



VAA SAN SÄHKÖVERKKO
VASA ELNÄT

TO 050071

Vähintään 50 ja alle 1000 kVA
suuntaajakytketyn pientuotannon liittäminen

Vaasan Sähköverkko Oy

15.12.2022

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	NOUDATETTAVAT OHJEET JA STANDARDIT	4
	2.1 Standardit ja vaatimukset.....	4
3	LIITETTÄVYYDEN TARKASTAMINEN	5
	3.1 Liitettävyys	5
	3.2 Liityntäjännite	5
4	SUUNTAAJAKYTKETYN TUOTANNON LIITTÄMINEN	7
	4.1 Liittämisprosessi	7
	4.2 Tietojen toimitus	7
	4.3 Liitymissopimus.....	8
	4.3.1 Liittymismaksun määräytyminen	8
	4.3.2 Liitymissopimusta varten toimitettavat lisätiedot.....	8
5	TEKNISET VAATIMUKSET.....	9
	5.1 Sähkötyön aikaiset erotuskytkimet	9
	5.2 Etäohjausvalmiuden toteutustapa.....	9
	5.3 Keskitetty suojaus	11
	5.4 Suojasasettelut.....	12
	5.5 Loistehon- / jännitesäädön asettelut	12
6	TUOTANTOLAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO.....	13
	6.1 Jakeluverkkoon tehtävät muutokset	13
	6.2 Käyttöönottotilaus	13
	6.3 Käyttöönottolupa.....	13
	6.4 Sähkön tuotannon mittaaminen.....	13

1 JOHDANTO

Tässä toimintaohjeessa on määritelty ohjeistus vähintään 50 ja alle 1000 kVA suuntaajakytketyn tuotannon liittämiseksi Vaasan Sähköverkko Oy:n (VSV) jakeluverkkoon.

Mitoitusteholtaan vähintään 1000 kVA tuotantolaitteiston liittäminen toteutetaan Fingridin VJV 2018 protokollan ja tapauskohtaisen määrittelyn mukaisesti.

Ohjetta voidaan soveltaa kaikkiin vaihtosuuntaajan kautta verkkoon kytkettävään tuotantoon. Suoraan verkkoon kytketyt tahti- tai epätahtigeneraattorit tulee tarkastella kaikissa kokoluokissa tapauskohtaisesti.

2 NOUDATETTAVAT OHJEET JA STANDARDIT

2.1 Standardit ja vaatimukset

VSV:n jakeluverkkoon saa liittää vain seuraavien vaatimuksien ja standardien mukaisia laitteita:

Noudatettavat standardit

- SFS 6000, Pienjännitesähköasennukset
- SFS 6001, Suurjännitesähköasennukset
- SFS-EN 50549-1:2019, Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks
- SFS-EN 50160, Yleisestä jakeluverkosta syötetyn sähkön jänniteominaisuudet

Fingrid Oyj:n järjestelmätekniset vaatimukset

- VJV2018 (A-luokka)

Energiateollisuus ry:n ohjeistukset 50–1000 kVA tuotantolaitteistoille

- Sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon 14.6.2021
- Sähkön pientuotannon tekniset vaatimukset 3.6.2021

Verkkopalveluehdot VPE 2019

Liittymisehdot LE 2019

3 LIITETTÄVYYDEN TARKASTAMINEN

3.1 Liitettävyys

Ensimmäinen lähtökohta liitettävyydelle on se, että laitteisto täyttää edellä mainittujen standardien ja ohjeistojen vaatimukset.

Verkkoyhtiö tarkistaa liittymispisteen oikosulkutehon ja varmistaa laskennalla sen, ettei laitteisto aiheuta yli 5 % nopeita jännitemuutoksia liittymispisteessä.

Ilmiön arvioimiseksi tarvitaan seuraavat tiedot:

- Voimalan käynnistysvirtakerroin
- Nimellisteho
- Liittymispisteen oikosulkuteho (verkkoyhtiöltä)

$$\Delta U_{fast} = k_{i_{max}} \cdot \frac{S_N}{S_k},$$

jossa $k_{i_{max}}$ on käynnistysvirtakerroin, S_N on voimalan nimellisteho ja S_k on liittymispisteen oikosulkuteho ($S_k = 3 \times I_k \times U_v$, jossa I_k on oikosulkuvirta ja U_v vaihejännite).

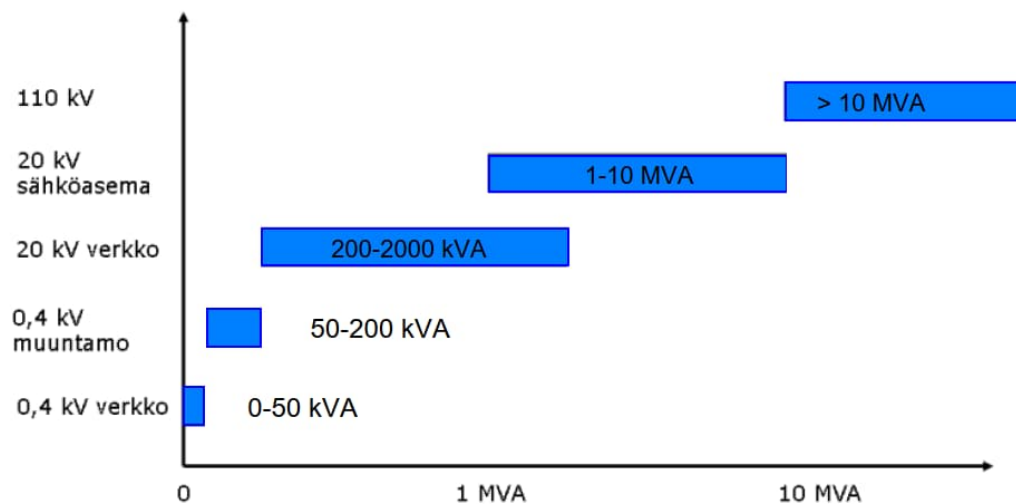
Lisäksi tarkistetaan seuraavia asioita:

- Verkon termisen kapasiteetin riittävyys
- Kyseisen tuotantolaitteen ja muiden lähdöllä olevien tuotantolaitteiden oikosulkukyvykyys (I ja t) → suojausalueen suojauksen hidastuminen, tarpeettomat laukaisut
- Verkon kaksoismaasulkukestoisuus

3.2 Liityntäjännite

Tuotantolaitteiston liittämiskohta tulee valita siten, että tuotantolaitteisto ei aiheuta häiriötä muille sähkön käyttäjille, sähköntuottajille tai verkon yleiselle toiminnalle.

Tuotantolaitoksen kokoluokan ja verkon eri pisteiden tapauskohtaisten ominaisuuksien perusteella voidaan arvioida, mihin jännitetasoon kyseinen yksikkö voidaan liittää. Yleisesti ottaen pienjännitteellä voidaan suurimmillaan liittää kokoluokaltaan muutamien satojen kilowattien yksiköitä ja keskijännitteellä kokoluokaltaan useampien megawattien kokonaisuuksia. Suuret voimalat, tyypillisesti rannikon suuret tuulipuistot, vaativat usein liittymän alue- tai siirtoverkkoon ja oman sähköaseman rakentamisen. Asennettavissa olevat tehot riippuvat kuitenkin paljon verkon ominaisuuksista eikä yksiselitteisiä tehorojoja pelkän jännitetason perusteella voida antaa. Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu liittämiskohdan valintaa erikokoisilla tuotantolaitoksilla.



Kuva 1. Ohjeelliset liityntäjännitteet tuotantotehon mukaan.

Kokorajaukset ovat ohjeellisia ja jokainen liityntä tarkastellaan tapauskohtaisesti.

4 SUUNTAAJAKYTKETYN TUOTANNON LIITTÄMINEN

Vähintään 50 kVA:n tuotantolaitteiston liittäminen vaatii pienempää laitteistoa tarkempaa suunnittelua ja enemmän tapauskohtaista tarkastelua. Siksi niiden osalta on tarpeen olla yhteydessä verkkoyhtiöön aina siinä vaiheessa, kun suunnittelua aloitetaan.

4.1 Liittämisprosessi

1. Pientuotantolaitteen suunnittelu (urakoitsija & asiakas)
2. Tietojen toimitus verkkoyhtiölle kohdan 4.2 mukaisesti (urakoitsija & asiakas)
3. Liitettävyyden ja suunnitelmien tarkastus (verkkoyhtiö)
4. Liittymissopimus kohdan 4.3 mukaisesti (verkkoyhtiö & asiakas)
5. Mahdolliset muutokset verkkoon (verkkoyhtiö) ja pientuotantolaitteen asentaminen (urakoitsija)
6. Käyttöönottilaus ja tietojen toimitus kohdan 7.2 mukaisesti (urakoitsija)
7. Tuotannon käyttöpaikkatunnus (GSRN) asiakkaalle (verkkoyhtiö)
8. Ylijäämäenergian ostosopimus (sähkön myyjä & asiakas)
9. Käyttöönottoedellytyksien tarkistus (verkkoyhtiö)
10. Energian mittaus kaksisuuntaiseksi (verkkoyhtiö)
11. Pientuotannon kytkentälupa (verkkoyhtiö)
12. Pientuotannon käynnistämien (urakoitsija & asiakas)

4.2 Tietojen toimitus

Tuotantolaitteesta tulee toimittaa suunnitteluvaiheessa seuraavat tiedot:

- Pientuotannon yleistietolomake täytettynä
- Järjestelmäkaavio ja keskitetyn suojauksen periaate
- Sähköpääkaavio, josta selviää järjestelmän liittyminen kiinteistön sähköjärjestelmään ja erotuskytkimet (jos tulee kulutuskiinteistöön)

Järjestelmäkaaviosta tulee selvittää inverttereiden määrä ja masterina toimiva invertteri. Suunnittelun aikana pitää myös selvittää millä tavoin Fingridin VJV2018 vaatimuksen mukainen etäohjausvalmius on toteutettu.

4.3 Liittymissopimus

Vähintään 50 kVA:n pientuotantolaitteiston liittämisestä tehdään aina sopimus.

4.3.1 Liittymismaksun määräytyminen

Mikäli tuotantoliittymää varten joudutaan rakentamaan omaa verkkoa liityntää varten tai liityntä verkkoon joudutaan uusimaan, peritään asiakkaalta tämän tyyppiset välittömät liittämiskustannukset. Kustannukset lasketaan Energiaviraston kulloinkin voimassa olevien verkkokomponenttihintojen perusteella.

Kapasiteettivarausmaksua ja runkoverkon vahvistuskustannuksia ei peritä asiakkaalta, kun tuotantolaite on enintään 2 MVA.

Jos samassa liittymässä on sekä kulutusta että tuotantoa, on liittymismaksu aina vähintään sähkön kulutuksen liittymistehoa vastaavan liittymismaksun suuruinen.

Kulutusliittymässä suositellaan mitoittamaan tuotanto oman sähkönkäytön mukaan, joka on todennäköisimmin elinkaarikustannuksiltaan edullisin tapa. Tällöin ei myöskään liittymispisteeseen ja liittymisjohtoon yleensä kohdistu muutostarpeita ja liittämiskustannuksia ei tällöin synny.

4.3.2 Liittymissopimusta varten toimitettavat lisätiedot

- Liittyjän tiedot
 - Omistaja
 - Allekirjoittaja
 - Laskutus- ja yhteystiedot
- Henkilö tai Y-tunnus
- Liittymän osoite
- Liittymisjännite
- Liittymän koko

5 TEKNISET VAATIMUKSET

5.1 Sähkötyön aikaiset erotuskytkimet

Tuotantolaitteisto tulee olla erotettavissa kiinteistön sähköjärjestelmästä työskenteleyn ajaksi luotettavalla ja standardin määräämällä tavalla. Erotuskytkimessä tulee olla luotettava asennon osoitus ja se tulee olla lukittavissa. Verkkoyhtiöllä tulee olla esteetön ja turvallinen kulkureitti kytkimelle.

Luoksepäästävyys voidaan varmistaa seuraavilla tavoin:

- Liittymispisteessä on opastus erotuskytkimelle
- Erotuskytkin sijaitsee ulkotiloissa tai tilaan on järjestetty reittiävain tai pääsy on järjestetty esim. vartiointiliikkeen tms. avustuksella

5.2 Etäohjausvalmiuden toteutustapa

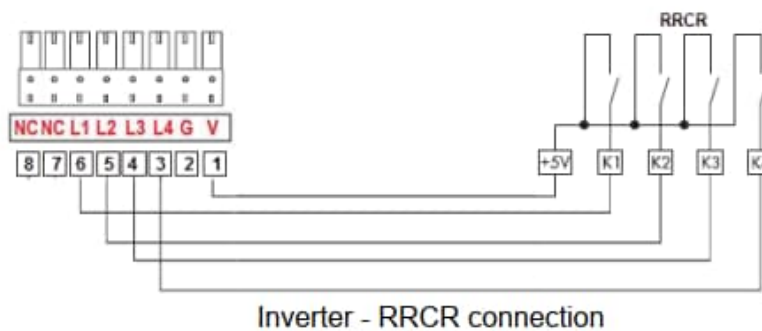
Vähintään 50 kVA laitteistoille tulee toteuttaa keskitetty etäohjausvalmius Fingridin VJV 2018 kohdan 10.2.6 vaatimusten mukaisesti ja piirin toiminta on testattava käyttöönoton yhteydessä. Etäohjaus toteutetaan tarvittaessa VSV:n kaukokäyttöjärjestelmän kautta.

Vaatimukset VSV:n kaukokäyttövalmiutta varten:

- Kaksi digi -inputtia järjestelmän alasajoa ja palautusta varten (toinen ajaa järjestelmän tehon nolleen ja toinen palauttaa)
- Toiminta reunaliipaisulla
- Laitteen tulee muistaa missä tilassa se on mahdollisen sähkökatkon jälkeen
- Tieto laitteiston tilasta tulee olla saatavilla VSV:n kaukokäyttöjärjestelmää varten
- VSV:n omistamalle ala-asemalle tilavaraus (600x600x300mm) ohjauspisteen läheisyyteen
- 230 VAC / 16 A syöttö varataan ala-aseman tilavarauksen kohdalle kytkettynä jakorasiaan (jakorasiaan merkintä VSV ala-asemavaraus)

Etäohjaus on suositeltavaa toteuttaa siten, että teho voidaan ajaa portaittain alas tai tarvittaessa suoraan 100 % \rightarrow 0 %. Kuvassa 2 on esitetty esimerkki etäohjauspiirin toteutuksesta.

PRI Connector Pin #	Pin Name	Description	Connected to (RRCR)
1	V	5VDC Voltage Supply	Relays common node
2	G	GND	Not connected
3	L4	Relay contact 4 input	K4 – Relay 4 output
4	L3	Relay contact 3 input	K3 – Relay 3 output
5	L2	Relay contact 2 input	K2 – Relay 2 output
6	L1	Relay contact 1 input	K1 – Relay 1 output
7	NC	Not connected	Not connected
8	NC	Not connected	Not connected



Using the Power Reduction Control

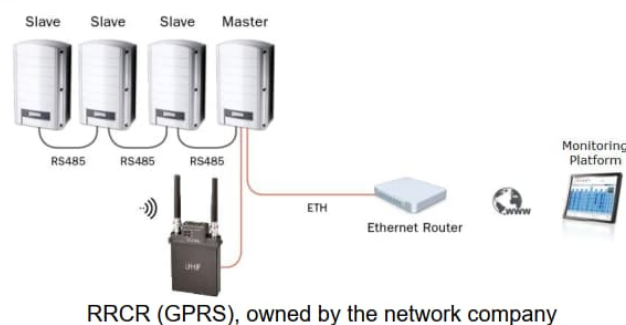
The inverter is preconfigured to the following RRCR power levels:

L1	L2	L3	L4	Active Power	Cos(φ)
1	0	0	0	0%	1
0	1	0	0	30%	1
0	0	1	0	60%	1
0	0	0	1	100%	1

Active power control and reactive power control are enabled separately.

NOTE:

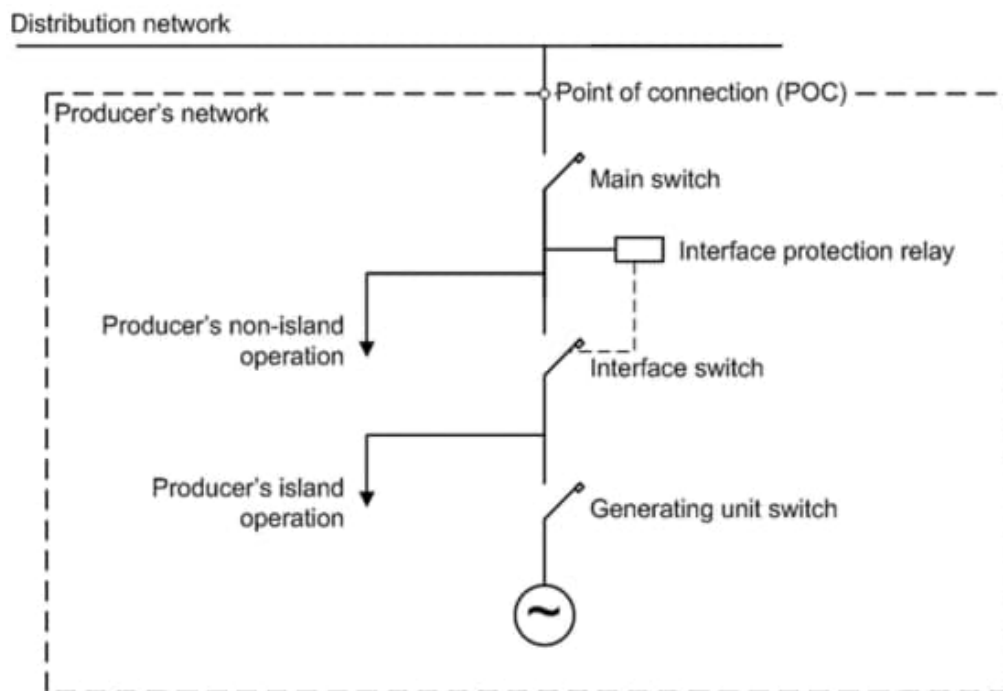
The inverter saves the last power reduction state in its memory. If the inverter is disconnected from the RRCR, then it retains its last power reduction state until the AC is powered off or until the next morning; whichever is sooner.



Kuva 2. Esimerkki etäohjauspiirin toimintaperiaatteesta.

5.3 Keskitetty suojaus

Vähintään 50 kVA tuotantolaitteistot tulee varustaa erillisellä keskitetyllä suojauskella, joka varmistaa tuotantolaitteen erottamisen, jos inverttereiden omat suojat eivät toimi. Tämä tarkoittaa erillistä mittausta, suojalettiä ja katkaisijaa (circuit breaker/switch/contactor), joka on koestettavissa. Mikäli asennus kiinteistöllä koostuu useamman järjestelmän kokonaisuudesta, tulee mittaus ja suojaletti olla keskitetysti yhdessä paikassa, joka ohjaa kaikki katkaisijat auki tarvittaessa (katkaisijoita voi olla useampia kuin yksi). Suojaletti tulee myös koestaa ja katkaisija huoltaa määrävällein valmistajan ohjeistuksen mukaisesti. Tuotantolaitteiston keskitetyn suojauksen ei kuitenkaan tarvitse kytkeä pois samassa liittymässä olevaa kulutusta.



Kuva 3. SFS-EN 50549-1:2019 mukainen esimerkki keskitetystä suojauksesta.

Generaattoriin ja niiden liitännäiskatkaisijoita voi olla useampi kuin yksi, mutta niitä tulee ohjata keskitetysti yhteen pisteeseen toteutetulla mittauksella ja suojaletillä.

5.4 Suojasasettelut

Toteutetaan SFS-EN 50549-1:2019 mukaisesti.

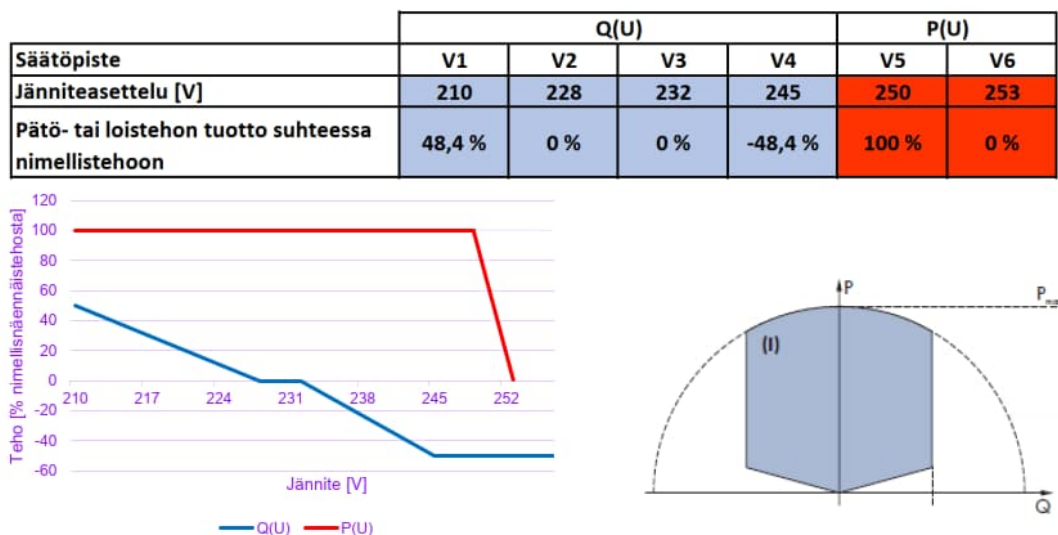
Taajuuden muutosnopeuteen perustuva ROCOF-suojan käyttö on kielletty. LoM-suojaus (Saarekekäytön esto, Loss of Mains) tulee toteuttaa 50 kVA ja sitä suuremmilla tuotantolaitteilla Vector Shift 10 degrees -periaatteella tai käyttämällä aktiivimetodeja.

Keskitetyn suojauksen suojareleen tulee avata tuotantolaitteen katkaisija seuraavissa tilanteissa.

- Saareketilanne
- Taajuus tai jännite raja-arvojen ulkopuolella

5.5 Loistehon- / jännitesäädön asettelut

Suuntaajakytketty tuotantolaitos asetetaan tukemaan liittymispisteen jännitettä säätämällä loistehoa jännitteen funktiona (Q(U) -säätö). Lisäksi asetetaan automaattinen pätötehon leikkaus poikkeustilanteita varten varmistamaan, ettei jännite nouse liittymispisteessä haitalliselle tasolle (P(U) -säätö). Nämä asettelut tehdään inverttereiden ominaisuuksia hyödyntäen. Mikäli järjestelmä koostuu useammasta invertteristä, tulee yksi laitteista toimia masterina, jota muut invertterit seuraavat. Asetteluarvot kuvassa 4.



Kuva 4. Jännitesäädön asettelut.

6 TUOTANTOLAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO

6.1 Jakeluverkkoon tehtävät muutokset

Verkkoon tehdään mahdolliset muutokset VSV:n sopimusurakoitsijoiden toimesta ennen käyttöönottoa.

6.2 Käyttöönottilaus

Laitteiston asentavan sähköurakoitsijan tulee tehdä käyttöönottilaus, kun laitteiston asennus on valmis ja käyttöönottotarkastus on suoritettu.

Asiakas toimittaa verkkoyhtiölle seuraavat dokumentit:

- pöytäkirja laitteiston suojaus- ja jännitesäädön asetteluista
- etäohjausvalmiuden ja suojausalueen koestuspöytäkirja
- käyttöönottotarkastuspöytäkirja

VSV:n sopimusurakoitsija tulee tarkistamaan järjestelmän erotuskytkimen sijainnin ja varoitusmerkinnät sekä tekee varoitusmerkinnät jakeluverkkoon. Energiämittaus vaihdetaan tai ohjelmoidaan kaksisuuntaiseksi.

6.3 Käyttöönottolupa

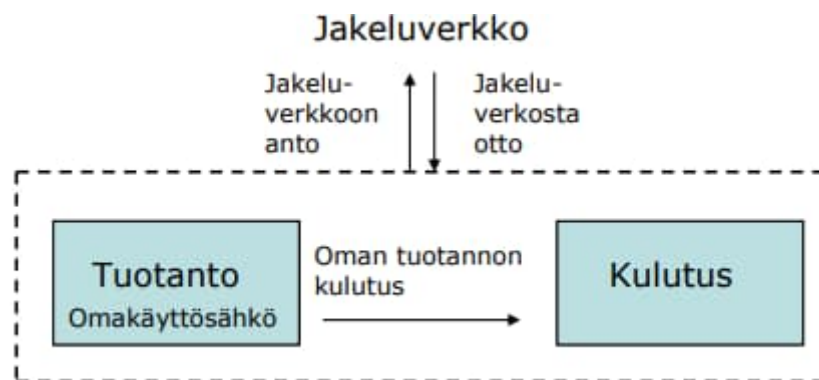
Käyttöönottolupa myönnetään, kun kohde on tarkastettu, mittaus muutettu kaksisuuntaiseksi ja suojausasettelut varmistettu.

6.4 Sähkön tuotannon mittaaminen

Jos tuotantolaitos on nimellisteholtaan yli 100 kVA, tulee tuotantolaitos varustaa erillisellä mittauksella, jonka avulla saadaan laskettua oman tuotannon kulutus. Oman tuotannon kulutuksella tarkoitetaan tuotantolaitoksen tuottamaa energiaa, joka käytetään suoraan kohteessa. Oman tuotannon kulutus saadaan vähentämällä tuotetusta sähköstä tuotantolaitoksen omakäyttösähkö ja verkkoon syötetty sähkö. Omakäyttösähkö on tuotantolaitosjärjestelmän itsensä kuluttama sähkö.

Yli 100 kVA tehoisilla tuotantolaitoksella tuotetusta tuotantokohteesta itse kulutetusta sähköstä on maksettava sähkövero, mikäli tuotantolaitoksen vuosituotanto on yli 800 000 kWh. Lisätietoa verotuksesta on saatavissa esimerkiksi Verohallinnon verkkosivuilta

Verkonhaltija on vastuussa verkosta oton ja verkkoon annon mittaamisesta. Mittari on verkonhaltijan omistuksessa ja verkonhaltija huolehtii sen luennasta. Oman tuotannon kulutuksen mittaamisvastuu on sähkön tuottajalla.



Kuva 5. Energian mittaaminen.

Kuvassa katkoviivalla rajattu alue kuvaa yhtä sähköliittymää, jossa on sekä sähkönkulutusta että sähköntuotantoa. Nuolet kuvaavat kulkevaa sähköenergiaa. Oman tuotannon kulutuksella tarkoitetaan tuotantokohteesta käytettyä itse tuotettua sähköä.