



## Johdanto

Sähkön pientuotannon liittämiseen osaksi valtakunnallista sähköverkkoa kohdistuu lukuisia teknisiä vaatimuksia, jotka löytyvät eri vaatimuskirjoista ja standardeista. Kyseiset vaatimukset on tehty sähköverkon turvallisen ja luotettavan toiminnan takaamiseksi.

Tämä suositus käsittelee sähkön jakeluverkon kanssa rinnankäyvään sähköntuotantolaitteistoon kohdistuvia vaatimuksia. Suositus korvaa aiemmin käytössä olleen Energiateollisuuden pientuotannon suosituksen tekniset liitteet 1 ja 2.

Suosituksen tarkoituksena on myös selventää erityisesti Fingridin VJV2018 -vaatimuskirjoituksen, SFS-EN 50549-1:2019 -standardin ja saksalaisen VDE-AR-N 4105 2018-11 -vaatimuskirjoituksen välistä suhdetta.

**Tämä suositus ei yksinään riitä vaatimusten perusteiden hahmottamiseen**, vaan vaatii rinnalleen vähintään SFS-EN 50549-1:2019 -standardin sekä Fingridin VJV2018 -vaatimuskirjoituksen.

Suosituksen liitteenä on taulukko tuotantolaitteistojen suositelluille oletusasetuksille. Näihin asetuksiin voidaan jatkossa viitata niin kutsutusti ”Suomen asetuksina”.

Samaa taulukkoa käytetään sekä alle 50 kW että myös 50 – 1000 kW tuotantolaitteistoille. Asettelut ovat muuten samat, mutta 50 – 1000 kW tuotantolaitteistoille lisävaatimuksena on erillinen keskitetty suojaus sekä kielto käyttää taajuuden muutosnopeuteen reagoivaa ROCOF-suojausta. Lisäksi 50 – 1000 kW tuotantolaitteistoille on määritelty erikseen kohdat (taulukon X-merkki), joiden suhteen jakeluverkonhaltijalla saattaa olla tapauskohtaisia vaatimuksia.

Energiateollisuus on laatinut suosituksen yhteistyössä jakeluverkonhaltijoiden ja kantaverkonhaltijan asiantuntijoista koostuneen työryhmän kanssa. Dokumentin liitteenä olevat suojausasettelut on käsitelty Energiateollisuuden sähköjakelutoimikunnan kokouksessa 17.2.2021 sekä hyväksytty verkkovaliokunnan kokouksessa 26.2.2021.

## Vaatimusten perusteet

Suosittelut pientuotantolaitteistojen suojausasetukset noudattavat kantaverkonhaltija Fingridin VJV2018 -vaatimuskirjoituksen mukaisia suojausasetuksia. On tärkeää huomata, että VJV2018 -dokumentin vaatimukset ovat sitovia, eikä niistä voida sopia toisin.

Suojausasetusten määrittelemiseksi on VJV2018:n lisäksi hyödynnetty parasta saatavilla olevaa tietoa, joihin kuuluvat standardin SFS-EN 50549-1:2019 ohella myös saksalainen vaatimuskirjoitus VDE-AR-N 4105 2018-11.

Suojausasetukset on laadittu SFS-EN 50549-1:2019 -standardin pohjalta ja noudattavat sen kappalejakoja. Standardia ei ole suomennettu, joten vaatimuksissa on väistämättä englantia ja suomea sekaisin. Yksiselitteiset kohdat vaatimuksista on kuitenkin suomennettu, kuten keskeiset suureet.

## Erillinen keskitetty suojaus

**Tuotantoteholtaan 50 – 1000 kW laitteistoille suositellaan erillistä keskitettyä suojauslaitetta** (circuit breaker/switch/contactor). Keskitetyn suojauksen tarkoitus on kytkeä koko tuotantolaitteisto irti verkosta tarvittaessa. Suojauksen tulee toimia jännitteen ja taajuuden osalta.

Suosittelun 50 kW tehoraja keskitetylle suojukselle on moniin muihin EU-maihin verrattuna korkeahko. Raja on korkeampi kuin esimerkiksi Italian 11 kW, tai Itävallan ja Saksan 30 kVA. Koska useissa EU-maissa on keskitettyä suojausta vaadittu jo pidempään, toteutuksille löytyy vakiintuneita ratkaisuja.

50 kW tehoraja on myös linjassa taajuuden muutosnopeuteen reagoivan releen (ROCOF) käyttökiellon kanssa, joka tulee suoraan Fingridin VJV2018 -vaatimusdokumentista (kappale 10.2.2).

Keskitetyn suojauksen toimintaperiaate kuvataan tarkemmin SFS-EN 50549-1:2019 -standardin kappaleessa 4.9.1. Standardissa kerrotaan myös tarkempia perusteluita keskitetylle suojukselle.

Jakeluverkon ja tuotantolaitteiston rajapiste on looginen paikka mittaukselle ja suojauslaitteelle. Suojaus on perusteltua olla lähellä jakeluverkon liitäntäpistettä, jotta vältetään vääriltä laukaisuilta muun muassa sisäverkon ylijännitetilanteissa. Selvyyden vuoksi, tuotantolaitteiston keskitetyn suojauksen ei ole tarpeen kytkeä pois mahdollista tuotantolaitteiston yhteydessä olevaa kulutusta.

Lisähyötynä keskitetylle suojukselle on määräaikaistestien hallinta, jotka on selkeämpi toteuttaa yhdellä laitteella yhdessä paikassa. Keskitetyllä suojuksella vältetään muun muassa jännite-erot liitäntäpisteeseen verrattuna, sekä varmistetaan suojauksen oikea toiminta hajautettuun suojukseen verrattuna.

## Tehokerroin

Tuotantolaitteistojen tehokerroimen säätö on kuvattu SFS-EN 50549:2019 -standardin kappaleessa 4.7.2.3.

Työryhmä on käsitellyt kommentteja, joiden mukaan pientuotantolaitteiston oletusarvoinen tehokerroin pitäisi olla muu kuin yksi. Kommentteissa ei kuitenkaan ole kerrottu, mikä tehokerroimen pitäisi Suomen jakeluverkoissa olla. Työryhmän tiedossa ei myöskään ole yksityiskohtaisia selvityksiä, joiden pohjalta tehokerroimen oletusasetus voitaisiin luotettavasti määrittää koko Suomen tasolle.

Väärän asettelun seurauksena tapahtuva ylimääräinen loistehon siirto voi aiheuttaa esimerkiksi jakelumuuntajien ylikuormittumista. Asiaa on käsitelty Savonia-ammattikorkeakoululle tehdyssä opinnäytetyössä<sup>1</sup>.

**Tässä suosituksessa tuotantolaitteiston oletusarvoinen tehokerroin on yksi.** Verkonhaltija voi kuitenkin tarvittaessa vaatia muunlaista asettelua tuotantolaitteistoille.

Työryhmän tietoon on tuotu ehdotus, jonka mukaan tuotantolaitteistojen tehokerroin pitäisi määritellä verkonhaltijakohtaisesti. Tämä ehdotus on todettu hankalaksi, sillä vakiintuneita käytäntöjä verkonhaltijakohtaiseen tehokerroimen määrittelyyn ei ole. Ehdotus aiheuttaisi väistämättä lisäkustannuksia, joita vastaan saatavista hyödyistä ei ole varmuutta. On tärkeää huomata, että mahdolliset tuotannon leikkaantumiset ovat ensi kädessä seurausta tuotantolaitteiston voimakkaasta ylimitoituksesta kulutukseen nähden.

---

<sup>1</sup> Heikkinen, 2018, Aurinkopaneelijärjestelmien vaikutus pienjänniteverkkoon.  
<https://www.theseus.fi/handle/10024/159787>

## Suhde VDE-vaatimusdokumenttiin ja siirtymäaika

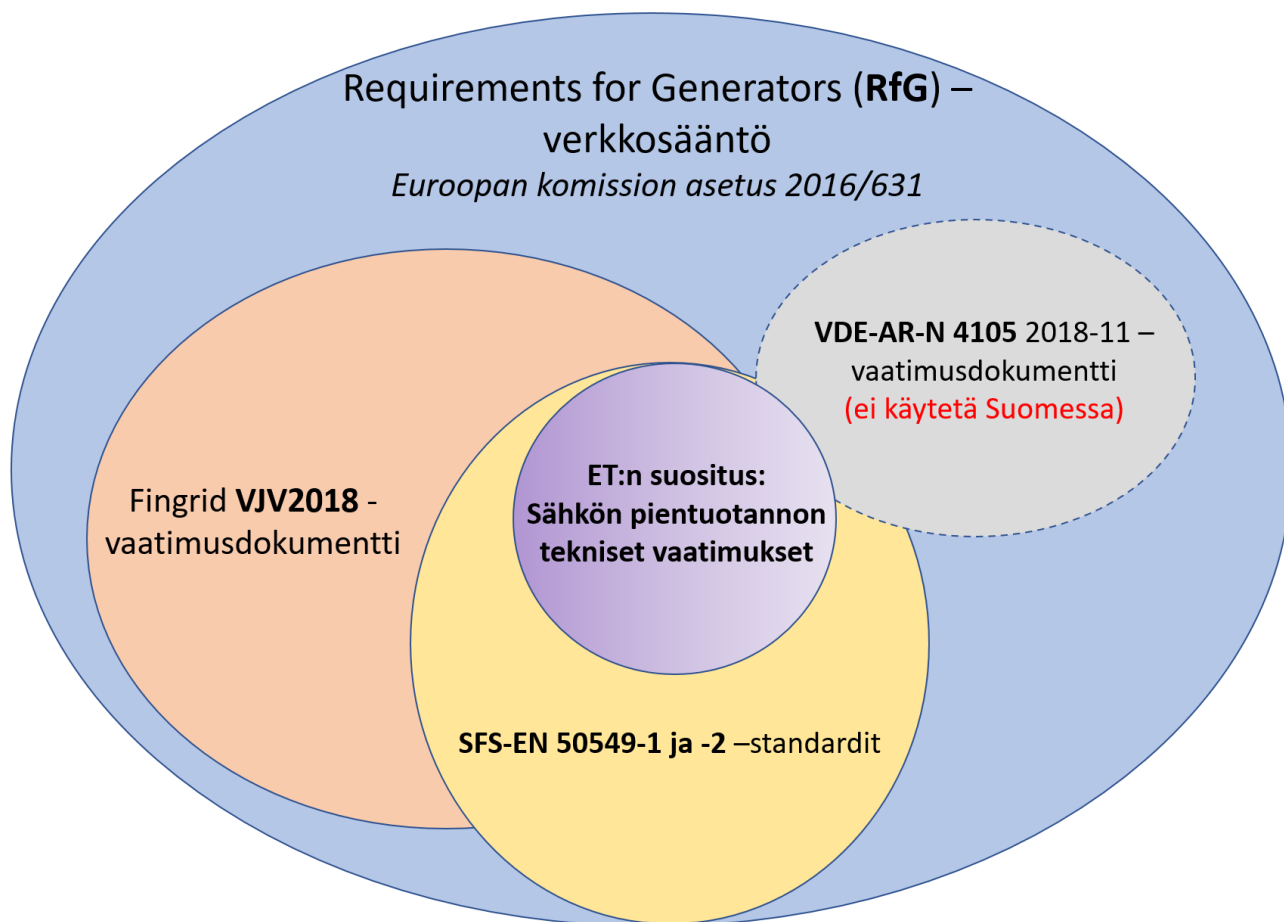
Aiemmin Suomen jakeluverkoissa on tavallisesti käytetty saksalaisen VDE-AR-N 4105 -vaatimusdokumentin mukaisia suojausasetteluita. Kyseinen dokumentti ei kuitenkaan ole standardi. Niin Suomessa kuin muissakin EU-maissa siirrytään käyttämään EN 50549 -standardisarjaa, jonka mukaan tässäkin suosituksessa toimitaan. Kyseinen standardi on jo hyväksytty ja voimassa.

Siirtymäajaksi suositellaan vuoden 2022 loppua, eli tämän suosituksen mukaisia suojausasetteluita käytettäisiin viimeistään 1.1.2023 alkaen asennettavissa laitteistoissa. Lähtökohtana tulee kuitenkin olla mahdollisimman nopea siirtymä eurooppalaisen EN 50549 -standardisarjan käyttöön.

Siirtymäajan päätyttyä ei verkkoon suositella liitettävän esimerkiksi VDE-AR-N 4105 -vaatimusdokumentin mukaisia tuotantolaitteistoja. Siirtymäaika koskee yksiselitteisesti tuotantolaitteiston asennusajankohtaa, eikä esimerkiksi hankinta-ajankohdalla ole merkitystä. Pitkällä siirtymäajalla varmistetaan, että siirtymä uusiin suojausasetteluihin tapahtuu sujuvasti.

## Vaatimusten keskinäinen suhde

Alla olevassa diagrammissa havainnollistetaan suojausvaatimusten keskinäistä suhdetta:



## LIITE 1: Suositeltavat tuotantolaitteistojen tekniset vaatimukset

Tekniset vaatimukset on listattu käyttäen SFS-EN 50549-1:2019 -standardin mukaista kappalenumerointia. Standardia ei ole suomennettu. Yksiselitteiset kohdat on kuitenkin käännetty suomeksi.

Taulukko C.1 — Parametritaulukko				X tarkoittaa, että jakeluverkonhaltija saattaa vaatia tästä taulukosta poikkeavia asetuksia 50 - 1000 kW tuotantolaitteistoille	O tarkoittaa, että asetusta ei vaadita, mutta sitä voi käyttää, jos asetusta ei haluta jättää tyhjäksi	
Standardin kappale	Parametri	Suositeltavat oletusasettelut, enintään 1000 kW tuotantolaitteistot		Verkonhaltijakohtainen asettelu mahdollinen 50 - 1000 kW tuotantolaitteistoille (X)	Ei vaadita (O) (VJV:n laiteluokka A:n mukaiset tuotantolaitteistot)	
4.3.2 Interface switch	Single fault tolerance for interface switch required	ei // no				
4.4.2 Operating frequency range	47,0 – 47,5 Hz Duration	0 s				
	47,5 – 48,5 Hz Duration	30 min				
	48,5 – 49,0 Hz Duration	30 min				
	49,0 – 51,0 Hz Duration	rajoittamaton // unlimited				
	51,0 – 51,5 Hz Duration	30 min				
	51, 5 – 52 Hz Duration	0 s				
4.4.3 Minimal requirement for active power delivery at underfrequency	Reduction threshold	49,0 Hz				
	Maximum reduction rate	10 % P <sub>M</sub> /Hz				
4.4.4 Continuous operating voltage range	Upper limit	110% U <sub>n</sub>				
	Lower limit	85% U <sub>n</sub>				
4.5.2 Rate of change of frequency (ROCOF) immunity	ROCOF withstand capability (defined with a sliding measurement window of 500 ms) non-synchronous generating technology: synchronous generating technology:	2 Hz/s (sekä tahti- että invertterikytketyille // same for non-synchronous and synchronous generating technology)				
4.5.3.2 Generating plant with non-synchronous generating technology	Maximum power resumption time	1 s			O	
	Voltage-Time-Diagram	Aika // Time [s]	U (jännite // voltage) [p.u.]			O
		0	0,05			O
		0,15	0,05			O
		1,5	0,85			O
4.5.3.3 Generating plant with synchronous generating technology	Maximum power resumption time	3 s			O	
	Voltage-Time-Diagram	Aika // Time [s]	U (jännite // voltage) [p.u. ]			O
		0	0,05			O
		0,15	0,05			O
		0,15	0,7			O
		0,7	0,7			O
1	0,85			O		

		Aika // Time [s]	U (jännite // voltage) [p.u. ]			
4.5.4 Over-voltage ride through (OVRT)	Voltage-Time-Diagram				0	
			0	1,25		0
			0,1	1,25		0
			0,1	1,2		0
			5	1,2		0
			5	1,15		0
			60	1,15		0
		60	1,1		0	
4.6.1 Power response to overfrequency	Threshold frequency $f_1$	50,5 Hz				
	Droop	4 %				
	Power reference	Pmax				
	Intentional delay	0-2 s				
	Deactivation threshold $f_{stop}$	ei käytössä // not used				
	Deactivation time $t_{stop}$	ei käytössä // not used				
	Acceptance of staged disconnection	ei sallita // not allowed				
4.6.2 Power response to underfrequency	Threshold frequency $f_1$	49,5 Hz			0	
	Droop	4 %			0	
	Power reference	Pmax			0	
	Intentional delay	0 s			0	
4.7.2.2 Capabilities	Active factor range overexcited	0,9				
	Active factor range underexcited	0,9				
4.7.2.3 Control modes	Enabled control mode	Q setpoint		X		
4.7.2.3.2 Setpoint control modes	Q setpoint and excitation	0		X		
	cos $\varphi$ setpoint and excitation	1		X		
4.7.2.3.3 Voltage related control modes	Characteristic curve	ei käytössä // not used		X		
	Time constant	10 s		X		
	Min cos $\varphi$	0,9		X		
	Lock in power	ei käytössä // not used		X		
	Lock out power	ei käytössä // not used		X		
4.7.2.3.4 Power related control mode	Characteristic curve	ei käytössä // not used		X		
4.7.4.2.2 Zero current mode for converter connected generating technology	Enabling	ei käytössä // not used				
	Static voltage range overvoltage	120 % $U_n$				
	Static voltage range undervoltage	50 % $U_n$				
4.9.3 Requirements on voltage and frequency protection	4.9.1 Threshold for protection as dedicated device [ in A or kW, kVA]	50 kW <b>Huom! Uusi vaatimus 50 - 1000 kW tuotantolaitteistoille! Täytyy löytyä rele+kytkinlaite! (circuit breaker/switch/contactor)</b>				
	Undervoltage threshold stage 1	0,8 $U_n$		X		
	Undervoltage operate time stage 1	1,5 s		X		
	Undervoltage threshold stage 2	0,2 $U_n$ (Oletuksena ON, verkonhaltijan määriteltävissä ON/OFF // Default ON, system operator may define ON/OFF)		X		
	Undervoltage operate time stage 2	0,25 s (Oletuksena ON, verkonhaltijan määriteltävissä ON/OFF // Default ON, system operator may define ON/OFF))		X		
	Overvoltage threshold stage 1	1,2 $U_n$		X		
	Overvoltage operate time stage 1	1 s		X		
	Overvoltage threshold stage 2	ei käytössä // not used		X		
	Overvoltage operate time stage 2	ei käytössä // not used		X		

4.9.3 Requirements on voltage and frequency protection	Overvoltage threshold 10 min mean protection	1,1 Un		
	Underfrequency threshold stage 1	47,5 Hz		
	Underfrequency operate time stage 1	0,2 s		
	Underfrequency threshold stage 2	ei käytössä // not used		
	Underfrequency operate time stage 2	ei käytössä // not used		
	Overfrequency threshold stage 1	51,5 Hz		
	Overfrequency operate time stage 1	0,2 s		
	Overfrequency threshold stage 2	ei käytössä // not used		
	Overfrequency operate time stage 2	ei käytössä // not used		
4.10.2 Automatic reconnection after tripping	Lower frequency	49,0 Hz		
	Upper frequency	51,0 Hz		
	Lower voltage	0,85 Un		
	Upper voltage	1,10 Un		
	Observation time	60 s		
	Active power increase gradient	Enintään // Maximum: 100 % / min		
4.10.3 Starting to generate electrical power	Lower frequency	49,0 Hz		
	Upper frequency	51,0 Hz		
	Lower voltage	0,85 Un		
	Upper voltage	1,10 Un		
	Observation time	60 s		
	Active power increase gradient	Enintään // Maximum: 100 % / min		
4.11.1 Ceasing active power	Remote operation of the logic interface	Kyllä; portti täytyy löytyä, mutta verkonhaltija päättää, käytetäänkö sitä // Yes; remote operation must be possible, but system operator decides whether it is used		
4.11.2 Reduction of active power on set point	Remote operation NOTE: If yes further definition is provided by the DSO	ei // no		0
4.12 Remote information exchange	Remote information exchange required NOTE: If yes further definition is provided by the DSO	ei // no		0
Loss of Mains -suojaus / Loss of Mains protection	Käytetty funktio / Used function	<b>Hyväksytyt funktiot / Accepted functions:</b> - ROCOF 2 Hz/s (vain alle 50 kW! // Only generating plants less than 50 kW!) - Vector shift 10 astetta // degrees - Aktiivimetodit inverttereissä // Inverter active methods	X	
	Toiminta-aika / Operation time	0,5 s Voidaan poiketa verkonhaltijan harkinnalla, mikäli LoM-suojaus on luotettava // DSO may choose otherwise, if LoM protection is reliable		X