

Energiaverkot/Tuukka Heikkilä

 Päivitetty 7.6.2019  
 Alkuperäinen 12/2011

## TEKNINEN LIITE 1 OHJEESEEN SÄHKÖNTUOTANTOLAITOKSEN LIITTÄMINEN JAKELUVERKKOON - NIMELLISTEHOLTAAN ENINTÄÄN 100 KVA LAITOKSEN LIITTÄMINEN

Tähän liitteeseen on kerätty teknistä tietoa nimellisteholtaan **enintään 100 kVA** suuruisen tuotantolaitoksen liittämistä jakeluverkkoon. Tämän liitteen on tarkoitus yhdessä ohjeen "Sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon" kanssa tarjota kootusti tietoa pienten sähköntuotantolaitosten verkkoonliittämisestä ja helpottaa laitosten verkkoonliittämisprosessia.

Tässä liitteessä esitetään tarvittavat vaatimukset vaihtosuuntaajalla (invertteri) liitetyille tuotantolaitoksille, kuten aurinkosähkölaitoksille. Muiden tuotantolaitosten, kuten tahtikoneiden tapauksessa verkonhaltijakohtaiset lisävaatimukset ovat mahdollisia ja tapauskohtaisempi käsittely voi olla tarpeen, erityisesti jos laitoksen nimellisteho on suuri.

MUUTOSTAULUKKO	
Muutospäivämäärä	Kuvaus
12/2011	Alkuperäinen
28.2.2013	Lukua 3 on täydennetty Energiateollisuus ry:n sähköverkon asiakkuustoimikunnan 4.2.2013 tekemän linjauksen mukaisesti. Energiateollisuus ry suosittelee, että luvussa 3 esitetyt suojausasettelut täyttävien laitosten lisäksi jakeluverkkoon hyväksytään myös teknisiltä ominaisuuksiltaan Saksan mikrotuotantonormin VDE-AR-N-4105 täyttävät laitteet.
10.6.2014	Lukuun 5 on lisätty viittaukset standardikohtiin.
27.4.2016	Liitteen soveltamisala on laajennettu 50 kVA:sta 100 kVA:iin. Luvussa 3 on huomioitu standardin EN 50438 päivittyminen vuonna 2015. Lukuun 2 on päivitetty viittaukset sopimusehtoihin. Lukuun 6 on lisätty maininta ET:n yleistietolomakkeesta. Liitteen alkuun on lisätty huomautus liitteen soveltamisesta ensisijaisesti vaihtosuuntaajalla verkkoonliitettyihin tuotantolaitoksiin.
7.6.2019	Liitettä päivitetty sisältämään Fingridin voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset VJV 2018 -dokumentin sisältö sekä sen myötä päivittyneet pientuotantolaitteistojen standardit VDE-AR-N 4105 2018:11 sekä SFS-EN 50549-1, jotka korvaavat vanhat standardit VDE-AR-N 4105 2011:8 ja SFS-EN 50438. Lisäksi on päivitetty viittaukset päivittyneisiin sähköverkon sopimusehtoihin LE2019 ja VPE2019.

### 1. Yleistä sähköntuotantolaitoksen toiminnasta sähköjakeluverkossa

Liitettäessä tuotantolaitosta yleiseen sähköverkkoon ja käytettäessä sitä rinnan yleisen sähköverkon kanssa, on ensisijaisen tärkeää varmistua siitä, että tuotantolaitos on turvallinen eikä aiheuta häiriöitä verkkoon ja esimerkiksi riko muiden sähkökäyttäjien sähkölaitteita. Näistä syistä tuotantolaitoksia koskevat tietyt tekniset vaatimukset.

Tuotantolaitos ei saa kytkeytyä yleiseen sähköverkkoon, ellei sähköverkon jännite ja taajuus ole sovittujen asettelurajojen sisäpuolella. Tuotantolaitos ei saa jäädä

Energiaverkot/Tuukka Heikkilä

Päivitetty 7.6.2019  
Alkuperäinen 12/2011

syöttämään sähköverkkoa, kun verkkoa ei syötetä muualta. Kun verkkojännite palautuu, laitos voi kytkeytyä verkkoon automaattisesti, tai se voidaan kytkeä käsin takaisin verkkoon, mikäli verkonhaltijan kanssa näin on sovittu.

Mikäli verkon kanssa rinnankäyvää tuotantolaitosta halutaan käyttää myös varavoimana sähkökatkoissa, tulee järjestelmään asentaa kaksoiskytkentämahdollisuus, jossa toisella kytkennällä tuotantolaitos toimii verkon kanssa rinnan ja toisella kytkennällä täysin verkosta erotetussa saarekkeessa. Tämä vaatii erillisen kytkimen ja lisälaitteiston. Kun sähköverkko on jännitteetön, saarekekäytössä oleva laitos ei saa olla yhteydessä sähköverkkoon. Tämä on ehdottoman välttämätöntä verkon viankorjaus- ja asennustöiden turvallisuuden takia.

Mikään sähköä tuottava laitteisto ei saa aiheuttaa häiriöitä verkkoon eikä muihin sähköasennuksiin. Mikäli tuotantolaitoksessa ilmenee vika, sähköntuottajan vastuulla on kytkeä se irti verkosta mahdollisimman nopeasti vian havaittuaan. Mikäli verkkoon liitetty tuotantolaitos aiheuttaa häiriöitä muualle sähköverkkoon, tulee verkonhaltija puuttumaan tilanteeseen ja ääritapauksessa poistattaa laitteen verkosta.

Sähköntuotantolaitoksen haltija on vastuussa laitteistonsa tuottaman sähkön aiheuttamista vahingoista muille sähkönkäyttäjille ja verkonhaltijalle, mikäli laitteiston tuottama sähkö ei ole standardien ja muiden vaatimusten mukaista.

## 2. Laitteistojen luokittelu

Monet tuotantolaitoksen ominaisuudet vaikuttavat sen toimintaan sähköverkossa. Tuotantolaitoksen nimellisteho on yksi merkittävä asia, mutta myös muut ominaisuudet ovat verkon käytön kannalta olennaisia. Esimerkiksi laitoksen käynnistysvirta voi laityypistä riippuen vaihdella nimellisvirtaa vastaavasta käynnistysvirrasta aina nimellisvirtaa 8 kertaa suurempaan käynnistysvirtaan. Näillä asioilla on merkitystä erityisesti tuotantolaitoksen liittämiskohdan valinnassa.

Tuotantolaitoksen käyttötapa vaikuttaa sähköntuottajan ja verkonhaltijan välisiin sopimuksiin sekä laitoksilta vaadittaviin toiminta- ja suojausominaisuuksiin. Alla esitetyssä taulukossa on havainnollistettu erilaisessa käytössä olevien laitosten luokittelua ja niihin kohdistuvia vaatimuksia. Taulukon sarakkeista näkee mitä ominaisuuksia erilaisilta laitoksilta vaaditaan. Rinnan käynnin esto tarkoittaa, että laitos on mekaanisesti erotettu käymästä rinnan jakeluverkon kanssa. Tahdistus tarkoittaa, että laitos kykenee tahdistumaan samaan tahtiin jakeluverkon kanssa ja pysymään siinä. Yhteensopivuus kuvaa laitoksen ja jakeluverkon sähköistä yhteensopivuutta. Saarekekäytön estolla tarkoitetaan suojausta, joka estää tuotantolaitosta syöttämästä sähköä jännitteettömään verkkoon. Sopimusehdoilla tarkoitetaan laitoksen haltijan ja verkonhaltijan välisiä sopimuksia. Lyhenteet viittaavat laitoksen liittämiseen ja käyttöön sovellettaviin Energiateollisuus ry:n suosittelemiin sopimusehtoihin Verkkopalveluehdot (VPE2019) ja Liittymisehdot (LE2019).

Energiaverkot/Tuukka Heikkilä

 Päivitetty 7.6.2019  
 Alkuperäinen 12/2011

**Taulukko 1.** Tuotantolaitosten luokittelu laitosten käyttötavan ja -tarkoituksen mukaan.

	Luokka	Rinnan- käynnin esto	Tahdistus	Yhteen- sopivuus	Saareke- käytön esto	Sopimus- ehdot
Rinnankäyttö estetty mekaanisesti	1	X				LE2019 ja VPE2019
Sähkön siirto jakeluverkkoon estetty	2		X			LE2019 ja VPE2019
Tuotetulle sähkölle ei ole ostajaa	3		X	X	X	LE2019 ja VPE2019
Tuottaja myy sähköä sähkömarkkina- osapuolelle	4		X	X	X	LE2019 ja VPE2019

### 3. Voimalaitoksen suojausasettelu

Tuotantolaitokset tulee varustaa soveltuvilla suojauslaitteilla. Suojauksen on tarkoitus varmistaa, ettei tuotantolaitos rikoontu sähköverkon mahdollisissa häiriötilanteissa. Lisäksi suojaus varmistaa sen, ettei tuotantolaitos syötä verkkoon huonolaatuista sähköä, joka voi rikkoa muiden verkonkäyttäjien laitteita ja pahimmillaan aiheuttaa vakavia turvallisuusriskejä ihmisille ja omaisuudelle.

Enintään 100 kVA:n suuruiset tuotantolaitokset on varustettava suojalaitteilla, jotka kytkevät tuotantolaitoksen tai tuotantolaitoksen syöttämän saarekkeen irti yleisestä verkosta, jos verkkosyöttö katkeaa tai jännite tai taajuus laitteiston liitântäkohdassa poikkeaa sähköverkon normaaleista ilmoitetuista arvoista. Suojauksen asetteluarvot on esitetty taulukossa 2, joissa  $U_n$  tarkoittaa jakeluverkon normaalia nimellisjännitettä.

**Taulukko 2.** Tuotantolaitteiston suojauslaitteiden asetteluarvot

Parametri	Toiminta- aika	Asetteluarvo
Ylijännite	0,2 s	$U_n + 10 \%$
Alijännite	0,2 s	$U_n - 15 \%$
Ylitaajuus	0,2 s	51,5 Hz
Alitaajuus	0,2 s	47,5 Hz

**Huom!** Erillistä saarekekäytön estoa ei lähtökohtaisesti vaadita, vaan se toteutetaan oletusarvoisesti jännitteen ja taajuuden mittaukseen perustuvalla suojauksella. Verkonhaltijalla on kuitenkin mahdollisuus vaatia muun tyyppistä saarekekäytön estosuojausta, mikäli se nähdään tarpeelliseksi.

Laitteiston on kyettävä pysymään verkossa vähintään 30 minuuttia taajuusalueilla 47,5-49,0 Hz ja 51,0-51,5 Hz. Laitteiston tulee (mahdollisesta saarekekäytönestosuojauksesta

Energiaverkot/Tuukka Heikkilä

Päivitetty 7.6.2019  
Alkuperäinen 12/2011

huolimatta) kyetä jatkamaan toimintaansa normaalisti taajuuden suurimman muutosnopeuden ollessa alle 2 Hz/s.

Taajuuden muutosnopeuden mittausta ei saa reagoida järjestelmässä tapahtuvien häiriöiden aiheuttamiin äkillisiin muutoksiin jännitteen käyrämuodossa. Taajuuden muutosnopeuden tunnistavaa suojalaitetta saa käyttää voimalaitoksen suojauksessa vain silloin, kun voimalaitoksen mitoitusteho on alle 50 kW. Suojalaite saa irrottaa voimalaitoksen verkosta, mikäli suojausrajan ylittävää taajuuden muutosnopeutta on mitattu vähintään 500 millisekunnin ajan.

Suomessa käytettävät suojausasetukset löytyvät standardista SFS-EN 50549-1 (oletusasetukset). Lisäksi Saksan mikrotuotantonormin VDE-AR-N-4105 **2018-11** mukaiset laitteet soveltuvat jakeluverkkoon Suomessa. Lisäksi Fingridin voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset (VJV 2018) -dokumentti asettaa joitakin vaatimuksia, jotka löytyvät kyseisen dokumentin kappaleesta 10.2.

Alla on listattu olennaisimmat VJV 2018:n mukaiset lisävaatimukset, jotka koskettavat tyyppin A voimalaitoksia (tuotantoteho 0,8 kW – 1 MW).

### **3.1 Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O)**

Voimalaitoksen tulee kyetä pienentämään pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz, mikäli primäärienergian saatavuus ei aseta rajoitteita.

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo Suomessa on 4 %.

Säädön tulee aktivoitua mahdollisimman lyhyellä viiveellä, enintään kahden sekunnin kuluessa, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz.

Kun voimalaitos saavuttaa pienimmän mahdollisen säätötason, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla. Pienin säätötaso on minimiteho, mikäli primäärienergian saatavuus ei aseta rajoitteita.

Voimalaitoksen tulee toimia stabiilisti taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilassa ja tilan aktivoitua sen asetusarvo on ensisijainen mahdollisiin muihin pätötehon asetusarvoihin nähden.

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.

### **3.2 Pätötehotuotannon sallittu alentaminen**

Voimalaitos saa alentaa pätötehotuotantoaan lineaarisesti 10 % jokaista 1 Hz:n taajuusmuutosta kohden, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49 Hz. Pätötehon aleneman oletetaan tapahtuvan ympäristöolosuhteissa, joissa voimalaitos kykenee tuottamaan mitoitustehonsa.

### **3.3 Etäohjausvalmius**

Voimalaitos tulee varustaa logiikkaliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotanto voidaan lopettaa viiden sekunnin kuluessa käskyn saapumisesta syöttöporttiin.

### **3.4 Automaattinen kytketyminen**

Voimalaitos saa kytkeytyä automaattisesti sähköjärjestelmään, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- sähköjärjestelmän taajuus on 49,0–51,0 Hz

Energiaverkot/Tuukka Heikkilä

Päivitetty 7.6.2019  
Alkuperäinen 12/2011

- liittymispisteen jännite on normaalilla vaihteluvälillä
- voimalaitoksen pätötehon suurin sallittu muutosnopeus on korkeintaan 100 % mitoitustehosta minuutissa
- Liittymispisteen verkonhaltija sallii automaattisen jälleenkytkentäjärjestelmän asentamisen ja automaattisen kytkeytymisen 1–10 minuutin kuluttua häiriön jälkeen.

#### 4. Sähkön laatu

Sähköverkonhaltijan tehtävä on toimittaa laadukasta sähköä asiakkailleen. Tästä syystä sähkön laadun hallinta on erittäin keskeistä myös sähkön pientuotantoon liittyvissä kysymyksissä. Sähkön laatua tulee katsoa sekä liityntäpisteen sähkön laadun että voimalaitoksen laatuvaikutusten näkökulmasta.

Liittymään liitetty tuotantolaitos ei saa huonontaa sähkön laatua eikä merkittävästi vaikuttaa jännitteen laatuun liittämiskohdassa. Tuotantolaitosten tulee toteuttaa vähintään sitä koskeissa kansallisissa (SFS-) ja kansainvälisissä (IEC- ja CENELEC-) standardeissa asetetut sähkön laatua koskevat vaatimukset.

#### 5. Sähköturvallisuus

Yleisten sähköturvallisuusmääräysten mukaan tuotantolaitos on varustettava erotuslaitteella, jossa on asennonosoitus tai näkyvä avausväli ja johon verkonhaltijalla on esteetön pääsy. Kytkimessä on oltava myös lukitusmahdollisuus. Erotuslaite tarvitaan sähkötyöturvallisuuden varmistamiseksi. Koko tuotantolaitoskokonaisuus tulee olla irrotettavissa verkosta yhden erotuslaitteen kautta, eli esimerkiksi useamman invertterin kokonaisuudessa ei riitä, että jokaisella invertterillä on oma kytkimensä.

Lisätietoja löytyy esimerkiksi standardeista SFS 6000-5-55 (kohta 551.7.6), SFS-EN 61140 + A1 (kohta 8.3.1) sekä SFS 6002 (kohdat 6.2.1 ja 6.2.2).

#### 6. Laitoksesta verkonhaltijalle toimitettavat dokumentit

Ennen tuotantolaitoksen liittämistä verkkoon tulee verkonhaltijalle toimittaa keskeiset laitosta koskevat dokumentit ja tiedot. Verkonhaltija tarvitsee ainakin perustiedot laitteistosta (generaattorityyppi, nimellisteho, nimellisvirta) sekä tiedot liitälaitteena käytettävästä vaihtosuuntaajasta (suuntaajan tyyppitiedot ja asetteluarvot). Nämä tiedot kannattaa toimittaa verkonhaltijalle riittävän aikaisessa vaiheessa, mieluiten ennen tuotantolaitoksen hankkimista.

Toimitettavat tiedot:

- Laitoksen tyyppi, nimellisteho ja nimellisvirta sekä oikosulkuvirta
- Liitälaitteen (vaihtosuuntaajan) tyyppitiedot
- Suojauksen asetteluarvot ja toiminta-ajat
- Tiedot saarekekäytön estosuojauksen toteutuksesta (menetelmä ja toiminta-aika)

Tietojen toimittamiseen voidaan käyttää toimialan yhteistä pientuotannon yleistietolomaketta.