Liitettävyyden selvittämiseksi asiakkaan on toimitettava liityntäkysely asiakaspalveluun. Kyselyt käsitellään verkonsuunnittelussa ja asiakkaille annetaan vastaus sähköpostitse mahdollisimman nopeasti. Kaikista yli 10 MVA kulutuksen ja 5 MVA tuotanto-/sähkövarastohankkeista verkkoyhtiö joutuu tekemään liittymistiedustelun kantaverkkoyhtiölle. Käytännössä se voi kestää viikoista useisiin kuukausiin.

Liitettävyyškysely on alustava tiedustelu verkkoyhtiölle hankkeen liitettävyydestä ja aikataulusta, eikä se takaa liittymää tai varaa kapasiteettia.

3. Liittymätarjouksen aikataulu

Pienet hankkeet käsitellään alle 3 viikossa.

Sitova liittymätarjous annetaan lähtökohtaisesti vain sellaisille liittyjille, joiden hankkeet ovat edenneet riittävän pitkälle, jotta niiden voidaan realistisesti odottaa valmistuvan ja tarvitsevan verkon kapasiteettia lähiaikoina. Tämä edellyttää, että lupa-asiat on aloitettu, maahankinnat tehty ja suunnitteluvaiheet ovat tarpeeksi pitkällä. Liittymätarjous on yleensä voimassa 1–2 kuukautta ja jos sitä ei hyväksytä määräajassa, tarjous raukeaa.

4. Liittymissopimusta varten tarvittavat tiedot

Sähkön liittymissopimusta varten tarvitsemme:

- Täytetty liittymätilauslomake
 - Liittyjän tiedot
 - Kiinteistön rekisteröintitiedot
 - Arvioitu liittymän kytkentäpäivä
 - Sähköliittymän koko tai tilausteho (sähkösuunnittelija määrittänyt)
 - Liittymän erityiset käyttövarmuustarpeet
 - Sähkösuunnittelijan ja urakoitsijan tiedot
- Sähkösuunnitelmat
 - Asemapiirros sähkökeskuksen sijainnista ja liittymiskaapelin reitistä
 - Pääkaavio (kohteissa, joiden nimellisvirta yli 63 A tai on enemmän kuin yksi mittalaite).

Suuritehoisilta liittyjiltä saatetaan edellyttää, että:

- projektilla on lainvoimainen kaava ja rakennuslupa
- kiinteistön tai kiinteistöryhmän alue on liittyjän hallinnassa
- perusteltu päätelmän projektin YVA-menettelystä
- hankelupa myönnetty
- lunastuslupahakemus on jätetty viranomaisille
- Hankkeella täytyy olla Fingrid:n myöntämä lupa. Jos hankkeen liittäminen vaatii kantaverkon laajentamista, siitä on oltava rakentamispäätökset tehtyinä ennen hankkeen etenemistä.

5. Pienjänniteliittymän tekniset vaatimukset

5.1 Liittämiskohdan määrittäminen

Liittämiskohta määritellään liittymissopimuksessa. Liittämiskohdasta pääkeskukselle jatkuvan liittymisjohdon rakentaminen ja ylläpitäminen on asiakkaan vastuulla.

Liittämiskohta sijaitsee yleensä liittyjän hallinnoiman alueen, kuten tontin rajalla tai sen välittömässä läheisyydessä. Liittämiskohta voi olla esimerkiksi kaapelin pää, ilmajohdon pylväs, jakokaappi tai muuntamo. Liittyjän hallinnoiman alueen ulkopuolella rakentaminen kuuluu aina verkkoyhtiön vastuulle osana sähköverkkotoimintaa.

Asiakkaan tulee sopia liittymisjohdon rakentamisesta ja huollosta valitsemansa sähköurakoitsijan kanssa.

Ennen kaivutöiden aloittamista on tärkeää varmistaa, ettei kaivureitillä ole aikaisemmin asennettuja maakaapeleita tai muita maassa olevia verkkoja, kuten sähkö-, tiedonsiirto-, kaukolämpö-, vesijohto-, viemäri- tai maakaasuverkkoja. Mikäli kaapelivaurioita tapahtuu, kaivutyöstä vastaava kantaa vastuun ja vastaa korjauskustannuksista. Tietoa verkostojen sijainnista voi pyytää suoraan verkkoyhtiöltä.

5.2 Liittymisjohdon valinta ja reitti

Liittymiskaapeleiden suunnittelusta ja asennuksesta vastaa liittyjän sähkösuunnittelija/ -urakoitsija. Liittymiskaapeleina suositellaan käytettäväksi AXMK-kaapeleita poikkipinnoilla 25–300 mm². Kaapelit tulee asentaa vähintään 70 cm syvyyteen ja suosittelemme suojaputkien käyttöä. Asennusolosuhteiden vaikutus kaapelien kuormitettavuuteen tulee huomioida.

Esimerkkejä käytetyistä johtotyypeistä liittymän koon mukaan (asennustapa D1 ja pituus alle 50m):

• 3 x 25 A – 3 x 63 A	AXMK 4 x 25 S - AXMK 4 x 50 S
• 3 x 80 A – 3 x 125 A	AXMK 4 x 95 S
• 3 x 160 A – 3 x 200 A	AXMK 4x185 S - AXMK 4 x 240 S
• 3 x 250 A	AXMK 4 x 300 S
• 2 x 3 x 200 A	AXMK 2x 4x240 S - AXMK 2x4x300 S
• 3 x 3 x 200 A	AXMK 3x4x300 S
• 5 x 3 x 160 A	AXMK 3x4x300 S
• 6 x 3 x 160 A	AXMK 3x4x300 S

Mahdolliseen liittymän suurentamiseen voi varautua varaputkituksella, kaapelivalinnalla, kaapeleiden riittävillä asennusetaisyyksillä tai tekemällä erillinen varaus tulevaisuuden tarpeita varten.

5.3 Maadoitus ja ylijännitesuojaus

Liittymälle on rakennettava SFS 6000 -standardin mukainen maadoitus. Suositeltavin maadoituselektrodi on perustusten alle maahan sijoitettava perustusmaadoituselektrodi. Perustusmaadoituselektrodi suositellaan asennettavaksi renkaaksi ja rengas suljetaan päämaadoituskiskolla. Jos perustusmaadoituselektrodia ei voida toteuttaa, standardi sallii myös vaihtoehtoisia elektrodirakenteita.

- Vähintään 20 m pitkä (maassa oleva osuus) vaakaelektrodi, joka on asennettu siten, että se ei helposti vahingoitu. Elektrodi voidaan esimerkiksi asentaa liittymiskaapelin kanssa samaan ojaan tai mahdollisimman lähelle perustuksia.
- Vähintään 40 m pitkä (maassa oleva osuus) renkaan muotoinen vaakaelektrodi, jota ei ole suojattu mekaaniselta vahingoittumiselta.
- Kaksi eri suuntiin asennettua vähintään 20 m vaakaelektrodia, joita ei ole suojattu mekaaniselta vahingoittumiselta.

Ylijännitesuojausta vaaditaan ilmajohtoverkon alueella ja lisätietoja saa sähkösuunnittelijalta tai -urakoitsijalta.

5.4 Oikosulkuvirta sähköliittymällä

Sähkösuunnittelijan on varmistettava, että liittymän sisäisen sähköverkon suojaus täyttää SFS 6000 -standardin vaatimukset. Uusille 3x25 A liittymille syöttävä jakeluverkko mitoitetaan siten, että yksivaiheinen oikosulkuvirta liittymän päävarokkeilla on yleensä vähintään 250 A. Vanhojen sähköliittymien kohdalla oikosulkuvirtavaatimukset määräytyvät liittymän rakentamisajankohdan säädösten mukaisesti ja voivat olla usein taulukon arvoja alempia.

Taulukko 1 Liittymän minimoioikosulkuvirta

Sähköliittymän pääsulake (A)	Oikosulkuvirta (A)
3x25	250
3x35	250
3x50	250
3x63	320
3x80	425
3x100	580
3x125	715
3x160	950
3x200	1250
3x250	1650
2x3x160 (3x320)	1900
2x3x200 (3x400)	2500

Rinnakkaisia päävarokkeita käytettäessä taulukon oikosulkuvirran arvot voidaan kertoa varokkeiden kerrannaisten lukumäärällä.

Liittymän sisäverkon suojausten mitoituksessa tulee aina käyttää taulukossa 1 esitettyjä oikosulkuvirran arvoja, vaikka suunnitteluhetkellä todellinen oikosulkuvirta olisi suurempi. Oikosulkuvirran taso voi muuttua esimerkiksi sähköverkon korvauskytkentätilanteessa.

Tuotantolaitteistojen ja sähkövarastojen liitettävyydessä on erityisen tärkeää ottaa huomioon tuotannon oikosulkuvirtavaatimukset liittämispisteessä (kts. luku 8).

5.5 Sähköenergian mittaus

Kaikki sähkö mitataan. Mittausasetuksen mukaisesti uudisrakennusten asuin- ja liikehuoneistot on varustettava mittalaitteilla, vaikka sähkö myydään kiinteistöverkon kautta. Huoneistokohtainen mittaus vaaditaan myös kiinteistön sisäisen sähköverkon muutoksissa. Urakoitsijan on varustettava mittarialustat huoneiston numerolla sekä monimittarikeskuksessa että huoneiston ryhmätaululla ennen mittareiden asennusta. Liittymisehtojen mukaisesti verkkoyhtiöllä on oltava pääsy mittareille.

Uudelle käyttöpaikalle asennettava mittauslaitteisto sisältyy sähkön siirtomaksuun eikä siitä peritä asiakkaalta erillistä maksua. Asiakkaalla on vastuu siitä, että mittauslaitteisto voidaan asentaa turvallisesti.

Sähköenergian mittaustapa määräytyy käyttöpaikan etusulakkeen mukaan:

- Suora mittaus: Käytetään, kun etusulake on enintään 63 A.
- Epäsuora mittaus: Käytetään, kun etusulake on yli 63 A.

Epäsuoran mittauksen virtamuuntajien hankinta ja asennus kuuluvat asiakkaan sähköurakoitsijan vastuulle. Virtamuuntajille asetetut vaatimukset:

- Virtamuuntajan tulisi vastata mahdollisimman hyvin todellista käyttöaluetta. Mitattava virta: 20–110 % ensiön nimellisvirrasta
- Toisiovirtasovitus: 5 A
- Tarkkuusluokka: 0,2 s
- Jännitepiirijohdot 2,5 mm²
- Virtapiirijohdot 2,5 mm²
- Riviliittimet SFS 2529 mukaisesti, liitokset ruuvikiristettävät
- Jännitesulakkeet 3 x 10 A tulppasulake tai johdonsuojakatkaisija
- Ohjauslaitteen sulake 1 x 10 A tulppasulake tai johdonsuojakatkaisija
- Nimellistaakka: 2,5 VA volttilämpöarvosta voidaan poiketa, jos laskennallisesti osoitetaan, että taakka on alueella 0,25-1,0 nimellistaakasta. Jos mittauslaitteen ja mittamuuntajan välisen toisiojohdotuksen kokonaispituus (meno+paluujohdin) on yli 6 m, mitoitus selvitetään tapauskohtaisesti. Käyttötaakka muodostuu mittarin ja johdotuksen aiheuttamasta taakasta.

- Kuormitus: 25–100 % mittamuuntajien nimellistaakasta. Tarkemmin taakan laskennasta tietoa Energiategollisuuden julkaisussa Sähkönmittauksen periaatteita 2025 liitteessä 2 ja 3.
- Samaan mittauspiiriin ei energian laskutukseen käytettävän energiamittarin lisäksi saa kytkeä muita laitteita.
- Tyypikilvet on oltava helposti luettavissa myös silloin, kun keskuksessa on jännite.
- Virtamuuntajan mittasydämiin ei saa kytkeä muita kuin verkkoyhtiön laitteita.

Mittauksen etusulake A	Muuntosuhde- vaihtoehdot A/A	Ensiö-lä- vistyukset	Kytetty muuntosuhde A/A	Kerroin
3 x 50	50/5	1	50/5	10
3 x 63 tai 3 x 80	75/5	1	75/5	15
	150/5	2	75/5	15
	300/5	4	75/5	15
3 x 100	100/5	1	100/5	20
	200/5	2	100/5	20
	300/5	3	100/5	20
3 x 125	125/5	1	125/5	25
	250/5	2	125/5	25
3 x 160	150/5	1	150/5	30
	300/5	2	150/5	30
3 x 200	200/5	1	200/5	40
	400/5	2	200/5	40
3 x 250	250/5	1	250/5	50
3 x 315	300/5	1	300/5	60
3 x 400	400/5	1	400/5	80
3 x 500	500/5	1	500/5	100
3 x 630	600/5	1	600/5	120
3 x 750	800/5	1	800/5	160
3 x 800	800/5	1	800/5	160
3 x 945	1000/5	1	1000/5	200
3 x 1000	1000/5	1	1000/5	200
3 x 1250	1200/5	1	1200/5	240

Kuva 1 Virtamuuntajien ohjeellinen mitoitus pienjännitteellä

Tarvittaessa sallitaan yhtä kokoluokkaa suurempi virtamuuntaja.

Kaikki kesukset, kotelot, jakorasiat, talovarokkeet sekä muut laitteet tai keskusosat, joissa on kuluttajalle mittaamatonta sähköä, tulee voida sinetöidä luotettavasti.

Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi:

- energiamittareiden liitinsuojat ja kannet
- mittamuuntajat sekä niiden kotelot
- mittausriviliittimet ja niiden kotelot
- jännitevarokkeiden kotelot tai yhtenäinen kansi
- käytöstä poistetut tariffinohjausvarokkeet
- liittymisjohdon liitinkotelo, päävarokekotelo ja pääkytkinkotelo

Sinetöitävissä tiloissa ei saa olla kuluttajan asennuksia eikä PE- ja N-kiskojen yhdistyksiä. Suositeltavaa on myös, ettei sinetöitävien tilojen kautta kuljeteta niihin kuulumattomia johtimia keskuksen muihin osiin.

Jos sinetöinti rikkoutuu, tulee aina olla yhteydessä Raaseporin Energian urakoitsijapalveluun.

Mittaukselle suositellaan jättämään varaus liittymispisteeseen.

6. Keskijänniteliittymän rakentaminen

6.1 Muuntamotila ja käynti muuntamoon

Asiakasmuuntamoiden suunnittelua ohjaavat standardien lisäksi verkkoyhtiön ohjeet sekä ST-kortti "Kaapeliliitännäiset sähkönkäyttäjän muuntamot" ja RT-kortti "Muuntamotila rakennuksessa".

Puistomuuntamon tai kytkemön sijoittaminen tontin rajalle on suositeltavaa, sillä se helpottaa kunnossapitoa ja vähentää käynneistä aiheutuvia häiriöitä kiinteistölle. Verkkoyhtiön edustajalla on oltava esteetön pääsy muuntamoon kaikkina vuorokaudenaikoina. Verkkoyhtiö ei vastaa mahdollisten hälytysten aiheuttamista kustannuksista.

Kiinteistömuuntamo sijoitetaan maantasolla olevaan kerrokseen rakennuksen ulkoseinää vasten siten, että muuntamotilaan on kulku ulkokautta. Huomioithan erityisesti palo-osastoinnin ja valokaaripaineen vaikutukset muuntamotilan rakenteisiin (ks. RT-kortti 92-10774).

Turvallisuussyistä muuntamotilassa tulee olla käyntiovi, joka on varustettu paniikkisalvalla, ja poistumisreitit on ensisijaisesti johdettava suoraan ulos.

Muuntamoon kiinnitetään selvästi näkyvälle paikalle säänkestävä kilpi, jossa on osoite ja verkkoyhtiön tunnus. Muuntamotilaan on järjestettävä sähköstä riippumaton kulku, joka ei johda muihin tiloihin. Kulkureitin alkuun on asennettava liittäjän toimesta avainsäilö, johon asetetaan reittiavain.

Yli 1600 kVA muuntajien käyttöä ei suositella ja suurempien muuntajien osalta tehdään aina tapauskohtainen tarkastelu.

6.2 Kaapelireitti

Liittäjän sähkösuunnittelija vastaa kaapelireitin suunnittelusta tontilla ja rakennuksessa, huomioiden mekaanisen suojauksen sekä palonkestävän asennustavan. Suunnittelussa on varmistettava, että kaapeloinnin reitti on mahdollisimman lyhyt ja että kaapelin sallittu taivutussäde ei ylity.

Liittymisjohtojen reittien toteutuksesta (putkitukset, kanaalit jne.) liittäjän hallitsemalla maa-alueella sekä rakennuksen sisäpuolisella osuudella vastaa lähtökohtaisesti liittyjä. Verkkoyhtiö kaapeloi valmiille reitille.

Suosittelutoteutustapa on putkittaminen (sisähalkaisija vähintään 160 mm, keltainen ulkopinta), putkien päät vähintään 700 mm syvyydessä ja asennusalusta hiekkaa.

6.3 Maadoitukset

Liittäjän on aina rakennettava muuntamolle vähintään voimassa olevan standardin vaatimukset täyttävä maadoitus. Maadoituselektrodeiksi suositellaan kahta Cu25-köyttä, jotka on rakennettu eri suuntiin (25 m kumpaankin suuntaan). Maadoituselektrodit suositellaan sijoitettavaksi routarajan alapuolelle.

Liityntäkojeisto voidaan liittää osaksi verkkoyhtiön maadoitusjärjestelmää. Myös tällöin asiakkaan laitteiston on toimittava itsenäisenä maadoitusjärjestelmänä.

6.4 Keskijännitekojeisto

Liittymä liitetään yleensä olemassa olevaan keskijänniteverkkoon kahdella johdolla, jolloin verkko muodostaa ns. rengasverkon. Liittymiskojeistoon on varattava tätä varten kaksi liittymiskennoa. Suuritehoisissa keskijänniteliittymissä sekä poikkeavissa ratkaisuissa liittymiskennojen määrä ja toteutus sovitaan aina tapauskohtaisesti.

Liityntäkojeiston ja sen varusteiden tulee noudattaa voimassa olevia standardeja sekä seuraavia vaatimuksia:

- Uusia SF6-eristeisiä kojeistoja ei hyväksytä
- Keskijännitekojeiston nimellisarvot oltava vähintään:
 - Un 24 kV 50Hz
 - In 630 A
 - I_{th1s} 16 kA ja I_{dyn} 40 kA
 - Liittymiskennojen erottimien katkaisukyky oltava 16 kA.
 - Liittymiskojeiston asiakkaan puolen suojaksi on aina asennettava katkaisija, jonka katkaisukyky oltava 16 kA.
- Jokaiseen liittymiskennoon on voitava liittää AHXAMK-W 3x300Al +70 kaapeli
- Liittymiskennojen on sijaittava ennen pääsuojaa ja pääsuojan on sijaittava ennen mittausta
- Liittymiskentissä on käytettävä kiinteää maadoituserotinta.
- Keskijännitekojeiston kennoissa tulee olla numerot ja liityntäkennoissa verkkoyhtiön antamat tunnuks.
- Jokaisen liittymiskaapelin jokaisen vaiheen päätteen jännitteellisyys pitää pystyä toteamaan kennon etupaneelin jännitteenilmaisimesta tai määräysten mukaisella jännitteenkoettimella suoraan päätteestä kojeistoa purkamatta.
- Liittymiskennojen erottimet varustetaan 24 VDC -moottorihjauksella, joissa pitää olla täydellinen kauko-ohjausvalmius johdotettuna riviliittimille.
- Verkkoyhtiön kaukokäytölle ja akuille on varattava seinätila muuntamosta. 800 mm x 800 mm x 400 mm) ja lähellä tulee olla 230 VAC, 16 A vikavirtasuojaamaton suojakosketinpistorasia.
- Siirrettävät kilvet: maadoitettu, älä kytke.

Liittymiskennot jäävät liittyjän omistukseen ja niiden kunnossapitovastuu on liittyjällä. Käyttöoikeus on yksinomaan verkkoyhtiöllä.

6.5 Suojaussuunnittelu

Asiakkaan liittymiskojeiston pääkytkimen tulee ensisijaisesti olla katkaisija.

Asiakkaan sähkösuunnittelija vastaa laitteiston mitoituksesta ja suojaamisesta sekä katkaisijan suojareleen suojausasetteluiden suunnittelusta. Releasettelut on sovittava verkkoyhtiön kanssa. Suojausvaatimukset pohjautuvat sähköverkon turvallisen käytön ja selektiivisyyden varmistamiseen.

Mikäli asiakkaalla on useampi muuntaja tai muuntamotilan ulkopuolista keskijänniteverkkoa, sille edellytetään maasulkusuojaus. Maasulkusuojaus asetellaan selektiiviseksi verkkoyhtiön verkon asetteluiden kanssa.

Katkaisijaa ei saa uudelleen kytkeä laukaisun jälkeen ennen vian selvittämistä ja poistamista.

Tuotannon liityntäsuojauksesta on huomioitava Fingridin järjestelmätekniset vaatimukset. Lisää kohdassa 8.4.

6.6 Keskijännitepuolen energianmittaus

Jakeluverkonhaltija huolehtii laskutukseen tarvittavasta mittalaitteista ja mittaustiedon siirrosta. Energianmittaus tulee sijoittaa asiakkaan kojeistoon 20 kV puolelle. Virtamuuntajat mitoitetaan tilattavan liityntätehon mukaan. Keskijännitepuolen mittaus on ainoa verkkoyhtiön virallinen laskutusmittaus.

6.7 Merkinnät

Muuntamoon tulee kiinnittää säänkestävä kilpi, josta käy ilmi muuntamon osoite sekä verkkoyhtiön antama tunnus ja se sijoitetaan niin, että se näkyy hyvin kulkusuunnasta. Keskijännitekojeiston kennoissa tulee olla numerot ja verkkoyhtiön

käytössä olevilla kennoilla verkkoyhtiön antamat tunnukset, lisäksi tulee olla siirrettävät lisäkilvet "Maadoitettu" ja "Älä kytke". Muuntamon oven sisäpuolella tulee olla ensiapuohje sekä sen läheisyydessä katuosoitetieto.

6.8 Käyttöönotto

Käyttöönottotarkastuksen tekee liittäjän sähköurakoitsija ja lisäksi verkkoyhtiö tarkastaa seuraavat asiat ennen muuntamon liittämistä verkkoon:

- Laitteistolla on nimetty käytönjohtaja
- Kulkureitti on valmis ja putkilukko asennettu.
- Käyttöohjeet ovat muuntamolla.
- Loppupiirustukset on toimitettu.
- Relekoestuspöytäkirja ja käyttöönottotarkastuspöytäkirja on täytetty.
- Maadoitusmittauspöytäkirja on täytetty (routa-aikana riittää laskennallinen).
- Mittamuuntajat ja verkkoyhtiön energiamittaus on asennettu.
- Paikoillaan ovat maadoituslaitteet, jänniteindikointi ja vaiheistuslaite.
- Merkinnät on tehty ja varoituskilvet löytyvät.
- Ympäristö on siisti ja liittymisjohdon reitti asianmukainen.

Keskijännitejohdot ja muuntamo liitetään verkkoon vasta sen jälkeen, kun verkkoyhtiön edustaja on todennut muuntamon käyttöönotettavaksi. Käyttöönotossa on paikalla liittäjän sähköurakoitsijan edustaja tai käytönjohtaja, joka opastaa kojeiston käytöstä.

Laitteisto ja käytönjohtajatiedot tulee ilmoittaa Tukesin rekisteriin. Varmennustarkastus tulee teettää valtuutetulla tarkastajalla kolmen kuukauden kuluessa käyttöönotosta. Lisätietoa löytyy Tukesin internetsivuilta.

7. Yleisiä periaatteita suurjänniteliittymän rakentamiseen

Suurjänniteliittymä suunnitellaan aina yhteistyössä verkonhaltijan kanssa. Ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista varmistetaan yhdessä:

1. liittämiskohta
2. liityntätapa:
 - Voimajohtoliityntä
 - Liittyminen tapahtuu suoraan voimajohtoon verkkoyhtiön vaatimukset huomioiden.
 - Liityntä tulee olla irrotettavissa kauko-ohjauksen avulla. Kytkinlaite on oltava lähelle liittymispistettä.
 - Muuntajan suurin sallittu nimellisteho: 25 MVA. Ei useita muuntajia.
 - Kytkinlaitosliityntä
 - Sähköteholtaan yli 25 MVA suuremmat liitynnät liitetään ensisijaisesti kytkinlaitokseen
 - Liittymisjohto liitetään suoraan verkkoyhtiön kytkinlaitokseen.
 - Asiakas vastaa liittymisjohdon rakentamisesta.
 - Liitettävän muuntajan suurin sallittu nimellisteho: 50 MVA
3. liityntäteho
4. käyttövarmuusvaatimukset
5. tekniset reunaehdot

Liitynnän suunnitteluvaiheessa liittyjän sähkösuunnittelija:

- laatii tekniset suunnitelmat
- toimittaa tarvittavat tekniset tiedot verkonhaltijalle:
 - pääkaavio
 - asemakuva
 - suojauskaaviot
 - teholaskelmat
 - käyttöön otettava teho vaihteittain (ramp-up suunnitelmat)
 - kuormituksen ja tuotannon maksimi- ja minimitehot
 - kuorman luonne ja vaihtelu
 - vaikutus liityntäpisteen jännitteeseen
- laatii energiamittauksen piirikaaviot ja johdotuskuvat sekä mittauspiirien taakkalaskelmat

Verkkoyhtiö antaa suunnittelua varten tiedot oikosulku- ja maasulkuvirroista sekä suojauksen perusvaatimuksista. Uusi liityntä ei saa heikentää verkon käyttövarmuutta. Liittymä ei saa muodostaa rengasta alue- tai kantaverkkoon. Tarvittaessa liittyjältä voidaan edellyttää tehorajoituksia.

Suurjänniteliittymän suunnittelussa ja toteutuksessa sovelletaan vähintään seuraavia:

- SFS 6001 – Suurjännitesähköasennukset
- Liitynnän taakse kytkettävän sähkölaitteiston tyyppi määrittää, mitä vaatimuksia tulee noudattaa (KJV, VJV, SJV).
- Suurjännitteisen jakeluverkon liittymisehdot SJLE 2019 (Energiateollisuus)
- Sj-liitynnöissä edellytetään samoja teknisiä vaatimuksia kuin Fingridin liittymissäännöissä.
- Fingridin ohjeistus liittymisestä sekä 110 kV verkon sähkön laaturaportti

Relesuojauksen pääperiaatteet

110 kV liitynnän relesuojauksen tulee olla yhteensovitettu alue- ja kantaverkon suojauksen kanssa siten, että verkon viat erotetaan selektiivisesti ja nopeasti ilman tarpeettomia irtikytkentöjä. Suojauksen tulee kattaa vähintään oikosulku-, maasulku-, yli-/alijännite- ja taajuuspoikkeamat sekä tuotantolaitoksilla saarekekäytön esto.

Asiakas vastaa oman liityntänsä suojausjärjestelmistä, mukaan lukien releiden väliset viestiyhteydet, asetukset, testaukset ja dokumentointi ja kaikki ratkaisut on hyväksyttävä verkkoyhtiöllä ennen käyttöönottoa.

Liittyjä vastaa, että:

- laitteisto täyttää kaikki tekniset vaatimukset
- käyttö ei häiritse verkkoa
- suojaus toimii oikein kaikissa tilanteissa
- sovittua liittymistehoa noudatetaan
- tehontarve (ramp-up) on suunnitellun ja sopimuksen mukainen

- liittymän syöttöteho verkkoon tai ottoteho verkosta ei ylitä suurinta sallittua askelmaista tehonmuutosta, jonka sähköjärjestelmä kestää käyttövarmuutta vaarantamatta.
- liittymän sähköverkkoa, joka yhdistää kaksi eri liittymispistettä, käytetään säteittäisesti normaalissa käyttötilanteessa. Muuntajien alajännitepuolen käämit eivät saa olla rinnankytkettyjä missään tilanteessa.
- suojaus on yhteensopiva verkon kanssa ja selektiivisyys on varmistettu
- saman liittymän taakse liittyvät muuntajat kytketään porrastetusti, jos samanaikaisesta kytkennästä aiheutuva jännitteenmuutos liittymispisteessä ylittää Fingridin sähkönlaaturaportissa määritellyn tavoitetason.
- Liittyjä toimittaa reaaliaikaiset mittaus- ja tilatiedot verkkoyhtiölle tai Fingridille sovitulla tavalla.
- liittymisjohtojen rakentamiseen haetaan hankelupa Energiavirastolta.
- kaikki toiminnot voimajohdon läheisyydessä toteutetaan turvallisesti
- verkkoyhtiölle toimitetaan risteämälausuntopyyntö riittävän ajoissa.

Ennen toteutusta tehdään liittymissopimus ja liittymän rakentaminen voidaan aloittaa, kun liittymismaksu on suoritettu ja tekniset suunnitelmat on hyväksytty. Asiakkaan suurjännitteisen osuuden on oltava valmis viimeistään 36 kuukauden kuluttua liittymissopimuksen allekirjoittamisesta. Mikäli liityntää ei ole käyttöönotettu sopimuksen mukaisesti liittymissopimus voidaan irtisanoa.

8. Tuotanto- ja hybridiliittymät

Tuotantolaitteet, jotka syöttävät sähköä jakeluverkkoon liittymän kautta on ilmoitettava verkkoyhtiölle. Tuotantolaitoksiksi katsotaan kaikki laitteistot, jotka voivat syöttää sähköä jakeluverkkoon, kuten generaattorit, suuntaajien kautta liitetyt akustot, aurinko- ja tuulivoimajärjestelmät, kaksisuuntaiset (V2G) latauspisteet sekä muut verkkoon energiaa syöttävät laitteistot.

Tuotantolaitoksen tulee täyttää voimassa olevat vaatimukset, mukaan lukien:

- Fingridin järjestelmätekniset vaatimukset VJV2024 ja SJV2024.
Vaatimukset koskevat niin uusia kuin tiettyjä muutettuja olemassa olevia voimalaitoksia.

- Energiateollisuus ry:n verkostosuositus YA 9:23 Pientuotannon ja sähkövarastojen liittäminen sähköjakeluverkkoon
- Standardit SFS-EN 50549-1 ja SFS-EN 50549-2.

Liittyjä vastaa vaatimusten täyttymisestä ennen käyttöönottoa, tarvittavien teknisten tietojen ja suojausasetusten toimittamisesta verkkoyhtiölle sekä siitä, ettei laitteisto vaaranna verkon käyttövarmuutta tai sähkön laatua. Kaikki dokumentaatio on toimitettava sovitussa muodossa ja aikataulussa.

8.1 Sähkön laatu

Kun käyttöpaikkaan lisätään pientuotantolaitteisto, tulee jännitteen laadun säilyä liittämiskohdassa standardin SFS-EN 50160 *Yleistä jakeluverkosta syötetyn sähkön jänniteominaisuudet* vaatimusten mukaisena. Verkon kanssa rinnan toimiva tuotanto ei saa aiheuttaa häiriöitä sähköverkkoon.

Kulutus- tai voimalaitoksen aiheuttamat yliaallot ja kokonaisjännitesärö eivät saa ylittää standardissa SFS-EN 50160 määritettyjä raja-arvoja.

8.2 Laskennallinen liitettävyyssraja

Pienimuotoinen sähköntuotanto, kuten aurinkopaneelit, pientuulivoimalat, akustot ja kaksisuuntaiset sähköautojen latauslaitteet liitetään yleensä asiakkaan käyttöpaikan nykyiseen sähköliittymään.

Tuotantolaitteisto tai sähkövarasto voidaan liittää verkkoon vain, jos sen käynnistyminen tai poisjääminen ei aiheuta liian suurta jännitteenmuutosta liittymispisteessä. Tuotantolaitteisto tai sähkövarasto, jonka teho on alle 7 kVA, voidaan liittää jakeluverkkoon yleensä ilman ennakkokyselyä verkonhaltijalta. Haja-asutusalueella / asemakaava-alueen ulkopuolella tuotantolaitteiston yhteensopivuus jakeluverkon kanssa on aina tarkastutettava. Kaikki muutokset tai lisäykset tehoon tulee ilmoittaa verkonhaltijalle ennen käyttöönottoa.

Tuotantolaitteiston tai sähkövaraston liitettävyyttä voidaan arvioida verkostosuosituksen **YA 9:23** mukaisella ehdolla:

$$Sk \geq 20 \cdot isuhde \cdot Sn$$

- Sk on liittämiskohdan oikosulkuteho
- Sn on tuotantolaitoksen nimellisteho
- $isuhde$ on käynnistysvirtakerroin, jota käytetään esimerkiksi tahtikoneiden kohdalla.

Kerroin 20 on valittu kaavaan, koska se perustuu nopean jännitteenmuutoksen rajaan. Nopeisiin tuotannon ja kulutuksen muutoksiin kykenevät laitteistot (esim. sähkövarastot/kotiakut, jotka osallistuvat reservimarkkinoille) suositellaan käsiteltävän tapauskohtaisesti. Mikäli sähkövarasto kykenee täydestä tuotantotehosta täyteen kulutustehoon kaavan kerroin 20 korvataan kertoimella 40. Mitoitukseen tarvittavat oikosulkuvirran tiedot saadaan verkonhaltijalta.

Liittymän koko [A]	Pääsulake [A]	Yksivaiheinen mitoitus oikosulkuvirta I_{k1} [A]	Kulutuksen liitettävyyss [kVA]	Tuotannon liitettävyyss, kerroin 20 [kVA]	Sähkövaraston liitettävyyss, kerroin 40 [kVA]
25	3x25	250	17	11	5
35	3x35	250	24	11	5
50	3x50	250	34	11	5
63	3x63	320	43	14	7
80	3x80	425	54	18	9
100	3x100	580	68	25	13
125	3x125	715	85	31	15
160	3x160	950	109	41	20
200	3x200	1250	136	54	27
250	3x250	1650	170	71	36
400	2x3x200	2500	272	108	54
500	2x3x250	3300	339	142	71
600	3x3x200	3750	407	162	81
800	4x3x200	5000	543	216	108
1000	5x3x200	6250	679	270	135

Kuva 2 Liitettävyyss laskettuna minimoioikosulkuvirroilla

Suurin sallittu tuotantoteho pienjänniteliittymille on 300 kVA. Tätä suuremmat voimalat / sähkövarastot liitetään keski- tai suurjänniteverkkoon

8.3 Tuotantolaitteiston erottaminen ja sähkötyöturvallisuus verkossa

Sähköturvallisuusstandardien mukaan tuotantolaitteisto tulee olla erotettavissa verkosta ja erotuslaitteessa tulee olla näkyvä ilmaväli tai luotettava mekaaninen asennonosoitus ja erottimen käyttömekanismin tulee olla lukittavissa (SFS 6002). Lisäksi jakeluverkon haltijalla täytyy olla joko rajoittamaton pääsy erotuslaitteelle tai kaukokytkentämahdollisuus (SFS 6000). Jos liittymällä on useita tuotantolaitteistoja, ne tulee voida erottaa yhdellä erotuskytkimellä.

Tuotantolaitteiden mahdollinen takasyöttö jakeluverkkoon edellyttää luotettavaa erotusta, jotta sähkötyöt voidaan suorittaa turvallisesti ilman jännitevaaraa.

8.4 Liitântäsuojaus ja keskitetty liitântäsuojaus

Kun tuotantolaitos toimii rinnakkain jakeluverkon kanssa, liittäjän on huolehdittava, että tuotanto irtoaa verkosta oikein kaikissa häiriötilanteissa ja että suojaus täyttää Fingridin järjestelmätekniset vaatimukset (VJV) sekä SFS-EN 50549-2 -standardin vaatimukset. Tuotantolaitos on varustettava tarkoituksenmukaisilla suojauslaitteilla, jotka suojaavat laitteistoa verkon häiriötilanteissa, estävät huonolaatuisen sähkön syöttämisen verkkoon ja ehkäisevät haittoja muiden käyttäjien laitteille sekä turvallisuusriskejä.

Jokaisella sähköntuotantolaitteistolla tulee olla automaattinen liitântäsuojaus, joka erottaa tuotantolaitteiston jakeluverkosta, jos jakeluverkko on jännitteetön tai jännite ja/tai taajuus ovat verkossa sallitun rajan ulkopuolella.

Alle 50 kW kokoisten pienten tuotantolaitteistojen osalta liitântäsuojaus mittauksineen voidaan integroida itse yksittäisiin tuotantolaitteisiin, esimerkiksi inverttereihin. Tuotantoteholtaan 50–1000 kW tuotantolaitteistoille tulee olla erillinen keskitetty suojauslaitteisto.

Käytännössä tulee siis olla erillinen keskitetty suojalaite, joka ohjaa kytkinlaitetta. Erillisen suojalaitteen mittauksen tulisi sijaita liittymispisteen läheisyydessä, mutta ohjattava kytkinlaite tai -laitteet voidaan tarvittaessa sijoittaa syvemmälle verkkoon, jotta mm. kuormien erottamiselta välttäisiin.

8.5 Tuotantokohteiden merkitseminen

Tuotantokohteet tulee merkitä asianmukaisesti kiinteistöllä. Vähintään asiakkaan omaan sähkökeskukseen tulee asianmukaisesti merkitä, että siihen on liitetty tuotantoa.

Varoituskyltin teksti voi olla esimerkiksi: "Sähköntuotantolaitos, Varo takajännitettä".

8.6 Etäohjaus ja tiedonsiirto

Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tarvittavat kaukokäytön ohjaukset ja tilatiedot verkkoonsa liittyvien voimalaitosten hallitsemiseen ja valvontaan. Liittyjä vastaa näiden ohjausten ja tilatietojen tarvitseman tiedonvaihdon toteutuksesta voimalaitoksen ja liittymispisteen verkonhaltijan järjestelmien välillä.

Alle 1 MW

Voimalaitos tulee varustaa logiikkaliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotanto voidaan lopettaa viiden sekunnin kuluessa käskyn saapumisesta syöttöporttiin. Alle 1MW laitteistolta ei vaadita reaaliaikaista mittausta.

1–10 MW

Liittymispisteen verkonhaltijan ohjauskyvyn osalta vähimmäisvaatimuksena on varustaa voimalaitos väyläliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotannolle voidaan antaa ohjearvo pätötehon alentamiseksi ohjearvon mukaan.

Liittymispisteen verkonhaltija päättää väyläliitännän käyttöönotosta ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

Yli 10 MW Fingridin sähköinen ohjausyhteys

8.7 Pientuotannon ja sähkövarastojen kytkentälupa

Saat luvan kytkeä laitteiston sähköverkkoon vasta kun:

- sähköalan ammattilainen on asentanut ja tarkastanut laitteiston
- tiedot on toimitettu (verkkolomake)

- myyntisopimus on tehty
- verkkoyhtiö on antanut luvan

9. Joustava sähköliittymä

Joustava liittymä on sähkön verkkoliittymä, jonka liittymistehoa voidaan käyttää verkon kapasiteetin rajoissa joustavasti, jotta liittyminen voidaan toteuttaa nopeammin ja tehokkaammin erityisesti alueilla, joissa kapasiteetti on niukkaa, ilman että verkon toimitusvarmuus vaarantuu.

- Kiinteä osuus: Asiakas voi käyttää tätä tehon määrää koko ajan, riippumatta muista liittymistä tai verkon kuormituksesta.
 - kiinteän osan ennalta määritte raja-arvo (kapasiteetinjakoperiaatteen raja-arvot)
 - Jäljelle jäänyt kapasiteetti jaettuna tasapuolisesti liittyjien kesken
- Joustava osuus: Tehoa voidaan käyttää vain verkoston kapasiteettirajoitusten sallimissa rajoissa.

Mikäli verkon kapasiteetti on rajoittunut, joustavan osuuden käyttö voi rajoittua, mutta kiinteä osuus pysyy aina käytettävissä.

10. Joustavien liittymien tehonohjausjärjestelmät

Joustavassa liittymässä verkonhaltija voi ohjata liittyjän tehoa päivittyvillä ohjaussignaaleilla. Liittyjällä tulee olla luotettava tehonohjausjärjestelmä, joka valvoo liittymän tehoa, vastaanottaa ohjaussignaalit ja rajoittaa tehon automaattisesti sallittuun arvoon ilman manuaalista ohjausta kaikissa käyttötilanteissa.

Liittyjän on reagoitava ohjaukseen nopeasti ja tehorajan noudattamista seurataan. Jos tehoraja ylittyy, liittyjälle ilmoitetaan asiasta ja tilanne tulee korjata viipymättä. Toistuvat ylitykset voivat johtaa joustavan kapasiteetin käytön rajoittamiseen.

Liittyjä vastaa järjestelmän toteutuksesta, viestiyhteyksistä, toiminnasta ja ylläpidosta, kun taas verkkoyhtiö määrittää sallitut tehotasot, toimittaa ohjaussignaalit ja vastaa omista järjestelmäkustannuksistaan. Lähtökohtaisesti

verkonhaltija pyrkii ilmoittamaan suunnitelluista joustorajoituksista 24 tuntia etukäteen.

Ennen käyttöönottoa liittyjän tulee osoittaa testauksella, että järjestelmä täyttää vaatimukset. Järjestelmän on toimittava luotettavasti myös viestintähäiriöissä. Mikäli toiminta ei ole varmaa esimerkiksi vikaantumisen vuoksi, verkkoyhtiö voi keskeyttää joustavan kapasiteetin käytön, kunnes järjestelmä on korjattu.

11. Reservimarkkinoilla toimiminen

Jotta kohde voidaan hyväksyä reservimarkkinoille, tulee seuraavat asiat järjestelmätekniisten vaatimusten osalta (KJV2018) saattaa kuntoon:

- KJV2018-dokumentissa on tarkasti määriteltä vaatimukset kysyntäjoustopalveluja tarjoaville kulutusyksiköille. Kaikkien kysyntäjoustopalveluja tarjoavien kulutusyksiköiden tulee täyttää lukujen 9.2 ja 9.4 vaatimukset.
- Verkkoyhtiö avaa hankkeen projektille Oma Fingrid -liittynät ja verkkomuutokset hanke.

Tämän lisäksi liitettävälle kohteelle avataan erillinen Oma Fingrid -reservihanke, jolla on omat vaatimuksensa.

12. Loistehon kompensointi

Hinnastossa osa loistehoa on ilmaista. Ylimenevältä osalta peritään hinnaston mukainen tehomaksu. Loistehomaksu peritään verkosta otetusta ja verkkoon annetusta loistehosta.

Loistehon kompensoinnille, mittareille, virtamuuntajille ja ohjausyksikölle suositellaan pääkeskuksella tilavarausta päävarokkeiden nimellisvirran ollessa yli 63 A. Kompensointi suositellaan asennettavaksi käyttöpaikkakohtaisesti mittauksen jälkeen.

Tuotantolaitteiston ja sähkövarastojen on täytettävä VJV- ja SJV-vaatimukset jännitteen ja loistehon säädön sekä loistehokapasiteetin osalta. Säädot määritellään tapauskohtaisesti ja niiden on oltava päivitettävissä käytön aikana.

13. Sähkön kytkentä liittymään edellyttää:

- voimassa olevaa liittymissopimusta,
- voimassa olevia sähkönmyynti- ja siirtosopimuksia,
- sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ja urakoitsijan vakuutusta laitteistosta (yleistietolomake).