

12.6.2026

Suurten kulutuslaitosten tekniset vaatimukset

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Sovellusala	5
3	Termit ja määritelmät	6
4	Kulutuslaitosten erityistarkasteluvaatimukset	8
5	Kulutuslaitoksen vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely ..	9
5.1.1	Vaihe 0 (Kulutuslaitoksen esisuunnittelu).....	12
5.1.2	Vaihe 1 (Suunnittelu), kytkentäilmoitus (EON) ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus (ION) ..	12
5.1.3	Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)	13
5.1.4	Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä) lopullinen käyttöönottoilmoitus (FON).....	14
6	Sähkölaitteiston tietojen dokumentointi ja toimittaminen	15
6.1	Sähkölaitteiston tietojen toimittaminen ja aikataulu.....	15
6.2	Toimitettavat tiedot.....	15
7	Poikkeukset vaatimuksista	22
8	Reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	23
9	Kulutuslaitoksia koskevat vaatimukset	24
9.1.1	Sähkölaitteiston taajuuden muutosnopeuden sietokyky	24
9.1.2	Toiminta liittymispisteen minimioikosulkuteholla	24
9.1.3	Jännitteen kulmamuuokset.....	24
9.1.4	Syötönvaihto	24
9.1.5	Autonominen kytkeytyminen	24
9.1.6	Ohjaukset ja kaukokäyttö	25
9.1.7	Pätötehon säätö ja pätötehon muutokset	29
9.1.8	Pätötehon nopea rajoitustoiminto	30
9.1.9	Alijännitteestä aiheutuva pätötehon nopea rajoitus	31
9.1.10	Toiminta jännitehäiriön yhteydessä	31
9.1.11	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen	33
9.1.12	Loistehon kompensointi ja kompensointilaitteiden toiminta jännitehäiriön yhteydessä.....	34
9.1.13	Vuorovaikutusilmiöt	34
9.1.14	Sähkön laatu	36
9.1.15	Instrumentointivaatimukset.....	36
9.1.16	Mallinnusvaatimukset.....	37
10	Vaatimustenmukaisuuden todentaminen	39
10.1	Vaatimustenmukaisuuden todentamissuunnitelma.....	39
10.2	Vaatimustenmukaisuudesta laadittavat selvitykset.....	39
10.2.1	Selvitys jännitehäiriökestoisuudesta ja pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen ..	40
10.2.2	Selvitys vuorovaikutusilmiöistä.....	40

12.6.2026

10.2.3	Selvitys pätötehon säädettävyydestä	40
10.3	Laitteille suoritettavat kokeet ja laitteiden tyyppihyväksyntä	41
10.4	Käyttönottokokeet	42
10.4.1	Käyttönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat ja tiedonvaihto	42
10.4.2	Käyttönottokokeissa todennettavat toiminnot	43
10.4.3	Mallinnustietojen todentaminen	46
10.4.4	Käyttönottokokeiden ja vaatimustenmukaisuuden dokumentointi ja hyväksyminen	46

12.6.2026

Versiohistoria

Version päivämäärä	Muutosten kuvaus
12.6.2026	Ensimmäinen versio.

12.6.2026

1 Johdanto

Tämä asiakirja sisältää tekniset vaatimukset, jotka Fingrid Oyj (myöhemmin "Fingrid") on sille määrätyn järjestelmävastuun perusteella asettanut Suomen sähkösiirtoverkkoon liitettäville, mitoituskulutusteholtaan vähintään 30 MW:n kulutuslaitoksille.

Sähkösiirtoverkkoon liittyneet kulutuslaitokset ovat Fingridin suoria asiakkaita, joilla on liittymissopimus Fingridin kanssa. Tässä asiakirjassa esitetyt tekniset vaatimukset eivät koske jakeluverkkoja eivätkä niihin liittyneitä kulutuslaitoksia.

Tässä asiakirjassa esitetyt tekniset vaatimukset täydentävät ja täsmentävät Fingridin kulutukselle asettamissa järjestelmätekniisissä vaatimuksissa KJV2018 esitettyjä teknisiä vaatimuksia.

Näillä teknisillä vaatimuksilla pyritään varmistamaan, että kulutuslaitoksen ja sen verkkoliityntään sähkölaitteisto

- kestää sähköjärjestelmässä esiintyvät jännite- ja taajuusvaihtelut,
- ei irtoa verkosta normaalin taajuus- ja jännitevaihtelun seurauksena,
- ei verkossa ollessaan aiheuta haittaa muille sähköjärjestelmään kytketyille laitteille, ja että
- Fingridillä on käytössään sähköjärjestelmän ja sen käytön suunnitteluun sekä käyttövarmuuden ylläpitoon tarvittavat tiedot Liittyjän sähkölaitteistosta.

Mikäli Fingrid tekee näihin teknisiin vaatimuksiin muutoksia, tämä asiakirja versioidaan uudelleen ja tehdyt muutokset kuvataan asiakirjan alussa esitetyssä versiohistoriassa. Fingrid ja Liittyjä sopivat versiosta, jota kulutuslaitokseen ja sen verkkoliityntään sovelletaan.

12.6.2026

2 Sovellusala

Nämä tekniset vaatimukset koskevat Suomen sähkösiirtoverkkoon liitettäviä uusia, mitoituskulutusteholtaan vähintään 30 MW:n kulutuslaitoksia ja niiden verkkoliitynnän sähkölaitteistoja. Näitä teknisiä vaatimuksia sovelletaan myös jo käytössä oleviin kulutuslaitoksiin ja niiden verkkoliitynnän sähkölaitteistoon silloin, kun niiden teknisiä ominaisuuksia muutetaan tai laitteistoa laajennetaan uusilla laitteilla.

Energiavarastojen osalta nämä vaatimukset koskevat ainoastaan pumppuvoimalaitoksien pumppausyksiköitä, muun tyyppiset energiavarastot on rajattu vaatimusten ulkopuolelle. Sähkövarastoja koskevat vaatimukset on esitetty sähkövarastojen järjestelmäteknisissä vaatimuksissa (SJV). Mikäli Kulutuslaitoksen laitteiston osana on sähkövarasto, sovelletaan sähkövarastoon sähkövarastojen järjestelmätekniisiä vaatimuksia.

12.6.2026

3 Termit ja määritelmät

Energiavarasto: Sellaisten laitteiden, koneistojen ja rakennelmien muodostama toiminnallinen kokonaisuus, jota käytetään sähkön loppukäytön siirtämiseksi sen varastoimisen jälkeiseen ajankohtaan.

Jakeluverkko: Suomen sähköjärjestelmään liitetty suurjännitteinen jakeluverkko, jonka liittymispisteen jännite on vähintään 110 kV.

Kulutuslaitos: Laitos, joka kuluttaa sähköenergiaa ja on kytkettynä yhdessä tai useammassa liityntäpisteessä sähkönsiirtoverkkoon tai jakeluverkkoon. Kulutuslaitoksia ovat esimerkiksi datakeskusten, terästehtaiden, sähkökattilalaitosten, lämpöpumppulaitosten sekä vety- ja ammoniakkilaitosten kaltaiset teollisuuslaitokset. Jakeluverkko kokonaisuutena tai jakeluverkkoon liittyneet yksittäiset, ei-teolliset sähkökuluttajat tai voimalaitoksen omakäyttö eivät muodosta kulutuslaitosta.

Kulutussyksikkö: Jakamaton laitteistokokonaisuus, jonka sisältämiä laitteita kulutuslaitoksen omistaja tai suljetun jakeluverkon haltija pystyy aktiivisesti ohjaamaan joko yksittäin tai yhteisesti osana kolmannen osapuolen yhteenkokoamaa kysyntää. Kulutuslaitos voi koostua yhdestä tai useammasta kulutussyksiköstä.

Käytöstä vastaava toimija (KVT): Liittyjän nimeämä ja tätä edustava taho, joka vastaa kulutuslaitoksen toiminnasta sähköverkossa. Käytöstä vastaavalla toimijalla on oltava joka hetki tieto kulutuslaitoksen toimintatilasta, oikeus ja mahdollisuudet ohjata kulutuslaitosta ja muuttaa sen toimintapistettä ja mahdollista säätötilaa sekä valtuuttaa tai rajoittaa mahdollisia kulutuslaitoksen ulkopuolelta annettavia ohjauksia.

Liittyjä: Toimija, jonka omistama kulutuslaitos liittyy Suomen sähkönsiirtoverkkoon.

Liittymispiste: Liittymissopimuksen mukainen omistusraja.

Liittymissopimus: Liittyjän ja Fingridin välinen sopimus, jossa määritellään ehdot Liittyjän liittämiseksi Fingridin sähköverkkoon.

Loisteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo imaginäärikomponentti, yksikkö Mvar.

Minimikulutusteho: ks. Pienin ottoteho

Mitoituskulutusteho: ks. Suurin ottoteho.

Normaali käyttöjännite: Fingridin määrittämä liittymispisteen jännite (100 %:n arvoa vastaava jännite). Suhteellisarvona ilmoitettuna normaali käyttöjännite on 1,0 pu.

Näennäisteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo, yksikkö MVA.

pu: per unit, suhteellisarvo. Suuretta verrataan ennalta määrättyyn perusarvoon.

Pätöteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo reaalikomponentti, yksikkö MW.

STFT-menetelmä: Lyhytaikainen fourier-muunnos (engl. short-time Fourier transform).

12.6.2026

Suljettu jakeluverkko: Jakeluverkko, joka toimii rajatulla teollisuus-, elinkeino- tai yhteisöpalveluja tarjoavalla alueella. Suljetussa jakeluverkossa ei toimiteta sähköä kuluttaja-asiakkaille.

Suomen sähköjärjestelmä: Koostuu voimalaitoksista, kantaverkosta, suurjännitteisistä jakeluverkoista, jakeluverkoista sekä sähkön kuluttajista. Se on osa yhteispohjoismaista sähköjärjestelmää yhdessä Ruotsin, Norjan ja Itä-Tanskan järjestelmien kanssa.

Suurhäiriö: Sähkönsiirtoverkko on suurhäiriötilassa, kun vähintään yksi seuraavista ehdoista täyttyy: a) yli 50 prosenttia kulutuksesta menetetään asianomaisen sähkönsiirtoverkonhaltijan vastuualueella; b) jännite häviää täydellisesti vähintään kolmen minuutin ajaksi asianomaisen sähkönsiirtoverkonhaltijan vastuualueella, mikä johtaa palautussuunnitelmien käyttöönottoon. (Euroopan komission asetus sähkönsiirtoverkon käyttöä koskevista suuntaviivoista 2017/1485, "SO GL")

Pienin ottoteho eli minimikulutusteho ($P_{min,d}$): Pienin pätöteho, jonka siirtoverkkoon tai jakeluverkkoon liitetyn kulutuslaitoksen prosessi jatkuvasti toimiessaan kuluttaa verkosta liittymispisteessä.

Suurin ottoteho eli mitoituskulutusteho ($P_{max,d}$): Suurin pätöteho, jonka sähkönsiirtoverkkoon tai jakeluverkkoon liitetty kulutuslaitos tai sähkönsiirtoverkkoon tehty jakeluverkkoliityntä pystyy kuluttamaan verkosta liittymispisteessä, sellaisena kuin se on määritelty liittymissopimuksessa tai kuten Fingrid ja sähkönsiirtoverkkoon liitetty kulutuslaitos tai sähkönsiirtoverkkoon liittyneen jakeluverkon haltija ovat keskenään sopineet.

Sähkölaitteisto: Sähköverkkoon liitetty, sähkölaitteista muodostuva toiminnallinen kokonaisuus. Asiayhteydestä riippuen sähkölaitteistolla voidaan tässä dokumentissa viitata kulutuslaitokseen tai sen verkkoliityntään kokonaisuutena tai johonkin niiden osaan.

Sähkönsiirtoverkko: Järjestelmävastaavan (Fingrid Oyj:n) omistama suurjännitteiden sähköverkko.

Sähkövarasto: Sähkön varastointiin kykenevä yksikkö tai sähköä varastoivien yksiköiden muodostama kaupallinen kokonaisuus, joka on liitetty sähköverkkoon tehoelektronikan kautta ja jolla on myös yksi liittymispiste sähkönsiirtoverkkoon, jakeluverkkoon, suljettuun jakeluverkkoon, suurjännitteiseen tasasähköjärjestelmään tai kiinteistön sähköverkkoon.

Teollisuuslaitos: Yhdestä tai useammasta kulutuslaitoksesta koostuva kokonaisuus, joka kuluttaa sähköenergiaa ja on kytkettynä yhdessä tai useammassa liityntäpisteessä sähkönsiirtoverkkoon tai jakeluverkkoon. Teollisuuslaitos voi sisältää myös voimalaitoksia, jotka tuottavat sähköenergiaa.

Vaatimukset: Tässä dokumentissa esitetyt tekniset vaatimukset.

Voimajohtoliityntä: Voimajohtoon kytkinlaitteen avulla liitetty johto tai sähköasema.

YLE: Fingridin yleiset liittymisehdot.

12.6.2026

4 Kulutuslaitosten erityistarkasteluvaatimukset

Fingrid arvioi kulutuslaitoksen erityistarkastelutarpeen esisuunnitteluvaiheessa Liittyjän pyynnöstä.

Erityistarkastelutarpeen arviointi on osa Sähkölaitteiston verkkoon liittämisen edellytysten arviointia ja se suoritetaan ennen Liittymissopimuksen allekirjoittamista. Erityistarkasteluvaatimusten arviointi tehdään jo ennen sähkölaitteiston pääkomponenttien sitovan hankintasopimuksen allekirjoittamista, sillä erityistarkasteluilla saattaa olla vaikutusta sähkölaitteiston laitteiden valintaan ja mitoitukseen sekä hankkeen aikatauluun.

Fingrid arvioi erityistarkastelutarpeen seuraavien asioiden osalta:

- alisykroninen vuorovaikutus,
- geomagneettisesti indusoituvat virrat,
- tehoheilahtelujen vaimentuminen,
- pieni liittymispisteen minimoikosulkuteho,
- suuntaajien vuorovaikutusilmiöt,
- toiminnan riippuvuus muista laitteistoista tai liittynöistä,
- sähkön laatu ja
- tarve dynaamiselle jännitteensäädölle

Mikäli Kulutusliitynnän tekninen toteutus edellyttää erityistarkastelujen suorittamista, Liittyjä suorittaa ne viimeistään kulutusliitynnän suunnitteluvaiheessa yhteistyössä Fingridin kanssa. Mikäli Sähkölaitteistolla käytettävän teknologian vaatimustenmukaisuudesta ei ole soveltuvaa riittävää aiempaa näyttöä, jota Fingrid voi hyödyntää arvioinnissaan, osa erityistarkasteluista voidaan joutua suorittamaan jo ennen liittymissopimuksen allekirjoittamista. Liittyjällä suorittaa ja koordinoi erityistarkastelut osana laitteistonsa teknistä suunnittelua.

Mikäli erityistarkastelut osoittavat, että Kulutuslaitoksen liittäminen edellyttää toimenpiteitä Kulutuslaitoksen suunnittelun tai toteutuksen osalta, kyseiset toimenpiteet rinnastetaan Vaatimuksiin, jotka Liittyjä tulee täyttää muiden teknisten vaatimusten tapaan laitteistonsa toteutuksessa.

12.6.2026

5 Kulutuslaitoksen vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Tässä luvussa on esitetty täsmennykset KJV2018:ssä kuvattuun vaatimusten todentamisprosessiin ja käyttöönottoilmoitusmenettelyyn liittyvään tiedonvaihtoon Fingridin ja Liittyjän välillä.

Liittyjä ja Fingrid suorittavat sähkölaitteiston todentamisprosessin ja käyttöönottoilmoitusmenettelyn vaiheittain lukujen 5.1.1-5.1.4 mukaisesti. Prosessin yhteenveto on esitetty taulukossa 5.1. KJV2018:n vastaavissa luvuissa 5.3.1-5.3.3 esitetty teksti on toistettu selkeyden vuoksi *kursiivilla*.

Liittyjän suorittama Vaatimusten mukaiset toimenpiteet kussakin vaiheessa vaaditussa laajuudessa Fingrid tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen vaihekohtaisesti sekä toimittaa kunkin vaiheen jälkeen vaaditun kytkentä- ja/tai käyttöönottoilmoituksen Liittyjälle. Fingrid valvoo Vaatimusten todentamisprosessin, mukaan lukien käyttöönottokokeet todentamisprosessin aikana.

Sähkölaitteiston tietojen dokumentointi ja toimittaminen on määritetty luvussa 6. Reaaliaikaiset mittaukset on määritetty luvussa 8. Kulutuslaitoksen tekniset vaatimukset on määritetty luvussa 9. Vaatimustenmukaisuuden todentaminen on määritetty luvussa 10.

12.6.2026

Taulukko 5.1. Kulutuslaitoksen ja sen verkkoliittynän vaatimusten todentamisprosessi, käyttöönottoilmoitusmenettely ja aikatauluvaatimukset.

Prosessin vaihe	Edellytys	Aikatauluvaatimus ja lisätiedot
Vaihe 0 (Kulutuslaitoksen ja sen verkkoliittynän esisuunnittelu) <ul style="list-style-type: none"> Vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessin ml. todentamistapojen ja seurannan määrittely Erytistarkasteluiden määrittely (luku 4) Tekniset suunnitteluperusteet 	Toteutuksen edellyttämät tiedot ovat valmiina teknisen suunnittelun käynnistämiseksi.	Mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ennen liittymissopimuksen tekemistä.
Vaihe 1a (Verkkoliittynän suunnittelu): <ul style="list-style-type: none"> Suunnittelutietojen toimittaminen Reaaliaikaisten mittausten toteutus verkkoliittynän osalta Kytkenän suunnittelu Käyttöönottotarkastus Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus 	Liittyjä voi toimittaa vaiheen 1a tiedot heti kun ne ovat saatavilla.	Vaiheen 1a tiedot tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, jotta verkkoliittynän sähkölaitteiston kytkentäilmoitus voidaan käsitellä. Toimitettavat tiedot on listattu taulukossa 6.1. Käyttöönottotarkastus tehdään ja reaaliaikatietojen toimitus tarkastetaan ennen kuin liityntään voidaan kytkeä jännite. Fingrid tarkistaa toimitetut tiedot kahden kuukauden kuluessa niiden vastaanottamisesta.
Verkkoliittynän EON eli kytkentäilmoitus	Liittyjä on toimittanut vaiheen 1a mukaiset tiedot verkkoliittynän osalta, toteuttanut reaaliaikamittaukset ja tehnyt käyttöönottotarkastuksen. Fingrid on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Liityntä tulee toteuttaa liittymissopimuksen ehtojen mukaisesti. Kytkentäilmoituksen saatuaan Liittyjä saa oikeuden kytkeä sähköt liittymispisteen takaiseen verkkoon.
Vaihe 1b (Kulutuslaitoksen suunnittelu): <ul style="list-style-type: none"> Suunnittelutietojen toimittaminen Selvitysten toimittaminen Simulointimallien toimittaminen Vaaditut erityistarkasteluvaatimukset Reaaliaikaisten mittausten ja signaalivaihdon toteutus kulutuslaitoksen osalta Käyttöönottotarkastus Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus 	Liittyjä voi toimittaa vaiheen 1b tiedot heti kun ne ovat saatavilla.	Vaiheen 1b tiedot tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, jotta kulutuslaitoksen väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä. Kulutuslaitoksen tiedot tulee toimittaa vähintään kuusi kuukautta ennen suunnitellun tuotantokäytön aloittamista. Toimitettavat tiedot on listattu taulukossa 6.2. Käyttöönottotarkastus tehdään ja reaaliaikatietojen toimitus tarkastetaan ennen kuin kulutuslaitos voi aloittaa toimintansa. Fingrid tarkistaa toimitetut tiedot kahden kuukauden kuluessa niiden vastaanottamisesta.

12.6.2026

Kulutuslaitoksen ION eli väliaikainen käyttöönottoilmoitus	Liittyjä on toimittanut vaiheen 1b mukaiset tiedot, toteuttanut reaaliaikamittaukset, mahdollinen kaukokäyttöyhteys on testattu ja toiminnassa sekä jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä on toiminnassa. Fingrid on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan Liittyjä saa oikeuden käyttää sähkölaitteistoaan enintään 12 kuukauden ajan. Mikäli kulutuslaitoksen laitteisto valmistuu vaiheittain, voi Fingrid vaiheistaa väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen koskemaan tiettyä toteutuslaajuutta tai tehoa.
Vaihe 2a (Verkkoliittynän käyttöönotto ja todentaminen): <ul style="list-style-type: none"> • Muutokset ja päivitykset vaiheen 1a tietoihin • Käyttöönottokokeiden toteutus ja raportointi • Suojauksen lopulliset asetteluarvot • Vaatimusten-mukaisuusilmoitus 	Fingrid on antanut kytkentäilmoituksen ja väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.	Liittyjän on toimitettava käyttöönottokoesuunnitelma Fingridille viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 2 kuukauden sisällä hetkestä, jolloin sähkölaitteiston käyttö on alkanut. Toimitettavat tiedot on listattu verkkoliittynän osalta taulukossa 6.3.
Vaihe 2b (Kulutuslaitoksen käyttöönotto ja todentaminen): <ul style="list-style-type: none"> • Muutokset ja päivitykset vaiheen 1b tietoihin • Arvio vaatimusten todentamissuunnitelmassa esitettyjen toimenpiteiden täyttymisestä • Käyttöönottokokeiden toteutus ja raportointi • Mallinnustietojen todentaminen • Vaatimusten-mukaisuusilmoitus • Vaaditut erityistarkastelu-vaatimukset 	Fingrid on antanut kytkentäilmoituksen ja väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.	Liittyjän on toimitettava käyttöönottokoesuunnitelma Fingridille viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeiden suoritusaikataulu määritellään yhdessä Fingridin kanssa perustuen kulutuslaitoksen valmistumisaikatauluun. Toimitettavat tiedot on listattu kulutuslaitoksen osalta taulukossa 6.4.
Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä): <ul style="list-style-type: none"> • Toimitettujen tietojen tarkastus • Prosessin hyväksyntä 	Liittyjä on toimittanut vaiheen 2 mukaiset tiedot ja toteuttanut toimenpiteet sekä Fingrid on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Fingridn tulee tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden suorittaminen. Fingrid toimittaa lausunnon vaatimusten todentamisesta viimeistään 3 kuukauden kuluttua vaiheen 2 tietojen vastaanottamisen jälkeen.
FON - lopullinen käyttöönottoilmoitus	Fingrid on vahvistanut vaiheen 3 toimenpiteiden toteuttamisen.	Lopullisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan Liittyjä saa oikeuden käyttää sähkölaitteistoa toistaiseksi.

12.6.2026

5.1.1 Vaihe 0 (Kulutuslaitoksen esisuunnittelu)

Liittyjä määrittää yhdessä Fingridin kanssa, miten kulutuslaitoksen vaatimustenmukaisuus todennetaan osana projektia. Tämä tehdään jo liittynän esisuunnitteluvaiheessa, hyvissä ajoin ennen liittymissopimuksen allekirjoittamista.

Liittyjän vastuulla on järjestää Fingridin kanssa todentamisprosessia käsittelevä aloituskokous. Kokouksessa

- tarkastetaan hankkeen tekniset lähtötiedot ja keskeiset suunnitteluperiaatteet
- määritellään luvun 4 mukaisten erityistarkasteluiden suorittamiseksi vaadittavat toimenpiteet.
- määritellään todentamisprosessin vaiheiden seurantaan ja dokumentointiin liittyvät käytännöt.
- käydään läpi todentamisprosessin aikataulu hankkeen aikataulua vasten.

Fingrid suosittelee Liittyjää huomioimaan erityisesti vuorovaikutusilmiöihin (luku 9.1.13), jännitehäiriökestoisuuteen (luku 9.1.10) ja jännitehäiriön jälkeiseen pätötehon palautumiseen (luku 9.1.11) liittyvät asiat jo varhaisessa esisuunnittelussaan, sillä niillä saattaa olla merkittäviä teknisiä ja taloudellisia vaikutuksia kulutuslaitoksen toteutukseen.

5.1.2 Vaihe 1 (Suunnittelu), kytkentäilmoitus (EON) ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus (ION)

Vaiheessa 1 Liittyjä toimittaa Fingridille taulukossa 6.1 listatut tiedot sekä toteuttaa reaaliaikamittaukset sähkölaitteistolle luvun 8 mukaisesti.

Vaihe 1 ja siihen liittyvä ilmoitusmenettely jakautuu vaiheisiin 1a ja 1b, kun sähköverkkoon liitetään kulutuslaitosta, joka valmistuu tyypillisesti eri aikaan varsinaisen verkkoliittynän kanssa. Tällöin vaiheessa 1a arvioidaan verkkoliittynän eli liittymisverkon, päämuuntajien ja kytkinlaitoksen (sähköaseman) ja näiden maadoitusten sekä suojausten vaatimustenmukaisuus.

Vaiheen 1a valmistuminen mahdollistaa kytkentäilmoituksen (EON) käsittelyn ja *Liittyjä saa oikeuden kytkeä sähköt liittymispisteen takaiseen verkkoon*. Kulutuslaitoksen tapauksessa tämä mahdollistaa laitteiston käyttöönoton aloittamisen, mutta ei vielä varsinaisen tuotantokäytön aloittamista. Fingrid määrittelee tarvittaessa kulutustehon, jota kytkentäilmoituksen saanut liityntä ei saa ylittää.

Vaiheessa 1b arvioidaan kulutuslaitoksen vaatimustenmukaisuus. Vaiheen 1b valmistuminen mahdollistaa väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen (ION) käsittelyn, jonka saatuaan Liittyjä saa oikeuden käyttää sähkölaitteistoaan varsinaista kulutuslaitoksen tuotantokäyttöä vastaavaan käyttötarkoitukseen enintään 12 kuukauden ajan. Mikäli kulutuslaitoksen laitteisto valmistuu vaiheittain, voi Fingrid vaiheistaa väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen koskemaan tiettyä toteutuslaajuutta tai tehoa. Tällöin väliaikainen käyttöönottoilmoitus on voimassa vain kyseisen laitteiston tai enimmäistehon osalta eikä hyväksytyä laajuutta tai tehoa saa ylittää.

12.6.2026

Liittyjän tulee toimittaa vaiheen 1 tietojen toimituksen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa Liittyjä merkitsee taulukon 6.1 ja kulutuslaitoksen tapauksessa myös taulukon 6.2 Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkölaitteisto täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Vaiheen 1 tiedot tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, jotta sähkölaitteiston kytkentäilmoitus ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä. Kulutuslaitoksen tiedot tulee toimittaa vähintään kuusi kuukautta ennen suunniteltua tuotantokäytön aloitusajankohtaa.

Sähkölaitteistolle tulee suorittaa aina hyväksytty käyttöönottotarkastus sekä reaaliaikatietojen toimituksen tarkastus, ennen kuin kytkentäilmoitus ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan myöntää Liittyjälle. Käyttöönottotarkastus ja reaaliaikatietojen toimituksen tarkastus voidaan suorittaa hetki ennen liittynnän käyttöönottoa. Kun Liittyjä on suorittanut vaiheen 1 mukaiset toimenpiteet, Fingrid tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen sekä toimittaa kytkentäilmoituksen ja väliaikainen käyttöönottoilmoituksen Liittyjälle. Fingrid tarkistaa toimitetut tiedot kahden kuukauden kuluessa niiden vastaanottamisesta.

Kytkeäilmoituksen ja väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan Liittyjä saa oikeuden kytkeä sähkö liittymispisteen takaiseen verkkoon ja käyttää sähkölaitteistoaan enintään 12 kuukauden ajan.

Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaikaa voi pidentää perustellusta syystä korkeintaan 12 kuukautta. Voimassaoloajan pidentäminen tulee anoa Fingridiltä, joka voi pidentää väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaikaa. Mikäli tästä on edelleen tarpeen poiketa, tulee poikkeama anoa luvussa 7 esitetyn mukaisesti.

5.1.3 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

Vaiheessa 2 Liittyjä suorittaa sähkölaitteiston käyttöönottokokeet sekä toimittaa Fingridille verkkoliitynnästä taulukossa 6.3 listatut tiedot ja kulutuslaitoksesta taulukossa 6.4 listatut tiedot. Lisäksi vaiheen 1 tietojen mahdolliset muutokset ja päivitykset tulee toimittaa Fingridille vaiheessa 2.

Vaihe 2 jaetaan vaiheisiin 2a ja 2b, kun sähkönsiirtoverkkoon liitetään kulutuslaitosta, joka valmistuu tyypillisesti eri aikaan varsinaisen verkkoliitynnän kanssa. Tällöin vaiheessa 2a arvioidaan verkkoliitynnän eli liittymisverkon, päämuuntajien ja kytkinlaitoksen (sähköaseman) ja näiden maadoitusten sekä suojauksen vaatimustenmukaisuus käyttöönoton tulosaineistoa vasten. Vastaavasti vaiheessa 2b arvioidaan kulutuslaitoksen vaatimustenmukaisuus käyttöönoton tulosaineistoa vasten.

Mikäli verkkoliitynnän tai kulutuslaitoksen laitteisto valmistuu vaiheittain, voi Fingrid edelleen vaiheistaa vaiheen 2 käsittelyn koskemaan tiettyä toteutuslaajuutta tai tehoa.

Liittyjän tulee toimittaa vaiheen 2 tietojen toimituksen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa Liittyjä merkitsee

12.6.2026

taulukoiden 6.3 ja 6.4 Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkölaiteisto täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Vaiheen 2 toimenpiteiden edellytyksenä on kytkentäilmoitus ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus. Kaikki vaiheen 2 toimenpiteet on saatettava valmiiksi väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaikana.

Käyttöönottokokeiden suunnittelun osalta Liittyjän on toimitettava käyttöönottosuunnitelma Fingridille viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Verkkoliitynnän käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 2 kuukauden sisällä hetkestä, jolloin sähkölaiteiston käyttö on alkanut. Kulutuslaitoksen osalta käyttöönottokokeiden suoritusaikataulu määritellään yhdessä Fingridin kanssa perustuen kulutuslaitoksen valmistumisaikatauluun.

5.1.4 Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä) lopullinen käyttöönottoilmoitus (FON)

Vaiheessa 3 Fingrid tarkistaa kaikki prosessin aikana toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden suorittamisen. Fingridin toimittaa lausunnon vaatimusten todentamisesta viimeistään 3 kuukauden kuluttua vaiheen 2 tietojen vastaanottamisen jälkeen. Mikäli prosessin aikana toimitetuissa tiedoissa ei ole huomautettavaa, antaa Fingrid lopullisen käyttöönottoilmoituksen.

Kulutuslaitoksen tapauksessa lopullinen käyttöönottoilmoitus annetaan koko liitynnälle. Näin ollen sekä vaiheiden 2a ja 2b on valmistuttava ennen lopullisen käyttöönottoilmoituksen antamista.

Lopullinen käyttöönottoilmoitus on voimassa toistaiseksi ja se oikeuttaa Liittyjän käyttämään sähkölaiteistoa toistaiseksi.

12.6.2026

6 Sähkölaitteiston tietojen dokumentointi ja toimittaminen

6.1 Sähkölaitteiston tietojen toimittaminen ja aikataulu

Liittyjän on toimitettava kulutuslaitosta ja sen verkkoliityntää koskevat tiedot Fingridille luvussa 5 määritellyn Vaatimusten todentamisprosessin mukaisesti:

- 1) Todentamisprosessin vaiheessa 1a tulee verkkoliitynnästä toimittaa taulukon 6.1 mukaiset tiedot.
- 2) Todentamisprosessin vaiheessa 1b tulee kulutuslaitoksesta toimittaa taulukon 6.2 mukaiset tiedot.
- 3) Todentamisprosessin vaiheessa 2a tulee verkkoliitynnästä toimittaa taulukon 6.3 mukaiset tiedot.
- 4) Todentamisprosessin vaiheessa 2b tulee kulutuslaitoksesta toimittaa taulukon 6.4 mukaiset tiedot.

Liittyjän tulee toimittaa tiedot Fingridille sähköisinä asiakirjoina. Toimitettavien tietojen on oltava kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Tiedot voidaan koota yhteen tai useampaan Liittyjän jäsenilemään raporttiin, joiden kohtiin taulukossa (tai Fingridin sähköisen palvelun vastaavissa kohdissa) täsmällisesti viitataan.

Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen Oma Fingrid-palveluun.

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa Liittyjä merkitsee taulukoiden 6.1, 6.2, 6.3 ja 6.4 Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkölaitteisto täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

6.2 Toimitettavat tiedot

Sähkölaitteistosta toimitettavat tiedot on määritetty taulukoissa 6.1, 6.2, 6.3 ja 6.4.

12.6.2026

Taulukko 6.1. Verkkoliittynän sähkölaitteistosta toimitettavat tiedot todentamisprosessin vaiheessa 1a.

Vaihe 1a (Verkkoliittynän suunnittelu)	Viite
1 Yleistiedot	
1.1 Hankkeen nimi, yhtiön nimi, yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot	
1.2 Liittymispiste, liittynän nimi ja lyhenne, Fingrid ja yhteystiedot.	
1.3 Sähkölaitteiston teho	
Kulutus- ja tuotantoteho [MW]	
Arvioitu loisteho [Mvar, kap. ja ind.]	
1.4 Sijaintitiedot	
Liittymispisteen sijainti kartalla (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
Haarajohdon sijainti kartalla (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
2 Tekniset tiedot	
2.1 Sähköpääkaavio (single line diagram)	
Sähkölaitteiston keskeisimmät komponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko, ml. varasyöttöyhteydet	
Pääkaaviossa esitettyjen komponenttien ja johdinten sähköiset parametrit	
2.2 Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet	
Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensio/toisio], oikosulkuiмпedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytkimen säätöalue ja askel [%,%], käämikytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
2.3 Haarajohdon tekniset tiedot	
Pituus [km], pylvästyppi, virta- ja ukkosjohtimien sähköiset arvot [R, X, B]	
2.4 Muiden loistehoon vaikuttavien komponenttien dokumentaatio ja datalehdet (esim. kompensointiparistot ja reaktorit)	
Soveltuvin osin tarvittavat tiedot, joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. teho, rakenne, suodattimen viritystaajuus)	
2.5 Oikosulkukestoisuus	
Suurjännitteisen sähkölaitteiston oikosulkukestoisuus	
Sähkölaitteiston tuottama oikosulkuvirta liittymispisteessä (nolla-, myötä- ja vastaverkon tiedot)	
3 Suunnittelutiedot	
3.1 Liittynän sijoitus- ja leikkauspiirustukset	
Etäisyysmitat kantaverkon voimajohtoon ja sen lähimpään pylväaseen	
Fingridin voimajohdon johtoalueelle rakennettavien laitteiden ja rakenteiden korkeudet tulee sitoa lähimmän voimajohtopylvään betoniperustuksen tasoon.	
3.2 Aluekartta	
Kartassa tulee esittää suurjännitteisen sähkölaitteiston lisäksi: alajännitepuolen yhteydet, omakäyttömuuntajan sijainti, viestiyhteydet, tiet ja parkkipaikat, muut vastaavat rakenteet.	
3.3 Energiamittauksen toteutus	
Mittamuuntajien tekniset tiedot, mittamuuntajien kuormituslaskelmat, mittauspiirikaaviot ja mittaustaulujen johdotuskuvat	
3.4 Maadoitukset	
Sähköaseman maadoitussuunnitelma, maadoitusjärjestelmän rakenne ja maadoitusten yhdistäminen.	
3.5 Sijaintikoordinaatit	
Sähköaseman sijaintikoordinaatit, liittymispisteen sijaintikoordinaatit, pylväiden sijaintikoordinaatit	
Koordinaatit on toimitettava sähköisenä aineistona esim. excel-taulukossa ETRS-TM35FIN-projektiossa.	

12.6.2026

Taulukko 6.1 jatkuu.

3.6	Haarajohdon tiedot
	Pylväsluettelo ja pylväskuvat, vaihejärjestyskaavio
	Virta- ja ukkosjohtimet (materiaali, poikkipinta-ala, osajohtimien lukumäärä)
4	Relesuojaus- ja viestiyhteystiedot
4.1	Relesuojauskaaviot ja kaavioon merkittyjen suojien pääasetteluarvot
4.2	Kuormien irtikytkennän ja jälleenkytkennän asetelut
4.3	Viestiyhteydet ja niiden toteutustapa
5	Jännite-taajuus toiminta-alue
5.1	Tiedot sähkölaitteiston kyvystä toimia ali- ja ylijännitteellä
5.2	Tiedot sähkölaitteiston kyvystä toimia ali- ja ylitaajuudella
6	Sähkön laatu
	Fingridin kanssa määritellyt selvitykset, sähkön laatuun tai mittaamiseen vaikuttavien komponenttien tiedot ja raportit
7	Reaaliaikaiset mittaustiedot
	Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitustapa ja todennus
8	Liityntähankkeen aikataulu
	Liityntähankkeen aikataulu ja käyttöönoton suunniteltu ajankohta
	Myös mahdolliset optiot laajentumiselle ja jo tiedossa olevat tulevaisuuden laajennussuunnitelmat tulee ilmoittaa.
9	Käyttöönottotarkastus
	Käyttöönottotarkastus ja käyttöönottotarkastuspöytäkirjan laadinta
	Sähkölaitteistolle tulee suorittaa aina hyväksytty käyttöönottotarkastus ennen kuin liityntään voidaan kytkeä jännite.
	Vaatimustenmukaisuusilmoitus
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkölaitteiston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:

12.6.2026

Taulukko 6.2. Kulutuslaitoksen sähkölaitteistosta toimitettavat tiedot todentamisprosessin vaiheessa 1b.

Vaihe 1b (Kulutuslaitoksen suunnittelu)		Viite
1	Yleistiedot	
1.1	Kulutuslaitoksen tyyppi (esim. datakeskus, sähkökattila jne.) ja lyhyt kuvaus laitoksesta	
1.2	Hankkeen nimi, yhtiön nimi, yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot	
1.3	Liittymispiste, liittynnän nimi ja lyhenne	
1.4	Sähkölaitteiston teho	
	Kulutus- ja tuotantoteho [MW]	
	Arvioitu loisteho [Mvar, kap. ja ind.]	
1.5	Sijaintitiedot	
	Liittymispisteen sijainti kartalla (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
	Haarajohdon sijainti kartalla (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit.)	
2	Tekniset tiedot	
2.1	Sähköpääkaavio (single line diagram)	
	Sähkölaitteiston keskeisimmät komponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko, ml. varasyöttöyhteydet	
	Pääkaaviossa esitettyjen komponenttien ja johdinten sähköiset parametrit	
2.2	Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet	
	Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensiö/toisio], oikosulkuimpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytkimen säätöalue ja askel [%,%], käämikytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
2.3	Suuntaajakytkettyjen laitteistojen dokumentaatio ja datalehdet	
	Vaatimusten täyttymisen kannalta olennaiset laitteet, joita on käsitelty laadituissa selvityksissä (taulukon kohdat 3.1-3.4)	
2.4	Pyörivien sähkökoneiden dokumentaatio ja datalehdet	
	Generaattorit ja vaatimusten täyttymisen kannalta olennaiset moottorit, joita on käsitelty laadituissa selvityksissä (taulukon kohdat 3.1-3.4)	
2.5	Muiden loistehoon vaikuttavien komponenttien dokumentaatio ja datalehdet (esim. kompensointiparistot ja reaktorit)	
	Laitteista, joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. teho, rakenne, suodattimen tekniset tiedot)	
2.6	Oikosulkukestoisuus	
	Suurjännitteisen sähkölaitteiston oikosulkukestoisuus	
	Sähkölaitteiston tuottama oikosulkuvirta liittymispisteessä (nolla-, myötä- ja vastaverkon tiedot)	
2.7	Instrumentointi (luku 9.1.15)	
2.6	Muiden vaatimusten täyttymiseen liittyvien laitteistojen tiedot	
	Esimerkiksi tehoheilahteluiden vaimentamiseen tarkoitettujen laitteistojen tiedot	

12.6.2026

Taulukko 6.2 jatkuu.

3	Suunnittelutiedot
3.1	Vaatimustenmukaisuuden todentamissuunnitelma (luku 10.1)
3.2	Selvitys jännitehäiriökestoisuudesta ja pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.2.1)
3.3	Selvitys vuorovaikutusilmiöistä (luku 10.2.2)
3.4	Selvitys pätötehon säädettävyydestä (luku 10.2.3)
4	Relesuojaus- ja viestiyhteystiedot
4.1	Relesuojauksen toimintakuvaus, relesuojauskaaviot ja kaavioon merkittyjen suojien pääasetteluarvot
4.2	Kuormien irtikytkennän ja jälleenkytkennän toiminnan kuvaus ja asettelut
4.3	Viestiyhteydet ja niiden toteutustapa (ohjaukset ja kaukokäyttö, luku 9.1.4)
5	Jännite-taajuus toiminta-alue
5.1	Tiedot sähkölaitteiston kyvystä toimia ali- ja ylijännitteellä
5.2	Tiedot sähkölaitteiston kyvystä toimia ali- ja ylitaajuudella
5.3	Tiedot sähkölaitteiston kyvystä toimia taajuuden nopeissa muutoksissa
6	Sähkön laatu
6.1	Sähkön laatuun liittyvät tiedot (luku 9.1.12)
7	Reaaliaikaiset mittaustiedot
	Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitustapa ja todennus (luku 8)
8	Mallinnustiedot
	PSCAD-malli, PSS/E-malli ja mallinnukseen liittyvä dokumentaatio (luku 9.1.14)
9	Erityistarkastelut
	Mahdolliset erityistarkasteluvaatimuksissa (luku 4) vaaditut selvitykset ja muut dokumentit.
	Vaatimustenmukaisuusilmoitus
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkölaitteiston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:

12.6.2026

Taulukko 6.3. Verkkoliittynän sähkölaitteistosta toimitettavat tiedot todentamisprosessin vaiheessa 2.

Vaihe 2a (Verkkoliittynän käyttöönotto ja todentaminen)		Viite
1	Muutokset ja täsmennykset	
	Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheessa 1a toimitettuihin tietoihin.	
2	Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot	
2.1	Käyttöönottosuunnitelma ja aikataulu	
	Käyttöönottosuunnitelma, aikataulu ja kuvaus käytännön järjestelyistä Vaatimusten todentamiseksi tulee toimittaa Fingridille viimeistään 2 kk ennen kokeiden aloittamista.	
2.2	Mittausjärjestelyt	
	Suunnitelma Vaatimuksiin liittyvien kokeiden mittauksien toteuttamisesta.	
3	Käyttöönottokokeiden tulokset	
3.1	Käyttöönottoraportti	
3.2	Toiminnallisten käyttöönottokokeiden tulokset (luku 10.4.2.1)	
	Alitaajuudesta tapahtuva kuormien irtikytkentä (NC ER)	
	Voimajohtoliittynän kaukokäytöllä suoritettava irtikytkentä (KJV2018)	
	Autonominen jälleenkytkentä	
	Tahdistus	
	Syötönvaihto	
3.3.	Maadoitusresistanssien mittauspöytäkirja	
3.4	Muuntajan, haarajohdon, maakaapeleiden sekä muiden mahdollisten komponenttien sähköiset arvot (jos mitattu)	
3.5	Mahdolliset muut verkkoliittynälle suoritettavaksi määritellyt käyttöönottokokeet	
4	Suojauksen lopulliset asetteluarvot	
	Suojareleiden käyttöönotetut pääasetteluarvot ja käyttöönottoestusten pöytäkirjat	
	Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkölaitteiston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

12.6.2026

Taulukko 6.4. Kulutuslaitoksen sähkölaiteistosta toimitettavat tiedot todentamisprosessin vaiheessa 2.

Vaihe 2 (Kulutuslaitoksen käyttöönotto ja todentaminen)		Viite
1	Muutokset ja täsmennykset	
	Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheessa 1b toimitettuihin tietoihin.	
2	Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot	
2.1	Käyttöönottosuunnitelma ja aikataulu	
	Käyttöönottosuunnitelma, aikataulu ja kuvaus käytännön järjestelyistä Vaatimusten todentamiseksi tulee toimittaa Fingridille viimeistään 2 kk ennen kokeiden aloittamista.	
2.2	Mittausjärjestelyt	
	Suunnitelma Vaatimuksiin liittyvien kokeiden mittauksien toteuttamisesta.	
3	Käyttöönottokokeiden tulokset (käyttöönottoraportti)	
3.1	Arvio ja yhteenveto vaatimustenmukaisuuden todentamissuunnitelmassa (luku 10.1) esitettyjen toimenpiteiden täyttymisestä	
3.2	Tehdas- ja tyyppikokeiden tulosaineistot	
3.3	Toiminnallisten käyttöönottokokeiden tulokset (luku 10.4.2.2)	
	Sähkölaiteiston autonominen kytkeytyminen	
	Tehoheilahtelujen vaimentuminen	
	Pätötehon nopean rajoitustoiminnon toiminta	
	Alijännitesuojauksen toiminta	
	Pätötehon muutosnopeuden rajoituksen toiminta	
	Kulutuslaitoksen dynaamisen ja staattisen jänniteriippuvuuden määrittäminen.	
	Toiminta jännitehäiriössä ja pätötehon nopea palautuminen	
	Loistehon kompensointilaitteiden toiminta jännitehäiriössä	
	Muiden toiminnallisuuksien testaukset, jotka vaikuttavat teknisten vaatimusten täyttymiseen.	
	Ohjausten ja tiedonvaihto toiminta Fingridin ja Liittyjän välillä	
3.4	Vaatimustenmukaisuuden kannalta oleellisten laitteistojen asetelut, parametrilistat ja parametroidin vastaavuus simulointimalleihin (ml. suojaus)	
3.5	Muuntajan, haarajohdon, maakaapeleiden sekä muiden mahdollisten komponenttien sähköiset arvot (jos mitattu)	
4	Todennetut mallinnustiedot	
	Todennetut PSS/E ja PSCAD-simulointimallit	
	Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkölaiteiston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

12.6.2026

7 Poikkeukset vaatimuksista

Fingrid arvioi Liittyjän tekemää poikkeamapyyntöä näistä teknisistä vaatimuksista seuraavien kriteerien perusteella:

- 1) vaatimuksista poikkeaminen ei vaaranna sähköjärjestelmän käyttövarmuutta;
- 2) vaatimuksista poikkeaminen ei rajoita sähköjärjestelmän siirtokapasiteettia;
- 3) sähkölaitteisto ei aiheuta häiriötä sähköjärjestelmään kytkeytyneille toisille osapuolille;
- 4) poikkeama on teknistaloudellisesti perusteltu; ja
- 5) poikkeama voidaan myöntää vastaisuudessa vastaavanlaisessa tilanteessa tasapuolisesti ja syrjimättä tulevia sähkölaitteistojen liityntöjä.

12.6.2026

8 Reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

Reaaliaikaisiin mittauksiin ja tiedonvaihtoon liittyvät vaatimukset on kuvattu Fingridin Kantaverkkopalveluehdoissa sekä sovellusohjeessa "Reaaliaikainen tiedonvaihto".

Mittausten ja vaaditun tiedonvaihdon tulee olla Fingridin käytettävissä ja todennettu, ennen kuin kulutuslaitoksen tai sen verkkoliitynnän käyttö voi alkaa (ks. luku 5).

12.6.2026

9 Kulutuslaitoksia koskevat vaatimukset

KJV2018:n vastaavaa teknistä vaatimusta käsittelevä teksti on toistettu selkeyden vuoksi *kursiivilla*.

9.1.1 Sähkölaitteiston taajuuden muutosnopeuden sietokyky

Sähkölaitteiston tulee kyetä jatkamaan toimintaansa normaalisti taajuuden muutosnopeuden ollessa alle 2,0 Hz/s tarkasteltuna yhden sekunnin aikakeskiarvona. Taajuuden muutosnopeuden mittausta ei saa reagoida järjestelmässä tapahtuvien häiriöiden aiheuttamiin äkillisiin muutoksiin jännitteen käyrämuodossa.

Taajuuden muutosnopeuden tunnistavaa suojalaitetta ei saa käyttää sähkölaitteiston suojauksessa. Tämän kaltaisten suojalaitteiden virhetoiminnan riski on suuri ja odottamaton irtikytkäytyminen voi tapahtua normaalilla jännite-taajuustoiminta-alueella.

9.1.2 Toiminta liittymispisteen minimoioikosulkuteholla

Fingrid ilmoittaa Liittyjälle liittymispisteen minimi- ja maksimioikosulkutehon. Kulutuslaitoksen tulee kyetä toimimaan normaalisti ja jatkuvasti kaikissa sille ominaisissa toimintapisteissä, kun liittymispisteen oikosulkuteho on minimi- ja maksimioikosulkutehon välillä.

Liittyjän tulee ilmoittaa Fingridille liittymispisteen minimoioikosulkutehotaso, jolla laitteisto voi toimia.

9.1.3 Jännitteen kulmamuutokset

Sähkölaitteisto ei saa irrota sähköverkosta, mikäli liittymispisteessä syntyy jännitteen pysyvä kulmamuutos, jonka suuruus on korkeintaan ± 30 astetta.

Kulmamuutoksen suuruuden ollessa yli ± 20 astetta kulutusta voi irrota verkosta, mutta kulutuslaitoksen verkosta ottaman pätötehon tulee palautua vähintään 90 %:n tasolle kulmamuutosta edeltäneestä pätötehosta yhden sekunnin kuluessa kulmamuutoksesta. Mikäli kulmamuutoksen yhteydessä esiintyy jännitehäiriö, jossa liittymispisteen jännite laskee alle 0,90 pu tason, tehon palautumisaika määritetään siitä hetkestä, kun liittymispisteen jännite on palannut tasolle 0,90 pu.

9.1.4 Syötönvaihto

Sähkölaitteiston automaattisesti tai manuaalisesti tapahtuvasta syötönvaihdosta toisen verkkoyhteyden perään on aina sovittava erikseen Fingridin kanssa, joka päättää järjestelyn hyväksyttävyydestä ja määrittelee siitä toimitettavat tiedot.

9.1.5 Autonominen kytkäytyminen

Fingrid voi antaa luvan kulutuslaitoksen autonomiseen kytkäytymiseen ja määrittelee tällöin Liittyjän kanssa sen tarkemman teknisen toiminnan. Kulutuslaitos saa kytkäytyä autonomisesti sähköjärjestelmään, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- sähköjärjestelmän taajuus on 49,9–50,1 Hz

12.6.2026

- liittymispisteen jännite on normaalilla vaihteluvälillä
- kulutuslaitoksen kaukokäyttöyhteys on toiminnassa
- kytkeytymisen jälkeinen toimintapiste (P, Q, U), säätötila ja muut ohjeavrot ovat kulutuslaitoksen käytöstä vastaavan toimijan määrittämiä tai valtuuttamia
- pätötehon muutosnopeus ei ylitä Fingridin määrittelemää arvoa

Sähköjärjestelmän tila saattaa estää autonomisen kytkeytymisen tai vaatia sen tekemistä normaalista käyttötilanteesta poikkeavin laiteasetteluin. Kulutuslaitoksen on kyettävä vastaanottamaan tieto autonomisen kytkeytymisen estosta ja käytettävistä ennalta määritetyistä asetteluista. Fingrid antaa tiedon sähköjärjestelmän tilasta sähköisenä ohjauksena luvun 9.1.6.1 signaalia ”käytönpalautuksen tila” käyttäen.

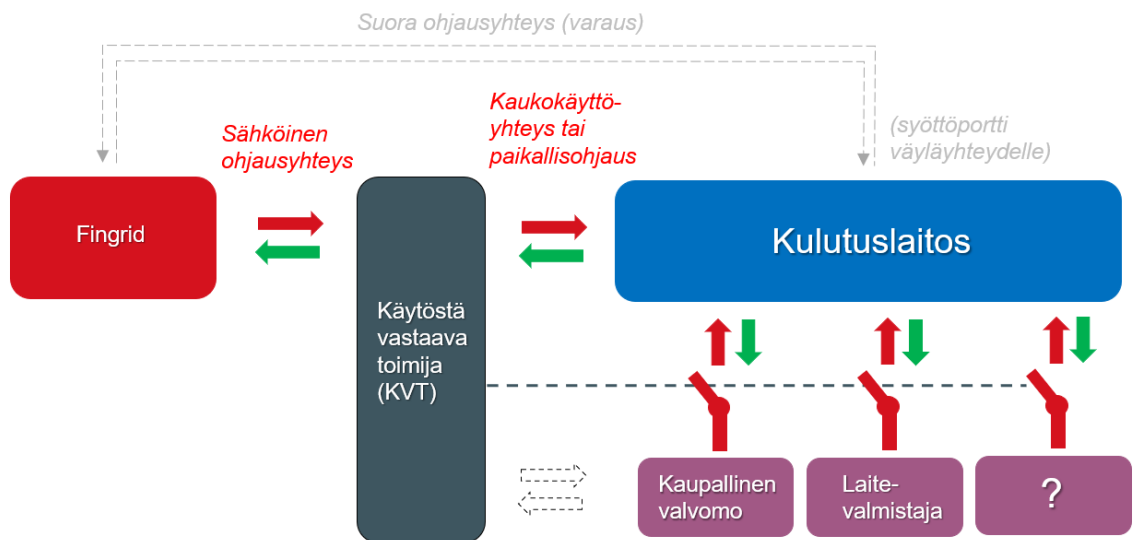
9.1.6 Ohjaukset ja kaukokäyttö

Kulutuslaitoksella on oltava yksi Liittyjän nimeämä kulutuslaitoksen käytöstä vastaava toimija (lyh. KVT), jolla on joka hetki tieto kulutuslaitoksen toimintatilasta, oikeus ja mahdollisuudet ohjata kulutuslaitosta ja muuttaa sen toimintapistettä ja säätötilaa sekä valtuuttaa tai rajoittaa mahdollisia kulutuslaitoksen ulkopuolelta annettavia ohjauksia. Käytöstä vastaava toimija voi ohjata kulutuslaitosta kaukokäytöllä tai paikallisesti. Mikäli ensisijaisena ohjaustapana on kaukokäyttö, tulee käytöstä vastaavalla toimijalla olla ohjauspaikallaan saatavilla kulutuslaitoksen etäohjaamiseen ja -valvontaan tarvittavat ohjaukset ja mittaukset.

Kulutuslaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on muutettava kulutuslaitoksen säätöjen toimintatilaa tai asetteluarvoa kulutuslaitosteknologian asettamissa rajoissa, jos Fingridin Kantaverkkokeskus tai Fingrid sitä pyytää. Ohjauspyyntö voidaan antaa käyttämällä sähköistä ohjausyhteyttä tai puhelimitse.

Ohjauksen periaate ja osapuolet on esitetty kuvassa 9.1.

12.6.2026



Kuva 9.1. Kulutuslaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö. Kulutuslaitoksen käytöstä vastaava toimija operoi kulutuslaitosta. Fingrid voi antaa kulutuslaitoksen käytöstä vastaavalle toimijalle ohjauspyyntöjä (punaiset nuolet) sekä vastaanottaa tilatietoja (vihreät nuolet) sähköisellä ohjausyhteydellä. Erillisen, suoran Fingridin ja kulutuslaitoksen välisen ohjausyhteyden toteuttamisesta päätetään erikseen. Käytöstä vastaavalla toimijalla voi lisäksi olla sähköinen ohjausyhteys (katkoviivanuolet vasemmalla) tai muuta tiedonvaihtoa tai muiden kulutuslaitosta ehdollisesti ohjaamaan kykenevien toimijoiden kanssa (katkoviivanuolet oikealla). Käytöstä vastaavalla toimijalla on mahdollisuus oikeuttaa ja rajoittaa muiden toimijoiden ohjauskykyä.

9.1.6.1 Fingridin sähköinen ohjausyhteys

Fingridin sähköisellä ohjausyhteydellä (ks. kuva 9.1) tarkoitetaan Fingridin ja kulutuslaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käytönvalvontajärjestelmien välistä tiedonvaihtoa, jonka toteuttamisesta Liittyjä vastaa. Sähköisen ohjausyhteyden tarkoituksena on tukea sähköjärjestelmän käyttövarmuutta mahdollistamalla Fingridille järjestelmävastaavana kulutuslaitosten toiminnan koordinointi poikkeustilanteissa.

Kulutuslaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on kyettävä sähköisen ohjausyhteyden välityksellä

- vastaanottamaan ja toteuttamaan taulukon 9.1 mukaiset Fingridin lähettämät ohjauspyynnöt sekä
- keräämään ja lähettämään taulukon 9.2 mukaiset tilatiedot Fingridille.

Sähköisellä ohjausyhteydellä pyydetty toimintatilan tai asetusarvon muutos on saatettava voimaan mahdollisimman nopeasti Fingridin antaman ohjauspyynnön vastaanottamisesta. Pyydettyä asetusarvoa vastaava uusi toimintapiste (P, Q) tulee saavuttaa viimeistään 15 minuutin kuluessa Fingridin antaman ohjauspyynnön vastaanottamisesta. Puhelimitse annettuna pyydetyn muutoksen mukainen lopputila tulee saavuttaa viimeistään 15 minuutin kuluttua pyynnön antamisesta.

12.6.2026

Sähköistä ohjausyhteyttä käytetään välittämään Fingridin pyyntö vaikuttaa kulutuslaitoksen toimintaan kulutuslaitoksen käytöstä vastaavalle toimijalle, eikä kulutuslaitoksen operointivastuu siirry ohjauspyyntöjä lähetettäessä Fingridille. Ohjauspyyntöjen toteuttaminen kulutuslaitoksen järjestelmissä voidaan automatisoida, mutta käytöstä vastaavan toimijan vastuulla on aina arvioida, rajoittavatko esimerkiksi henkilö- ja laitosturvallisuuteen tai lupaehtojen toteutumiseen liittyvät syyt ohjauspyynnön toteuttamista. Mikäli ohjauksia automatisoidaan, tulee automaation olla kytkettävissä pois päältä 15 minuutin sisällä Fingridin esittämästä pyynnöstä.

Sähköiseen ohjausyhteyteen liittyvän tiedonvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatieonvaihdon sovellusohjeessa.

Taulukko 9.1. Kulutuslaitoksen käytöstä vastaavan toimijan Fingridiltä vastaanottamat ohjauspyynnöt. Yksittäisen ohjauspyynnön toteutus voi vaatia useita erillisiä signaaleja.

n:o	Ohjauspyyntö	Vastaanotettava tieto
1.1	Päätötehon nopean rajoitustoiminnon aktivointi	Päälle/pois
1.2	Päätötehon nopean rajoitustoiminnon asetus	0–100 % (tai MW)
2.1	Alijännitteestä aiheutuvan päätötehon nopean rajoitustoiminnon aktivointi	Päälle/pois
3.1	Päätötehon muutosnopeuden rajoituksen aktivointi	Päälle/pois
3.2	Päätötehon muutosnopeuden rajoitus	5–50 MW/min (tai liittymäkohtaisesti määritetty muutosnopeus)
4	Kompensointilaitteiston kytkentä	Päälle/pois
5	Erikoissäädön ohjaus (esim. jännitteensäätö tai vaimennussäätö)	Päälle/pois
6	Käytönpalautuksen tila	Normaalitila / hälytystila / häiriötila / suurhäiriötila / palautustila. Tilatiieto on informatiivinen ja sitä voidaan käyttää Liittyjän tai Fingridin kanssa erikseen määriteltävien ohjausten toteuttamisessa.

12.6.2026

Taulukko 9.2. Kulutuslaitokselta lähetettävät tilatiedot, jotka käytöstä vastaava toimija toimittaa Fingridille

n:o	Tilatieto	Lähetettävä tieto
1	Kuittaus Taulukon 9.1 ohjausten vastaanotosta	
2	Taulukon 9.1 ohjauksia vastaava tilatieto / lukuarvo	
3	Pätötehon rajoitustoiminto toteutunut	Kyllä/ei
4	Alijännitesuoja toiminut	Kyllä/ei
5	Kulutuslaitoksen mekaanisten tai dynaamisten kompensointilaitteistojen tilatiedot	Päällä/pois
6	Erikoissäätöjen tilatiedot (jos erikseen sovittu)	Päällä/pois
7	Kulutuslaitoksen ja käytöstä vastaavan toimijan välisen kaukokäyttöyhteyden käytettävyystiето	Käytettävissä / ei käytettävissä

9.1.6.2 Fingridin suora ohjausyhteys

Fingridin niin vaatiessa kulutuslaitos tulee varustaa väyläliitännällä (syöttöportilla), jonka kautta Fingrid voi ohjata kulutuslaitosta suoraan. Väyläliitännän tulee mahdollistaa taulukoiden 9.1 ja 9.2 signaalinvaihto.

Fingrid päättää suoran ohjausyhteyden toteuttamisesta ja väyläliitännän käyttöönotosta erikseen kussakin kulutuslaitoshankkeessa ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

9.1.6.3 Kulutuslaitosten kaukokäyttöön liittyvät muut vaatimukset

Edellytyksenä pätötehon kulutuksen aloittamiselle (ION) Liittyjän tulee toteuttaa ja testata edellä kuvatut kaukokäyttöön liittyvät ohjaukset ja tiedonvaihto sekä ilmoittaa Fingridille kulutuslaitoksen sekä sen liittymisverkon käytöstä vastaavien toimijoiden yhteystiedot. Liittyjä vastaa siitä, että käytöstä vastaava toimija on tavoitettavissa 24 tuntia päivässä 7 päivänä viikossa.

Kulutuslaitoksen ohjattavuus ja kaukokäyttöön käytettävien tietoliikenneyhteyksien toimivuus tulee varmistaa jatkuvalla valvonnalla, joka antaa kulutuslaitoksen käytöstä vastaavalle toimijalle viipymättä tiedon kulutuslaitoksen ja käytöstä vastaavan toimijan ohjauspaikan välisen kaukokäyttöyhteyden epäkäytettävyydestä.

12.6.2026

Käytöstä vastaavan toimijan tulee ilmoittaa Fingridille kulutuslaitoksen ja sen liittymisverkon toiminnassa, ohjattavuudessa ja käyttöturvallisuudessa havaituista poikkeamista.

Käytöstä vastaavan toimijan, kulutuslaitoksen ja Fingridin välisten kaukokäyttöyhteyksien toiminta tulee koestaa määräajoin. Toimintakokeiden suoritusväli ja laajuus määritellään Fingridin kanssa.

9.1.7 Pätötehon säätö ja päätötehon muutokset

Kulutuslaitoksen päätötehon kulutusta tulee pystyä rajoittamaan liittymispisteessä. Tämän mahdollistamiseksi kulutuslaitoksen käytöstä vastaavalla toimijalla (luku 9.1.6) on oltava kyky ja tekniset keinot vaikuttaa kulutuslaitoksen verkosta ottamaan päätötehoon ennalta suunnitellulla ja kulutuslaitoksen prosessin kannalta hallitulla tavalla.

Kulutuslaitoksen päätötehon kulutuksen ohjaus voi perustua jatkuvaan säätöön (esimerkiksi suuntaajakytketyn kuorman tehon säätö lineaarisella rampilla) tai kuormien askelmaiseen kytkemiseen.

Mikäli kulutuslaitoksen päätötehon kulutusta voidaan ohjata sähkömarkkinoihin liittyen tai muusta syystä kolmannen osapuolen toimesta, tulee tällaisia ohjauksia kyetä rajoittamaan ja tarvittaessa estämään kokonaan. Tällaisissa ohjauksissa

- päätötehon suurinta muutosnopeutta tulee kyetä rajoittamaan siirryttäessä toimintapisteestä toiseen. Muutosnopeuden (MW/min) tulee olla valittavissa Fingridin kanssa määritettävällä vaihteluvälillä, jonka ohjeellinen suuruus on 5 MW/min – 50 MW/min. Tätä suuremmat päätötehon muutosnopeudet ovat sallittuja, mikäli
 - o ne ovat osa erikseen määriteltyjä ja sovittuja kulutusjoustopalveluita,
 - o päätötehon nopea rajoitustoiminto käynnistyy (9.1.8 tai 9.1.9) tai
 - o kulutuslaitos palautuu jännitehäiriöstä (9.1.11) tai siihen rinnastettavasta sähköverkon viasta.
- Fingrid voi pyytää päätötehon muutosnopeuden rajoittamista luvussa 9.1.6 kuvatulla ohjausyhteydellä (taulukko 9.1 / no.3.1 ja 3.2) tai puhelimitse.

Suurin sallittu kulutuslaitoksen sisäisestä prosessista aiheutuva yksittäinen askelmainen tehonmuutos on 50 MW elleivät liittymispisteen sähkön laadulle asetetut vaatimukset aseta tiukempia rajoituksia (esim. kuorman muutoksesta aiheutuva jännitemuutos). Tällainen tehonmuutos voi aiheutua esimerkiksi yksittäisen prosessilaitteen kytkennästä.

Kulutuslaitoksen kuorma ei saa aiheuttaa toistuvia askelmaisia tehomuutoksia, pakotettuja tehoheilahteluita tai käyttäytyä syklisesti siten, että se aiheuttaa liittymispisteeseensä luvussa 9.1.13 määriteltyä suurempia tehoheilahteluita. Mikäli tehoheilahteluille sallittu taso voi ylittyä, tulee kulutuslaitos varustaa tehoheilunnan kompensoivalla säätöfunktiolla ja tarvittaessa lisälaitteistolla, joka rajoittaa liittymispisteessä näkyvän tehoheilunnan sähköverkon kannalta hyväksyttävälle tasolle. Mikäli tehoheilunnan rajoittamiseen käytetään ulkoista sähkövarastoa, tulee sähkövaraston ohjaus- ja säätöperiaatteet määrittää yhdessä Fingridin kanssa.

12.6.2026

Liittyjän on laadittava selvitys kulutuslaitoksen pätötehon säädettävyydestä (luku 10.2.3).

9.1.8 Pätötehon nopea rajoitustoiminto

Kulutuslaitos on varustettava pätötehon nopealla rajoitustoiminnolla.

Fingrid voi pyytää kulutuslaitoksen verkosta ottaman pätötehon rajoittamista luvussa 9.1.6 kuvatulla ohjausyhteydellä tai puhelimitse. Syynä pätötehon rajoittamiseen voi olla sähköverkon vika, sähköpula tai muu poikkeuksellinen käyttötilanne.

Kulutuslaitoksen tulee kyetä rajoituspyynnön saadessaan alentamaan pätötehon kulutustaan vähintään kolmelle eri pätötehotasolle.

Toiminnon toteutuksessa on huomioitava seuraavat asiat::

- a) Toiminto tulee olla kytkettävissä päälle/pois erillisellä signaalilla (taulukko 9.1 / no.1.1).
- b) Ennalta määritettyjä, aseteltavissa olevia pätötehotasoja tulee olla maksimitehon (mitoituskulutusteho) lisäksi lähtökohtaisesti kolme, esimerkiksi: minimiteho, 40 % ja 70 %.
 - i. Mikäli em. pätötehotasoista tai tasojen lukumäärästä pitää poiketa esimerkiksi prosessiteknisestä syystä, määritetään rajoitustoiminnon toiminta yhdessä Fingridin kanssa laitoksen dynaaminen kyvykkyys huomioiden.
 - ii. Mikäli kulutuslaitoksen tehoa ei voida säätää jatkuvasti (taulukko 9.1 / no.1.2), tehon rajoitus voidaan toteuttaa kuormien porrastetulla irtikytkennällä.
- c) Pätötehoa tulee kyetä rajoittamaan vähintään 30 % toiminnon käynnistymistä edeltävästä tehosta.
- d) Toiminnon tulee aktivoitua yhdessä sekunnissa ohjaussignaalin saapumisesta Fingridin järjestelmästä kulutuslaitoksen käytöstä vastaavan toimijan (KVT) järjestelmään ja tehonsäätö asetusravoon toteuttaa Fingridin kanssa ennalta määritetyssä ajassa, joka voi olla korkeintaan 15 minuuttia.
- e) Kulutuslaitoksen tulee toteuttaa viimeisenä aktivoitu pätötehoasetus riippumatta siitä, onko kulutuslaitos ehtinyt saavuttaa edellistä, aiemmin aseteltua tasoa.
- f) Mikäli aktivoitua pätötehoasetusta ei voida saavuttaa, tulee laitoksen alentaa pätötehoaan senhetkisellemmin minimitasolle, missä toiminta on yhä jatkuvaa.
- g) Pätötehorajan poistuessa saa kulutuslaitos nostaa kulutustehoaan normaalin pätötehon säätönopeuden puitteissa, ellei Fingrid ole määritellyt tästä poikkeavaa muutosnopeutta.
- h) Toiminnon voi yhdistää soveltuvin osin ”alijännitteestä aiheutuva pätötehon nopea rajoitus” -toiminnon (luku 9.1.9) toteutukseen.

Liittyjän on laadittava selvitys toiminnon toteutuksesta (luku 10.2.3).

12.6.2026

9.1.9 Alijännitteestä aiheutuva pätötehon nopea rajoitus

Kulutuslaitos on varustettava alijännitteen käynnistämällä pätötehon nopealla rajoitustoiminnolla tai irtikytkentälogiikalla.

Fingrid voi pyytää toiminnon aktivointia luvussa 9.1.6 kuvatulla ohjausyhteydellä tai puhelimitse. Syynä toiminnon aktivoimiseen voi olla sähköverkon vika, sähköpula tai muu poikkeuksellinen käyttötilanne.

Sähköverkon jännitteen laskiessa Fingridin määrittelemän rajan alapuolelle kulutuslaitoksen pätötehoa säädetään automaattisesti alas joko rajoitussäätöön perustuen tai kytkemällä irti kuormaa porrasmaisesti. Toiminnon toteutuksessa on huomioitava seuraavat asiat:

- a) Toiminnon tulee olla kytkettävissä päälle/pois erillisellä signaalilla (taulukko 9.1). Oletuksena funktio on pois päältä.
- b) Toiminnon tulee perustua liittymispisteen tai muun Fingridin määrittelemän pisteen kolmivaiheiseen jännitemittaukseen. Jännite mitataan vaihejännitteistä.
- c) Toiminto on automaattinen ja tehonsäätö tai kuormien irtikytkentä käynnistyy Fingridin etukäteen määrittelemään toiminta-aikaan ja jänniteasetteluun perustuen.
- d) Toiminnon tulee mahdollistaa päämuuntajan (tai päämuuntajien) käänkytkimien lukitukset alijännitteellä.
- e) Pätötehoa tulee kyetä rajoittamaan vähintään 30 % toiminnon käynnistymistä edeltävästä tehosta.
- f) Toiminnon voi yhdistää soveltuvin osin ”pätötehon nopea rajoitustoiminto” -toiminnon (luku 9.1.8) toteutukseen.

Liittyjän on laadittava selvitys toiminnon toteutuksesta (luku 10.2.3).

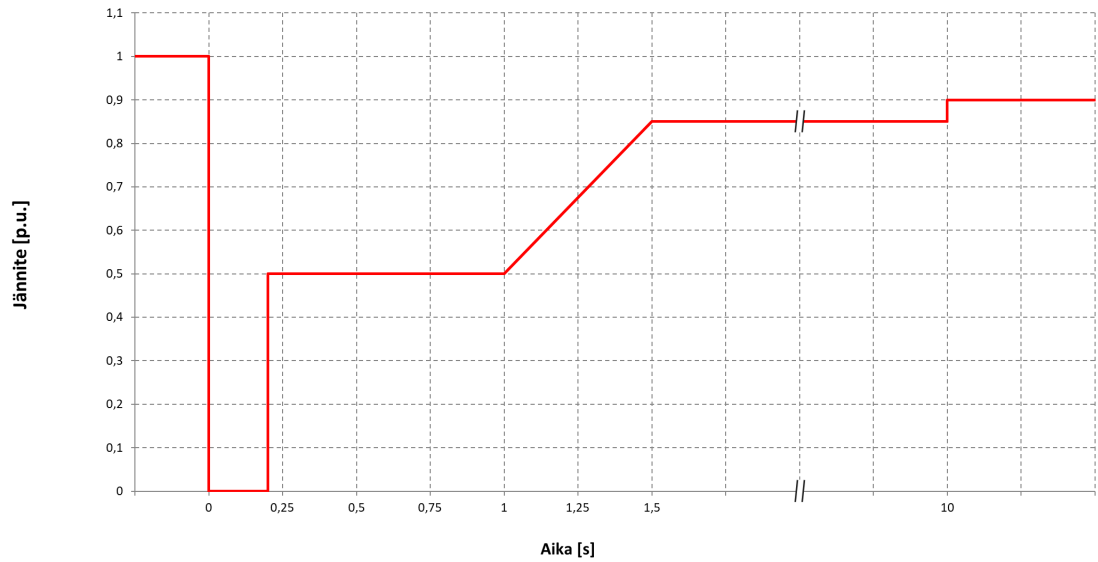
9.1.10 Toiminta jännitehäiriön yhteydessä

Kulutuslaitos omakäyttöineen on suunniteltava siten, että se kestää irtoamatta verkosta liittymispisteessä esiintyvän lyhytaikaisen käyttötaajuuden, mahdollisesti muita taajuuskomponentteja sisältävän jännitteen vaihtelun, joka rajautuu kuvassa 9.2 esitetyn alijännitteen ja kuvassa 9.3 esitetyn ylijännitteen väliselle alueelle. Kulutuslaitos ei saa myöskään irrota verkosta jännitehäiriössä, jossa alijännitettä seuraa ylijännite tai päinvastoin. Kulutuslaitos saa pysyä kiinni sähköverkossa kuvien käyrien ulkopuolella.

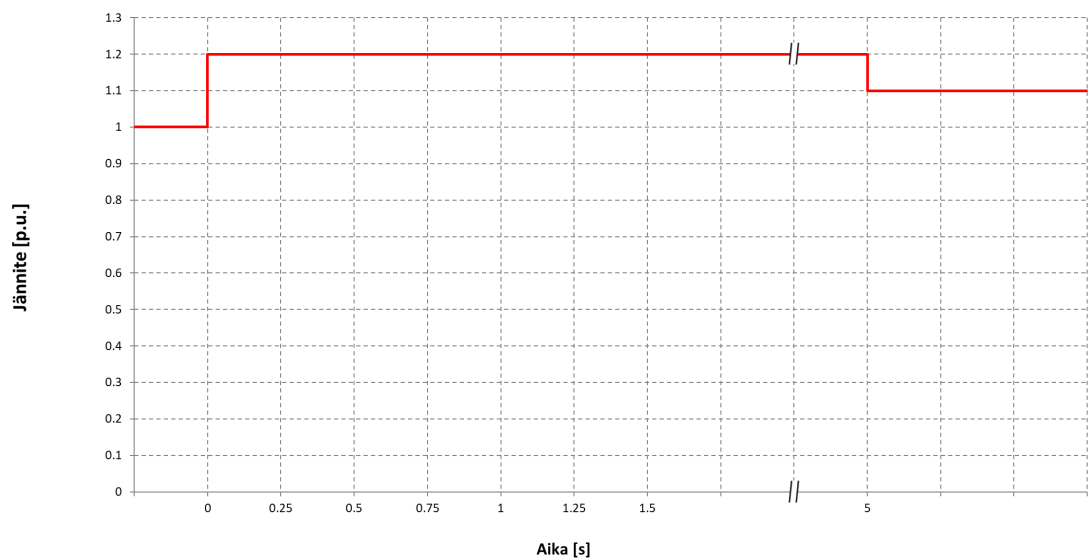
Vaatus on myös voimassa symmetrisissä vioissa (3-vaiheisissa oikosuluissa), epäsymmetrisissä vioissa (2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maaosulosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa) sekä kytkentätilanteissa. Maasulun aikana terveissä vaiheissa esiintyvä ylijännite ei saa johtaa kulutuslaitoksen irtoamiseen.

12.6.2026

Vaatimuksen tulee täytyä kulutuslaitoksen minimi- ja mitoituskulutustehon välisellä toiminta-alueella.



Kuva 9.2 Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen kulutuslaitoksen tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,00 pu 200 millisekunnin ajan. Käyrän pisteet: [0;1],[0;0], [0,2;0], [0,2;0,5], [1,0;0,5], [1,5;0,85], [10;0,85], [10;0,9].



Kuva 9.3 Lyhytaikaista ylijännitettä vastaava liittymispisteen pääjännite, jonka aikana ja jälkeen kulutuslaitoksen tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on liittymispisteen normaali käyttöjännite ennen häiriötä. Käyrän pisteet: [0;1], [0;1,2], [5;1,2], [5;1,1].

12.6.2026

Liittymispisteen jännitteen ollessa 0,90–1,10 pu kulutuslaitoksen tulee toimia jatkuvasti ja normaalisti.

Liittymispisteen jännitteen ollessa 0,50–0,90 pu kulutuslaitoksen pätötehon otto sähköverkosta saa alentua komponenttien virtarajoitusten mukaisesti. Kulutuslaitos ei saa irrota sähköverkosta.

Liittymispisteen jännitteen ollessa 0,00–0,50 pu laitoksen pätötehon otto sähköverkosta saa lakata. Kulutuslaitoksen verkkosuuntaajien alijännitteestä aktivoituva virranesto (engl. under voltage current blocking, under voltage lockout) saa aktivoitua lyhytaikaisesti ja tarvittaessa avata suuntaajan katkaisijan.

Jännitteen palaututtua 0,90 pu tasolle tulee pätötehon kulutuksen palautua luvun 9.1.11 mukaisesti. Jännitteen palautuminen 0,90 pu tasolle voi kestää Kuvassa 9.2 esitetysti korkeintaan 10 sekuntia, mutta tyypillisesti jännite palautuu vian poistumisen jälkeen huomattavasti nopeammin (<1 s).

Kulutuslaitos ei saa kytkeytyä irti usean peräkkäisen jännitehäiriön seurauksena. Tyypillinen aiheuttaja peräkkäisille jännitehäiriöille ovat pysyvän verkkovian jälkeen tapahtuvat pika- ja aikajälleenkytkennät. Kulutuslaitoksen tulee kestää irtoamatta verkosta yhteensä kahdeksan 100 ms kestävästä kolmivaiheista vikaa 90 sekunnin ajanjaksolla.

Kulutuslaitoksen tulee jännitehäiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien, mahdollisten laitoskohtaisten tai järjestelmätaajuisten sähkömekaanisten heilahteluiden aiheuttamien lyhytaikaisten jännitteen amplitudin ja vaihekulman vaihteluiden ajan.

Liittyjän tulee laatia selvitys kulutuslaitoksen jännitehäiriökestoisuudesta (luku 10.2.1).

Tässä luvussa kuvattu toiminnallisuus tunnetaan yleisesti englanninkielisellä käsitteellä fault ride-through (lyh. FRT).

9.1.11 Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen

Kulutuslaitos omakäyttöineen on suunniteltava siten, että sen pätötehon kulutus jännitehäiriön (luku 9.1.10) jälkeen palautuu vähintään 90 %:n tasolle jännitehäiriötä edeltäneestä pätötehosta yhden sekunnin kuluessa siitä, kun liittymispisteen jännite on palannut tasolle 0,90 pu.

Pätötehon palaututtua vähintään 90%:n tasolle jännitehäiriötä edeltäneestä tasosta, kulutuslaitoksen tulee pystyä jatkamaan toimintaansa normaalisti ilman jännitehäiriöstä aiheutunutta tarvetta kuluttamansa tehon alassäätöön.

Pätötehon palautumiseen voi käyttää väliaikaisena apuna muita komponentteja kuin itse kulutuslaitoksen prosessin kuormia. Tällaisia ovat esimerkiksi sähkövarastot tai sähkövastukset.

Liittyjän tulee laatia selvitys kulutuslaitoksen pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.2.1).

12.6.2026

Tässä luvussa kuvattu toiminnallisuus tunnetaan yleisesti englanninkielisellä käsitteellä post-fault active power recovery (lyh. PFAPR).

9.1.12 Loistehon kompensointi ja kompensointilaitteiden toiminta jännitehäiriön yhteydessä

Fingrid määrittelee rajat liittymispisteessä sallitulle loistehon tuotannolle ja kulutukselle.

Loisteho siirrolle asetettujen rajojen noudattamiseksi mahdollisesti tarvittavat loistehon kompensointilaitteet voivat olla kulutuslaitoksen liittymisjohdon ominaisuuksista ja kulutuslaitoksen kuorman käyttäytymisestä riippuen mekaanisesti kytkettäviä kiinteitä laitteita tai dynaamiseen loistehosäätöön kykeneviä laitteita. Kompensointilaitteiden suunnittelussa tulee huomioida liittynnälle asetetut sähkön laatuun liittyvät vaatimukset.

Jännitehäiriön (luku 9.1.10) ja sitä seuraavan pätötehon palautumisen (luku 9.1.11) yhteydessä siirtyvä kulutuslaitoksesta aiheutuva loisteho ei saa aiheuttaa kulutuslaitoksen liittymispisteeseen sähköverkon käyttövarmuuden kannalta haitallisia yli- tai alijännitteitä¹. Fingrid arvioi yli- tai alijännitteistä aiheutuvan liittymispistekohtaisen riskin osana erityistarkasteluvaatimusten arviointia (luku 4).

9.1.13 Vuorovaikutusilmiöt

Kulutuslaitos säätöineen tulee suunnitella toimimaan stabiilisti osana sarja- ja rinnakkaiskompensoitua sähköjärjestelmää, jossa suuntaajakytkettyjen voimalaitosten ja suuntaajakytkettyjen kulutuslaitteistojen osuus on hallitseva tahtikonevoimalaitosten määrään verrattuna.

Kulutuslaitoksen tulee toimia piensignaalistabiiliuden näkökulmasta stabiilisti osana sähköjärjestelmää. Kulutuslaitos ei saa aiheuttaa jännite- tai tehoheilahteluiden vahvistumista pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä.

Pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä esiintyy kulutuslaitoksen suunnittelussa huomioitavia heilahtelumodeja seuraavilla taajuuksilla²:

- Taajuudensäätöä suorittavien tahtikoneiden sekä suuntaajakytkettyjen laitosten taajuussäätäjien heilahtelumoodit, jotka vaikuttavat keskeisesti pohjoismaisen sähköjärjestelmän taajuuden laatuun esiintyvät taajuusalueella 0,01–0,2 Hz.

¹ Esimerkiksi mekaanisesti kytketyt kompensointikondensaattorit voivat aiheuttaa suuren ylijännitteen. Näin voi tapahtua, kun sähköverkon ohimenevästä viasta aiheutuvan alijännitteen (jännitehäiriön) takia kulutuslaitoksen kuorma laskee hetkellisesti, mutta ei palaudu välittömästi vian poistuessa. Koska liittymispisteen jännite palautuu yleensä vian jälkeen hyvin nopeasti, voivat kondensaattorit aiheuttaa suuren käyttötaajuuden ylijännitteen liittymispisteeseen, jossa pätötehon siirto on kuorman palautumisviiveestä johtuen vielä vähäistä. Käytännössä tämä voi vaatia jännitettä rajoittavan laitteiston asentamista liityntään.

² Tässä luvussa mainitut taajuudet on esitetty dq-tasossa (koordinaatistossa) eli millä taajuudella ne ovat nähtävissä tehollisarvosignaalin (RMS) jaksollisena vaihteluna. Taajuudet voidaan esittää abc-tasossa suhteessa 50 Hz:n nimellistaajuuteen, jolloin esim. 5–35 Hz taajuusalue dq-tasossa voidaan tulkita abc-tasossa taajuusalueina 15–45 Hz ja 55–85 Hz.

12.6.2026

- Sähkömekaaniset alueiden väliset tehoheilahtelut esiintyvät taajuusalueella 0,2–1,0 Hz. Hallitseva järjestelmätason heilahtelumoodi pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä on noin 0,3–0,5 Hz.
- Tahtikonevoimalaitosten paikalliset heilahtelumoodit sekä alueelliset sähkömekaaniset heilahtelumoodit esiintyvät taajuusalueella 0,5–2,0 Hz.
- Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten aiheuttamat suuntaajalähtöiset jänniteheilahtelut esiintyvät taajuusalueella 2–15 Hz.
- Sarjakompensoidun verkon resonanssitaajuudet, tyypin 3 tuulivoimalaitosten negatiivinen vaimennus sekä tahtikoneiden akselimoodit esiintyvät taajuusalueella 5–45 Hz.

Kulutuslaitoksesta mahdollisesti aiheutuvien jatkuvien syklisten tehomuutosten huippuarvo (engl. peak magnitude) täytyy rajoittaa kyseisillä taajuusalueilla taulukossa 9.1 esitettyjen raja-arvojen sisälle³. Kyseisiä raja-arvoja tarkastellaan liittymispisteestä katsoen perustuen spektrianalyysiin (engl. spectral analysis), jossa käytetään taulukossa määriteltyjä ikkunan pituuksia (engl. window length) signaalin taajuussisällön analysointiin esimerkiksi lyhytaikaisella Fourier-muunnos-menetelmällä (engl. STFT, Short-Time Fourier Transform).

Taulukko 9.1. Syklisten tehoheilahteluiden sallittu suuruus.

Taajuusalue [Hz]	Heilahtelun huippuarvon suurin sallittu osuus mitoituskulutustehosta ($P_{max,d}$)		Spektrianalyysin ikkunan pituus [s]
	[%]	kuitenkin korkeintaan [MW]	
0,01–0,025	20	40	300
0,025–0,05	20	40	160
0,05–0,1	20	40	80
0,1–0,2	10	20	40
0,2–0,5	3	6	20
0,5–2,0	6	12	10
2,0–6,0	3	6	2
6,0–18,0	3	6	1
18,0–45,0	3	6	0,5

Raja-arvot voidaan ylittää lyhytaikaisesti mikäli ylitys aiheutuu verkossa tapahtuvasta ohimenevästä jännitehäiriöstä, eikä kulutuslaitoksen kuorman aiheuttamasta jatkuvasta syklistä tehonvaihtelusta. Tällöin ylityksen kesto yhdessä jännitehäiriössä saa olla kullakin taajuusalueella enintään kyseiselle taajuusalueelle määritellyn spektrianalyysin ikkunan pituuden mittainen.

³ Esimerkiksi 300 MW:n kulutuslaitos saa aiheuttaa liittymispisteeseensä 1 Hz:n taajuudella esiintyvän heilahtelun, joka on huippuarvoltaan korkeintaan 12 MW (koska $6\% \times 300\text{MW} = 18\text{MW} > 12\text{MW}$) tarkasteltuna spektrianalyysissä 10 sekunnin ikkunalla.

12.6.2026

Vaiheittain valmistuvissa hankkeissa, joissa kulutuslaitos koostuu useista itsenäisistä kulutusyksiköistä, raja-arvoja tarkastellaan suhteessa kunkin kulutusyksikön mitoituskulutustehoon.

Mikäli kulutuslaitos aiheuttaa oheiset raja-arvot ylittäviä syklisiä tehoheilahteluita liittymispisteeseensä, tulee kulutuslaitos varustaa tehomuutosta kompensoivalla lisälaitteistoilla, jolla tehoheilahtelu rajoitetaan vähintään em. raja-arvoihin. Tehoheilahteluita kompensoivia laitteistoja ovat esimerkiksi energiavarastolla toteutetut staattiset synkronikompensoittorit (engl. ES-STATCOM) ja erilaiset sähkövarastoratkaisut tai näiden yhdistelmät. Liittyjän tulee osoittaa valitun teknisen ratkaisun mitoitus ja toimivuus tarkasteluin ja laskelmin.

Kulutuslaitos on tarvittaessa varustettava suojalaitteella, joka kykenee irrottamaan tehoheilahteluita aiheuttavan laitteiston sähköverkosta. Fingrid määrittelee tarpeen suojalaitteelle osana erityistarkasteluvaatimuksia (luku 4).

Mikäli Liittyjä havaitsee teho- tai jänniteheilahteluita aiheuttavia vuorovaikutusilmiöitä laitteistonsa ja sähköjärjestelmän välillä, tulee Liittyjän ottaa viipymättä yhteyttä Fingridiin.

Liittyjän on laadittava selvitys vuorovaikutusilmiöistä (luku 10.2.2).

9.1.14 Sähkön laatu

Liittyjä on velvollinen noudattamaan Fingridin erikseen määrittelemiä sähkön laatuun liittyviä teknisiä vaatimuksia. *Liittyjä ei saa ylittää annettuja raja-arvoja. Liittyjän tulee varautua Fingridin määrittämään sähkön laatuun.*

Liittyjän tulee toimittaa Fingridin pyytämät tiedot ja raportit, joiden perusteella Fingrid voi arvioida sähkölaitteiston vaikutusta sähkön laatuun ennen sähkölaitteiston verkkoon liittämistä.

9.1.15 Instrumentointivaatimukset

Kulutuslaitokseen on asennettava jatkuvatoiminen tallennusjärjestelmä, joka kykenee tallentamaan kulutuslaitoksen jatkuvan toiminnan yhteydessä esiintyvät häiriöt ja heilahtelut.

Tallennusjärjestelmän tulee mahdollistaa kulutuskohteen toiminnan jatkuva-aikainen tallentaminen aina kulutuskohteen ollessa kytkettyneenä verkkoon. Laitteiston tulee tallentaa todenmukaisesti sähköjärjestelmän häiriö- ja muutostilanteet. Kulutuslaitoksen käytöstä vastaavalla toimijalla tulee olla nopea pääsy tallennusjärjestelmän tallenteisiin.

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

1. Tallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin määrittelemän mittauspisteen jännitteet ja virrat hetkellisarvoina vaiheittain.
2. Tallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin määrittelemän mittauspisteen päto- ja loisteho sekä taajuus. Teho- ja taajuusmittausten tallennustaajuuden tulee olla vähintään 50 Hz.

12.6.2026

3. Kohdissa 1 ja 2 esitettyjen suureiden lisäksi suositellaan tallennettavaksi säätäjien toimintapisteet sekä SCADA-järjestelmän lokitiedot.
4. Virta- ja jännitemittausten näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla muutosilmiöissä korkea (4 kHz tai suurempi)
5. Tallentimen aika tulee synkronoida ulkoisen aikapalvelimen (esim. kulutuslaitoksen automaatiojärjestelmä tai GNSS-järjestelmä) kanssa.
6. Tallennusjärjestelmä tulee toteuttaa siten, että kulutuslaitoksen käytöstä vastaavalla toimijalla on alle tunnissa pääsy tallentimen mittauksiin ja Fingrid sekä Fingrid saavat tallenteet käyttöönsä viimeistään kahdeksan tunnin kuluessa niiden pyytämisestä.
7. Tallennusjärjestelmä tulee varustaa vähintään 30 päivää kattavalla muistikapasiteetilla. Tallennus voidaan toteuttaa sovelluspohjaisella ratkaisulla, jossa mittaustiedot siirretään kulutuslaitoksen ulkopuoliseen tietovarastoon huomioiden kuitenkin tallennuksen jatkuvuus esim. tietoliikennehäiriöissä.

9.1.16 Mallinnusvaatimukset

Kulutuslaitoksesta on toimitettava Fingridille simulointimallit (laskentamallit) PSS[®]E-ohjelmistolle sekä PSCAD[™]-ohjelmistolle laadittuna.

Simulointimallien tulee toistaa kulutuslaitoksen keskeiset toiminnallisuudet ja tekniset ominaisuudet todenmukaisesti. Malleilta vaadittavat tekniset ominaisuudet ja suorituskyky on määritelty Fingridin mallinnusohjeissa.

Simulointimalleja hyödynnetään osana vaatimustenmukaisuuden todentamista.

Simulointimallien toimituksen yhteydessä Liittyjä toimittaa raportin, joka osoittaa mallien täyttävän Fingridin mallinnusohjeiden vaatimukset. Raporttiin sisällytetään myös tulokset malleilla suoritetuista simuloinneista, jotka osoittavat kulutuslaitoksen täyttävän seuraavat vaatimukset:

- a. toiminta vaihtelevalla jännitteellä ja taajuudella (KJV2018 jänniteikkuna)
- b. taajuuden muutosnopeuden sietokyky (luku 9.1.1)
- c. jännitteen kulmamuutokset (luku 9.1.3)
- d. jännitehäiriökestoisuus (luku 9.1.10)
- e. pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen (luku 9.1.11)
- f. vuorovaikutusilmiöt (luku 9.1.13)

Fingrid antaa Liittyjälle tarkemmat ohjeet suoritettavista simuloinneista ja niiden raportoinnista.

12.6.2026

Simulointimallien tulee sisältää kaikki kulutuslaitoksen pääkomponentit mukaan lukien kompensointilaitteistot sekä kulutuslaitoksen toimintaan verkossa vaikuttavat säätimet, rajoittimet ja suojalaitteet. Simulointimallien tulee olla parametroitavissa Vaatimusten piirissä olevien ominaisuuksiensa osalta. Simulointimallien mukana tulee toimittaa kattava dokumentaatio, joka mahdollistaa mallin käytön ja parametroinnin erilaisia käyttö- ja häiriötilanteisiin liittyviä tarkasteluja varten.

Liittyjän tulee pyydettyä toimittaa tiedot malleille tehdyistä todentamistoimenpiteistä, kuten hardware-in-the-loop (HIL)-testeistä tai tehdaskokeista, joissa fyysisen laitteen vastetta sähköverkon ilmiöihin on testattu osana simulointimallia. Vaatimus koskee kulutuslaitoksen suuntaajakytkettyjä yksiköitä, säätäjiä, suojalaitteita ja muita aktiivisia komponentteja.

Fingridillä on oikeus vaatia mallien toiminnan todentamista testeillä (software-, control- tai hardware-in-the-loop), mikäli mallin ja Fingridin verkon käyttövarmuuden kannalta merkittävän kulutuslaitoksessa käytetyn laitteen toiminnan vastaavuutta ei voida muulla tavoin todentaa.

12.6.2026

10 Vaatimustenmukaisuuden todentaminen

Liittyjä todentaa kulutuslaitoksen ja sen verkkoliittynän toiminnan sille asetettujen Vaatimusten täyttymisen osoittamiseksi.

10.1 Vaatimustenmukaisuuden todentamissuunnitelma

Liittyjän on laadittava kulutuslaitokselle asetettujen vaatimusten täyttymisen osoittava vaatimustenmukaisuuden todentamissuunnitelma osana vaiheen 1b (luku 5.1.2) dokumentaatiota.

Todentamissuunnitelmassa kuvataan vaatimusten todentamiseen liittyvät toimenpiteet seuraavien osakokonaisuuksien osalta;

- 1) Suunnitteludokumentteihin ja simulointimalleihin perustuvat tarkastelut (ml. luvun 10.2 selvitykset)
- 2) Laitetestaukset kuten tehdaskokeet tai tyyppitestaukset
- 3) Käyttöönoton yhteydessä suoritettavat kokeet (määriteltynä ylätasolla; yksityiskohtainen käyttöönottosuunnitelma toimitetaan vaiheessa 2).
- 4) Mallinnustietojen todentaminen (käyttöönottokokeita ja laitetestejä vasten)
- 5) Jatkuva seuranta.

Todentamissuunnitelman sisältöä voidaan täsmentää vaiheessa 0 (luku 5.1.1) yhdessä Fingridin kanssa.

Todentamissuunnitelman tavoitteena on tunnistaa kulutuslaitoksen vaatimustenmukaisuuden kannalta keskeiset laitteet ja järjestelmät ja kuvata toimenpiteet joilla varmistetaan, että ne todella täyttävät vaatimukset (esim. jännitehäiriökestoisuuden osalta).

Todentamissuunnitelmasta tulee käydä ilmi em. toimenpiteiden alustava ajankohta ja riippuvuudet toisistaan.

Todentamissuunnitelma tulee laatia ja toimittaa jo suunnittelun alkuvaiheessa, jotta Fingridn kommentit suunnitelmaan voidaan huomioida hankkeen aikataulun kannalta riittävän varhaisessa vaiheessa esimerkiksi laitteiden hankintaa, valmistusta ja testausta ajatellen.

10.2 Vaatimustenmukaisuudesta laadittavat selvitykset

Liittyjän tulee toimittaa kulutuslaitoksesta tässä luvussa kuvatut selvitykset osana Vaiheen 1b dokumentaatiota.

Kirjallisten selvitysten tukena voidaan käyttää kulutuslaitoksesta laadittuja simulointimalleja (luku 9.1.16), laitetestien tulosaineistoa ja laitesertifikaatteja. Erityisesti testiraportteja ja laitesertifikaatteja käytettäessä Liittyjän on perusteltava selkeästi ja

12.6.2026

yksityiskohtaisesti, miten ja minkä vaatimuksen täyttymisen kukin selvitykseen liitetty dokumentti perustelee.

10.2.1 Selvitys jännitehäiriökestoisuudesta ja pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen

Kulutuslaitoksen jännitehäiriökestoisuudesta tulee laatia selvitys, joka kuvaa miten jännitehäiriöiden vaikutukset on huomioitu kulutuslaitoksen suunnittelussa. Selvityksen tulee osoittaa lukujen 9.1.10 , 9.1.11 ja 9.1.12 vaatimusten täytyminen eli kulutuslaitoksen ja mahdollisten kompensointilaitteistojen vaatimustenmukainen toiminta jännitehäiriön aikana ja jälkeen sekä pätötehon palautumisessa.

Selvityksessä tulee huomioida kokonaisvaltaisesti laitoksen suunnitteluperusteet ml. jännitehäiriökestoisuuden kannalta olennaisten järjestelmien ja komponenttien mitoitus-, suojaus-, prosessi- ja automaatio suunnittelu:

- Sähköjakelun jännitehäiriösietoisuus sisältäen suurjännite-, keskijännite-, pienjännite- ja tasasähköjärjestelmien jakelut.
- Sähkökäyttöjen suojaus-, säätö- ja automaatiojärjestelmät (ml. suuntaajat)
- Sähköisten toimilaitteiden suojaus-, säätö- ja automaatiojärjestelmät
- Mekaanisesti kytkettävät ja dynaamiset loistehon kompensointilaitteistot
- Muut vaatimuksenmukaisuuteen vaikuttavat merkittävät prosessit ja sähkölaitteistot

Laskennalliset tarkastelut suoritetaan tarvittaessa useammalla liittymispisteen oikosulkutehotasolla. Fingrid määrittelee tarkastelussa käytettävät liittymispisteen oikosulkutehotasot ja liittymispisteen sähköverkon kuvauksessa käytettävät lähtötiedot.

Selvityksessä tulee kiinnittää erityistä huomiota kulutuslaitoksen sisäverkon jännitteen vaihteluun kuorman muuttuessa minimi- ja maksimikulutustehon välillä huomioiden laitoksen sisäiseen jännitteen säätöön osallistuvien komponenttien toiminta (käämikytkimet, kompensointilaitteet, väliottokytkimien asento jne.).

10.2.2 Selvitys vuorovaikutusilmiöistä

Liittyjän tulee arvioida kulutuslaitoksen kyky aiheuttaa vuorovaikutusilmiöitä (luku 9.1.13). Liittyjän tulee laatia selvitys, joka kuvaa missä tilanteissa vuorovaikutusilmiöitä voi esiintyä, mistä ne aiheutuvat, kuinka suuria ne ovat ja millä toimenpiteillä niille asetettujen raja-arvojen ylittyminen estetään.

Fingrid toimittavat laskennallisissa tarkasteluissa tarvittavat lähtötiedot taustaverkosta.

10.2.3 Selvitys pätötehon säädettävyydestä

Kulutuslaitoksen pätötehon säädettävyydestä tulee laatia selvitys, joka kuvaa miten laitoksen pätötehonkulutusta ohjataan. Selvityksessä kuvataan osajärjestelmittäin pätötehon säädön toiminnallisuudet ja säädettävyyteen liittyvät rajoitteet sekä alas- että

12.6.2026

ylössäädön osalta. Selvityksen tulee osoittaa lukujen 9.1.7 , 9.1.8 ja 9.1.9 vaatimusten täyttyminen.

10.3 Laitteille suoritettavat kokeet ja laitteiden tyyppihyväksyntä

Liittyjä määrittelee osana vaatimustenmukaisuuden todentamissuunnitelmaa (luku 10.1) kulutuslaitoksen laitteille suoritettavat tehdas- ja tyyppikokeet ja niistä laadittavat suunnitelmat. Koe voidaan korvata vaatimustenmukaisuuden kiistattomasti osoittavalla aiemmin laaditulla testiraportilla.

Fingrid voi vaatia muutoksia testien kohdentamiseen tiettyihin laitteisiin, kokeiden sisältöön ja laajuuteen. Suunnitelmat kokeista tulee toimittaa Fingridille viimeistään kaksi kuukautta ennen kokeiden suunniteltua ajankohtaa. Fingrid voi osallistua kokeisiin harkintansa mukaan omalla kustannuksellaan. Vastuu kokeiden suorittamisesta ja dokumentoinnista on Liittyjällä.

Mikäli kulutuslaitoksella on useita samanlaisia laitteistoja (kuten taajuusmuuttajat, UPS-laitteistot, suuntaajayksiköt), voidaan kyseisen tyyppiselle laitteistolle myöntää vaatimuksenmukaisuuden vahvistava tyyppihyväksyntä. Laitteistokohtaiset tyyppihyväksynät eivät kuitenkaan korvaa koko kulutuslaitokselle laadittuja järjestelmätason selvityksiä (luku 10.2), joilla osoitetaan kulutuslaitoksen täyttävän vaatimukset toiminnallisena kokonaisuutena, joka voi sisältää tyyppihyväksynnän saaneita laitteistoja.

Mikäli kulutuslaitoksella käytetty teknologia on usein vaihtuvaa (kuten datakeskusten laskentayksiköt) ja teknologialla on vaikutus vaatimustenmukaisuuteen, tulee kyseisen laitteiston tyyppihyväksyntäprosessi määritellä yhdessä Fingridin kanssa, jotta vaatimustenmukaisuus pysyy yllä laitteiston vaihtuessa.

Tyyppihyväksyntä edellyttää tyyppikokeita, jotka suoritetaan Fingridin määrittelemässä laajuudessa. Tyyppikokeissa suoritetaan vähintään seuraavat testit, mikäli ne koskettavat laitteistoa;

- Taajuus ja jänniteikkunat (KJV2018 / luku 9.3)
- Taajuuden muutosnopeus (luku 9.1.1)
- Toiminta minimioikosulkuteholla (luku 9.1.2)
- Jännitteen kulmamuuutokset (luku 9.1.3)
- Vuorovaikutusilmiöt (luku 9.1.13)
- Pätötehonsäätö (luku 9.1.7)
- Jännitehäiriökestoisuus (kappale 9.1.10)
 - o ylijännitteet
 - o alijännitteet

12.6.2026

- vikasekvenssit (PJK ja AJK)
- virranrajoituksen aktivoituminen alijännitteellä (suuntaajilla)
- Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen (luku 9.1.11)
- Loistehon kompensoinnin toiminta normaalitilanteessa ja jännitehäiriössä (kappale 9.1.12)

Liittyjän vastuulla on varmistaa, että kulutuslaitokseen asennettava laitteisto parametroidaan käyttöönottovaiheessa tyyppihyväksytyin laitteiston mukaisesti ja parametointi säilyy vaatimusten mukaisena läpi laitteiston elinkaaren (ohjelmistopäivitykset, laitevaihdot).

Fingrid voi vaatia kulutuslaitoksen laitteista laadittujen simulointimallien (luku 9.1.16 toiminnan todentamista laitteille suoritettuja kokeita vasten.

10.4 Käyttöönottokokeet

Tässä luvussa on täsmennetty KJV2018:n luvussa 10 esitettyjä käyttöönottokokeisiin liittyviä vaatimuksia. KJV2018:n vastaavia vaatimuksia käsittelevä teksti on toistettu selkeyden vuoksi *kursiivilla*.

Liittyjän vastuulla on todentaa kulutuslaitoksen vaatimustenmukaisuus käyttöönottokokein. Kokeet voidaan suorittaa, kun kulutuslaitos tai kunkin kokeen kannalta relevantit osajärjestelmät kykenevät laitteiston normaalia käyttötilannetta vastaavaan toimintaan. Käyttöönottokokeet tulee suorittaa yhteistyössä Liittyjän ja Fingridin kanssa.

Fingridin edustajat voivat osallistua vaatimustenmukaisuuden varmentamiseen liittyviin kokeisiin joko laitosalueella tai Fingridin valvontakeskuksesta käsin. Tätä varten Liittyjän on annettava käyttöön tarvittavat valvontalaitteet kaikkien merkityksellisten testisignaalien ja mittausten rekisteröimiseksi sekä varmistettava, että tarvittavat Liittyjän edustajat ovat läsnä laitosalueella koko kokeen keston ajan. Liittyjän on annettava Fingridin määrittelemät signaalit, jos Fingrid haluaa valikoiduissa kokeissa käyttää omia laitteitaan suorituskyyvyn rekisteröimiseen.

10.4.1 Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat ja tiedonvaihto

Liittyjän tulee toimittaa kulutuslaitoksen ja sen verkkoliittynän käyttöönottosuunnitelma, jossa kuvataan sähköverkon kannalta olennaiset käyttöönottokokeet ja kuvaus käytännön koejärjestelyistä. Käyttöönottokokeet on suunniteltava siten, että kulutuslaitoksen todellisen toiminnan ja mallinnustietojen vastaavuus voidaan osoittaa kokeiden tuloksiin perustuen. Käytännön järjestelyiden osalta suunnitelman tulee sisältää ainakin mittausjärjestelyt, vastuuhenkilöt ja alustava aikataulu. Käyttöönottosuunnitelmassa tulee arvioida kokeiden suorittamiseen liittyvät riskit. Käyttöönottosuunnitelma on toimitettava Fingridille viimeistään kaksi kuukautta ennen käyttöönottoa.

Järjestelmävastaavana Fingridillä on oikeus peruuttaa tai muuttaa käyttöönottokokeiden aikataulua, mikäli kokeiden suorittaminen suunniteltuna ajankohtana ei ole sähköjärjestelmän käyttötilanteesta johtuen mahdollista. Peruuttamisen tai aikataulun

12.6.2026

muuttamisen syitä voivat olla esimerkiksi kulutuslaitoksen tai alueen voimalaitosten käyttöön liittyvät olosuhteet tai paikallisen sähköverkon ja kansallisen sähköjärjestelmän käyttötilanne. Mikäli käyttöönottokokeiden ajankohtaa joudutaan siirtämään, Liittyjä sopii uudesta aikataulusta Fingridin kanssa.

Liittyjän on käyttöönottoon liittyvien suunnitelmien laatimisen ja toimittamisen yhteydessä sovittava tapaaminen Fingridin kanssa. Tapaamisen ajankohdan on oltava viimeistään 2 kuukautta ennen käyttöönottokokeita. Tapaamisessa Liittyjän tulee sopia lopullinen käyttöönottokoesuunnitelma, aikataulu ja käytännön järjestelyt Fingridin kanssa. Mikäli edellä mainitut osapuolet sopivat, että tapaamista ei järjestetä, tulee tiedonvaihto sovittavien asioiden suhteen järjestää muulla tavoin. Jokaisen edellä mainitun osapuolen tulee nimittää vähintään yksi yhteyshenkilö käyttöönottoa varten.

Kaikissa käyttöönottokokeista tulee mitata vähintään liittymispisteen tai muun Fingridin määrittelemän pisteen kolmivaiheiset virrat ja jännitteet. Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen asetteluarvo sekä asetteluarvon muutokset.

Käytettävien mittalaitteiden näytteenotto- ja tallennustaajuuden tulee olla kussakin kokeessa sellainen, että vaatimustenmukaisuuden kannalta olennaiset muutosilmiöt voidaan todentaa mittaustuloksista. Mittauksissa voidaan hyödyntää kulutuslaitoksen omia kiinteitä mittalaitteita, mikäli ne täyttävät em. vaatimukset.

10.4.2 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

10.4.2.1 Verkkoliitynnän käyttöönottotarkastus ja käyttöönottokokeet

Sähkölaitteistolle tulee suorittaa käyttöönottotarkastus, josta laaditaan käyttöönottotarkastuspöytäkirja. *Käyttöönottopöytäkirja toimitetaan Fingridille todentamisprosessin vaiheessa 1a.*

Liittyjän vastuulla on dokumentoida verkkoliitynnälle tehdyt käyttöönottokokeet ja niiden tulokset verkkoliitynnän käyttöönottoraporttiin. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti liitteineen sähköisenä asiakirjana Fingridille todentamisprosessin vaiheessa 2.

Käyttöönottoraporttiin tulee sisällyttää:

- a. *Maadoitusresistanssien mittaus.* Maadoitusresistanssien mittaus on suoritettava SFS6001-standardin mukaisilla menetelmillä ja testilaitteilla.
- b. *Muuntajan, haarajohdon, maakaapeleiden sekä muiden mahdollisten komponenttien sähköiset mittaukset.*
- c. *Suojausasettelut.* Sähkölaitteiston suojauksen vaatimustenmukainen toiminta (ml. alitaajuussuojaus) tulee todentaa suojareleiden käyttöönottokoestuksilla. Vaatimustenmukaisuuteen vaikuttavien suojareleiden primääri- tai toisiokoestusraportit tulee toimittaa Fingridille.
- d. Toiminnallisten kokeiden tulokset
 - i. *Alitaajuudesta tapahtuva kuormien irtikytkentä (NC ER)*

12.6.2026

- ii. *Tahdistus* (jos käytössä, KJV2018 / luku 9.7.2)
- iii. *Voimajohtoliitynnän kaukokäytöllä suoritettava irtikytkentä* (vain voimajohtoliitynnät)
- iv. *Autonominen kytketyminen* (jos käytössä, luku 9.1.5)
- v. *Syötönvaihto* (jos käytössä, luku 9.1.4)

10.4.2.2 Kulutuslaitoksen toiminnalliset käyttöönottokokeet

Toiminnalliset käyttöönottokokeet tulee suorittaa todentamisprosessin vaiheessa 2. Kokeiden tulee osoittaa testattavan ominaisuuden vaatimustenmukaisuus ja suunnitteluperiaatteidensa mukainen toiminta. Kokeiden tarkka suoritustapa riippuu kulutuslaitoksen teknisestä toteutuksesta. Fingrid määrittää kokeiden lopullisen laajuuden. Liittyjä ja Fingrid määrittelevät kokeiden suoritustavan osana käyttöönottosuunnitelman laatimista perustuen Liittyjän tekemään yksityiskohtaiseen ehdotukseen kussakin kokeessa käytettävästä koejärjestelystä.

Ennen toiminnallisten käyttöönottokokeiden aloittamista tulee tarkastaa, että kulutuslaitoksen säätöjen, rajoittimien ja suojausten laiteasettelut vastaavat toimitettuja tietoja. Erityisesti tulee todentaa toimitetuissa simulointimalleissa käytettyjen parametrien vastaavuus. Eroavaisuudet asettelussa tulee selvittää ennen käyttöönottokokeiden aloittamista. Asetteluiden tarkastus sekä mahdolliset käyttöönottokokeiden aikana tehdyt muutokset asetteluihin tulee dokumentoida ja sisällyttää käyttöönottoraporttiin.

Suoritettavien kokeiden alustava laajuus:

1. *Sähkölaitteiston autonominen kytketyminen* (luku 0)
2. *Tehoheilahtelujen vaimentuminen* (luku 9.1.13)
3. *Pätötehon nopean rajoitustoiminnon toiminta* (luku 9.1.8)
4. *Alijännitteestä aiheutuva pätötehon nopea rajoitus* (luku 9.1.9)
5. *Pätötehon muutosnopeuden rajoituksen toiminta* (luku 9.1.7)
6. *Kulutuslaitoksen kuorman dynaamisen ja staattisen jänniteriippuvuuden määrittäminen.*
 - a. Testin tavoitteena on määrittää laitteiston verkosta ottaman pätö- ja loistehon riippuvuus verkon jännitteestä. Testi suoritetaan laitteiston toimiessa korkealla teholla (esim. $80\% \times P_{\max,d}$). Testissä a) poikkeutetaan verkon jännitetä Fingridin määrittelemissä, käyttötilanteen sallimissa rajoissa sekä b) tehdään sähköverkossa tai kulutuslaitoksen pääsähkönjaketussa askelmainen jännitemuutos. Jännitemuutoksen voi tehdä esimerkiksi käämikytöntä askeltamalla tai kytkemällä kompensointilaitteistoa.
7. *Toiminta jännitehäiriössä ja pätötehon nopea palautuminen* (luvut 9.1.10 ja 9.1.11);

12.6.2026

- a. Kokeen on osoitettava kulutuslaitoksen kyky kestää jännitehäiriö irtoamatta sähköverkosta ja jatkaa pätötehon kulutusta vaaditun palautumisajan puitteissa. Koe voidaan suorittaa joko lähivikakokeena tai jännitekatkoskokeena. Kokeen tarve ja toteutustapa harkitaan aina tapauskohtaisesti Fingridin toimesta.
 - b. Lähivikakokeessa verkkoon tehdään lyhytkestoinen sähköinen vika, joka pudottaa verkon jännitteen alas askelmaisesti. Kokeessa voidaan käyttää testiverkkoa, jonka topologia poikkeaa kytkennältään ja oikosulkuteholtaan kulutuslaitoksen normaalista verkkoliitynnästä.
 - c. Jännitekatkoskokeessa liitynnälle aiheutetaan lyhyt jännitekatko. Koe voidaan suorittaa esimerkiksi avaamalla ja sulkemalla kulutuslaitoksen syöttökatkaisija nopeasti siten, että katkosaika on korkeintaan 200 ms.
 - d. Mikäli kumpaakaan koetta ei suoriteta, kulutuslaitoksen lähivikakestoisuus ja jännitehäiriösietoisuus osoitetaan jatkuvan seurannan avulla kulutuslaitoksen käytön aikana. Tällöin Liittyjän tulee toimittaa laitokseen kohdistuneesta verkkohäiriöstä häiriötallenteet (luku 9.1.15 ja laitosautomaation (esim. DCS) lokit, joista selviää mahdolliset hälytykset tai laitteiden irtoaminen vian aikana.
8. Muiden laitoskohtaisten toiminnallisuuksien testaukset, jotka vaikuttavat teknisten vaatimusten täyttymiseen
- a. Muita toiminnallisuuksia ovat esimerkiksi loistehonsäätö, vaimennussäädöt, ja verkkosuojat.
9. Ohjausten ja tiedonvaihdon toiminta Fingridin ja Liittyjän välillä
- a. Kokeen on osoitettava kaukokäytön ohjausten ja muun tiedonvaihdon (mittaukset, tilatiedot) toiminta (luku 9.1.6).
 - b. Kokeen tulee kattaa kaikki ohjauspaikat mukaan lukien Fingridin sähköinen ohjausyhteys sekä osoittaa ohjauspaikkojen välisten ohjausoikeuksien priorisointi.
 - c. Koe suoritetaan antamalla ohjauspaikalta sähköinen ohjaus kulutuslaitokselle. Ohjauskokeet tulee suorittaa kaikille ohjaussignaaleille ja todentaa, että ensisijaisen ohjausoikeuden omaavan tahon antama ohjaus priorisoidaan.
 - d. Ohjauskokeet suoritetaan muiden käyttöönottokokeiden yhteydessä käyttäen kulutuslaitoksen käytöstä vastaavan toimijan ensisijaista käyttöliittymää. Muiden ohjauspaikkojen ohjausten – mukaan lukien Fingridin ja kulutuslaitoksen käytöstä vastaavan toimijan välinen sähköinen ohjausyhteys – toiminta voidaan todentaa erikseen.
10. Instrumentoinnin toiminta
- a. Kokeen tulee osoittaa jatkuva-aikaisen tallentimen toiminta ja häiriötallenteiden toimitusprosessin toimivuus. Koe voidaan järjestää pyytämällä Liittyjältä tallenteita satunnaisena ajanhetkenä.

12.6.2026

10.4.3 Mallinnustietojen todentaminen

Kulutuslaitoksesta toimitettujen simulointimallien vastaavuus käyttöönottokokeiden tuloksiin tulee todentaa.

Fingrid määrittelee todennusta vaativat käyttöönottokokeet Liittyjän kanssa osana vaatimustenmukaisuuden todentamissuunnitelmaa. Tässä huomioidaan simulointimalleissa käytetyille laitemalleille jo tehdyt todentamistoimenpiteet, kuten tehdas- tai tyyppikokeina suoritettavat laitetestit, jotka osoittavat mallien todenmukaisen toiminnan.

10.4.4 Käyttöönottokokeiden ja vaatimustenmukaisuuden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida kulutuslaitosten käyttöönottokokeet, ennalta määritetyt laitetestaukset ja niiden tulokset. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti liitteineen sähköisenä asiakirjana Fingridille todentamisprosessin vaiheessa 2.

Käyttöönottoraporttiin tulee sisällyttää:

- a. Verkkoliitynnän käyttöönoton tulosaineisto (luku 10.4.2.1)
- b. Arvio ja yhteenveto kulutuslaitoksen vaatimustenmukaisuuden todentamissuunnitelmassa (luku 10.1) esitettyjen toimenpiteiden täyttymisestä
- c. Kulutuslaitoksen toiminnallisten käyttöönottokokeiden tulokset
- d. Mallinnustietojen todentamisen tulokset
- e. Vaatimustenmukaisuuden kannalta oleellisten kulutuslaitoksen sähkölaitteistojen (esim. suojalaitteet, säätäjät) asettelut ja parametrilistat. Aineiston tulee osoittaa, että parametointi on aseteltu ja vastaa toimitetuista simulointimalleissa esitettyä parametointia.

Fingrid vahvistaa vaatimukseen liittyvän todentamisveloitteen täyttymisen käyttöönottokokeiden osalta seuraavien kolmen osakokonaisuuden perusteella:

- a. *Kokeiden valmistelu, suunnittelu ja tiedonvaihto on toteutettu Vaatimusten mukaisesti.*
- b. *Kokeet on suoritettu vaaditussa laajuudessa.*
- c. *Kokeissa todennettu sähkölaitteiston toiminta on Vaatimusten ja sähkölaitteistosta toimitettujen tietojen mukainen.*