

# Paikallisen energiayhteisön sähkötekhninen toteutus

Pirkko Harsia, Lauri Hietalahti, Kari Kallioharju, Aki Kortetmäki, Sakari Uusitalo

Tampereen ammattikorkeakoulu

Pertti Järventausta

Tampereen yliopisto

## **Paikallisen energiayhteisön sähkötekkinen toteutus**

Osaraportti

Prosumer Centric Energy Communities – towards Energy Ecosystem  
(ProCemPlus) – hanke 2021

<https://www.senecc.fi/projects/procemplus>.

© Tekijät, Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampereen yliopisto 2021

ISBN 978-952-03-2154-3 (verkkojulkaisu)

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	7
2	ENERGIAYHTEISÖJEN ESIMERKKIMALLEJA.....	9
2.1	Kiinteistön sisäinen energiayhteisö.....	9
2.2	Usean rakennuksen energiayhteisö samalla kiinteistöllä .....	12
2.3	Usean kiinteistön energiayhteisö .....	13
2.4	Paikallinen virtuaalinen energiayhteisö .....	14
2.5	Hajautettu virtuaalinen energiayhteisö .....	15
3	ENERGIAYHTEISÖIHIN LIITTYVÄ SÄÄNTELY JA OHJEISTUKSET SEKÄ NIIDEN TULKINTA.....	16
3.1	Energiayhteisön määrittely.....	16
3.2	Energiayhteisön liittymispiste.....	18
3.3	Paikallisen energiayhteisön sähköverkon määrittely .....	20
3.4	Energiayhteisön sähköverkon sähköturvallisuu-teen liittyvät vastuut ja velvoitteet.....	23
3.5	Energiayhteisöjen sähköteknisen toteutuksen sääntely ja muu ohjeistus.....	25
3.6	Muu energiayhteisöihin liittyvä sääntely .....	26
3.6.1	Rakennuksen energiatehokkuuteen liittyvä sääntely .....	26
3.6.2	Sähköasennusten toiminnallisuuteen liittyviä säännöksiä ...	29
3.6.3	Mittarointi .....	31
3.6.4	Sähkön mittaus.....	32
3.6.5	Kiinteistörajat ylittävä sähkönsiirto.....	34
3.6.6	Selvityksen alla oleva rakennusten älyindikaattorin (SRI) käyttöönotto Suomessa .....	36
4	PAIKALLISEN ENERGIAYHTEISÖN TEKNISIÄ ERITYISPIIRTEITÄ .	38
4.1	Energiankulutuksen jakautuminen ja profiili .....	39
4.1.1	Käyttöparametreihin perustuvat tekniset kriteerit.....	39
4.1.2	Omatuotannon, kulutuksen ja jännitteen välinen yhteys.....	40
4.1.3	Paikallinen loistehon kompensointitarve .....	45
4.1.4	Harmonisten virtojen pienentäminen .....	46
4.2	Muuntajien ja sähkökeskusten sijoitus .....	47
4.3	Energiayhteisön sähköjärjestelmän tekninen turvallisuus ja suojaukset.....	47
4.3.1	Kaapeleiden mitoitus ja suojaus .....	47
4.3.2	Asennuksen erottaminen .....	48
4.3.3	Vikasuojaus .....	48
4.3.4	Ylivirtasuojaus .....	48

4.3.5	Ylivirtasuojien sijoitus .....	49
4.3.6	Suojalaitteiden välinen selektiivisyys.....	51
4.3.7	Varasuojaus (back-up-suojaus) .....	51
4.3.8	Jännitteenalenema .....	52
4.3.9	Yleisen jakeluverkon käyttökeskeytys .....	52
4.3.10	Ylijännitesuojaus .....	52
4.3.11	Järjestelmän maadoittaminen .....	52
4.4	Paikalliset energiareсурssit .....	53
4.4.1	Aurinkosähköjärjestelmät .....	53
4.4.2	Paikalliset sähköenergiavarastot .....	53
4.4.3	Sähköajoneuvojen lataus .....	53
5	ENERGIATEHOKKUUS- JA KUORMITUKSENHALLINTAJÄRJESTELMÄT PAIKALLISISSA ENERGIAYHTEISÖISSÄ .....	55
5.1	Energianhallintajärjestelmän rakenne ja tehtävät .....	55
5.2	Energianhallintajärjestelmään liittyvät haasteet .....	57
5.3	Energianhallintajärjestelmien ohjeistus ja standardointi .....	60
6	YHTEENVETO ENERGIAYHTEISÖTYYPPIEN TEKNISISTÄ NÄKÖKULMISTA .....	62
6.1	Yleisesti energiayhteisöiden tekniseen suunnitteluun ja toteutukseen liittyvät erityispiirteet ja kysymykset.....	62
6.2	Taloyhtiömalli.....	63
6.3	Yhteinen kiinteistöverkko .....	66
6.4	Usean kiinteistön paikallinen energiayhteisö .....	70
	LÄHTEET .....	72
	LIITTEET .....	76
	Liite 1. Järjestelmäkaavio CASE 1A, kerrostalo omilla käyttöpaikoilla. 76	
	Liite 2. Järjestelmäkaavio CASE 1B, kerrostalo takamittauksilla. ....	77
	Liite 3. Järjestelmäkaavio CASE 2A, yhteinen kiinteistöverkko.....	78
	Liite 4. Järjestelmäkaavio CASE 3, paikallinen virtuaalinen energiayhteisö. ....	79
	Liite 5. Aurinkosähköjärjestelmäasennuksiin liittyviä erityispiirteitä.....	80

## Terminologia

EEMS	Electrical Energy Management System, sähköenergian hallintajärjestelmä. Standardin SFS 6008-2 käyttämä lyhenne asennusten energiaressurssien ja kuormitusten valvonnasta, käytöstä, säädöstä ja hallinnasta vastaavalle järjestelmälle.
PEI-asennus	Prosumer's Electrical Installation, tuottaja-kuluttajan sähköasennus. Standardin SFS 6008-2 käyttämä määritelmä pienjännitesähköasennuksista, joissa on paikallisia teholähteitä ja/tai sähkövarastoja, sekä näiden valvontaa ja ohjausta.
Aktiivisten asiakkaiden ryhmä	Samassa sähköliittymässä olevien loppukäyttäjien, joiden sähkökäyttöpaikat sijaitsevat samalla kiinteistöllä tai kiinteistöryhmällä, muodostama sähköntoimistusten selvitystä varten muodostama ryhmä, joka yhdessä tuottaa tai varastoi sähköä taikka osallistuu joustoja tai energiatehokkuutta koskeviin järjestelyihin. Sähkön mittauksesta vastaa jakeluverkon haltija ja loppukäyttäjien sähköntuotantolaitteisto ja sähkövarasto kuuluvat samaan liittymään. (VNa 767/2021)
Mikrotuotantolaitos	Pienjänniteverkkoon kulutuskohteen yhteyteen kytketty sähköntuotantolaitos, jonka ensisijainen tarkoitus tuottaa sähköä kulutuskohteeseen. Verkkoon syöttö on yleensä vähäistä. Yksivaiheisen tuotannon kokoraja on 16 A (suurin laitoksen syöttämä virta). (Energiateollisuus, Verkostosuositus YA 3:19)
Paikallinen energiayhteisö	Oikeushenkilö, joka tuottaa, toimittaa, kuluttaa, aggregoi tai varastoi energiaa taikka tarjoaa energiatehokkuuspalveluja, sähköajoneuvojen latauspalveluja tai muita

energiapalveluja jäsenilleen tai osakkailleen. Sen ensisijainen tarkoitus on tuottaa rahallisen voiton sijaan ympäristöön, talouteen tai sosiaaliseen yhteisöön liittyviä hyötyjä jäsenilleen tai osakkailleen tai alueelle, jolla se toimii. Sähkön mittauksesta vastaa jakeluverkon haltija ja loppukäyttäjien sähköntuotantolaitteisto ja sähkövarasto kuuluvat samaan liittymään. Jäsenet tai osakkaat ovat luonnollisia henkilöitä, kuntia tai muita paikallisviranomaisia taikka pieniä tai keskisuuria yrityksiä, osallistuminen on vapaaehtoista ja avointa ja tosiasiallista määräysvaltaa käyttävät sen jäsenet tai osakkaat. (VNa 767/2021)

Pienimuotoinen sähköntuotanto

Voimalaitos tai usean voimalaitoksen muodostama kokonaisuus, jonka teho on enintään kaksi megavolttia (Sähkömarkkinalaki 588/2013)

Loppuasiakas

Luonnollinen henkilö ja oikeushenkilö, joka ostaa energiaa omaa loppukäyttöään varten (Energiatehokkuuslaki 1429/2014 + 787/2020)

Loppukäyttäjä

Luonnollinen henkilö ja oikeushenkilö, joka käyttää energiaa tai lämmintä käyttövedettä riippumatta siitä, onko tällä sopimussuhdetta kyseisen energian tai lämpimän käyttöveden toimittajan kanssa. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014 + 787/2020)

tai

Asiakas, joka ostaa sähköä omaan käyttöönsä (Sähkömarkkinalaki 588/2013)

Jakeluverkko

Sähköverkko, jonka nimellisjännite on pienempi kuin 110 kilovoltia (Sähkömarkkinalaki 3§).

## 1 JOHDANTO

Tässä raportissa käsitellään energiayhteisöjen toteutuksen tekniseen suunnitteluun liittyviä näkökulmia. Pääpaino on energiayhteisön sähköjärjestelmien sähköturvallisuuteen, verkon rakenteeseen, vastuukysymyksiin sekä energiatehokkuuteen liittyvissä tarkasteluissa. Samalla on koottu kysymyksiä, jotka tulisi ratkaista luotaessa uusia säädöksiä ja ohjeita esimerkiksi sähköturvallisuuteen ja energiatehokkuuteen liittyen.

Energiayhteisöjä tarkastellaan erityisesti sähköenergian tuotannon ja käytön osalta. Niillä on usein myös yhteistä lämmöntuotantoa tai -jakelua. Lämpöön liittyen kuitenkin on paljon vähemmän säädöspohjaisia rajoituksia. Tarkastelunäkökulmana on erityisesti sähkön käyttöpaikkaan liittyvät näkökulmat, ei niinkään paikallisen tuotannon vaikutus yleiseen sähköjakeluverkkoon päin.

Energiayhteisötyyppejä on ProCemPlus -hankkeessa tunnistettu useita kymmeniä eri variaatioita, joista tarkastelun kohteeksi on valittu kuusi. Tarkastelussa on keskitytty verkkoon kytkeytyneisiin energiayhteisöihin. Näiden lisäksi on olemassa myös verkosta kokonaan irrotettuja energiayhteisöjä.

Valtioneuvoston asetus 767/2021 määrittelee "paikallisen energiayhteisön" sekä "aktiivisten asiakkaiden ryhmän". Tässä raportissa ei käsitellä aktiivisten asiakkaiden ryhmää, koska niiden muodostamiseen ei liity fyysiseen sähköverkkoon liittyviä tarpeita. Sen sijaan teknisestä näkökulmasta tarkastellaan joitakin näiden määrittelyiden ulkopuolelle jääviä energiayhteisömalleja. Energiayhteisötyyppien jaottelua yleisesti lainsäädännön, sopimusten ja liiketoimintamallien osalta on käsitelty ProCemPlus-hankkeen loppuraportissa.

Energiayhteisöjen lisääntyminen edellyttää tarkastelemaan, miten hajautettu energiatuotanto ja sen paikallinen hyödyntäminen vaikuttavat kiinteistön tai kiinteistöryhmän sähköverkon rakenteisiin ja vastuukysymyksiin.

Paikallinen energiatuotanto ja sen hyödyntämisen muodot ovat myös osana rakennusten energiatehokkuuden määrittelyä. Energiayhteisöihin liittyneiden rajoitusten purkaminen ja paikallisen omatuotannon lisääntyminen edellyttävät myös uudelleen tarkastelemaan energiatehokkuuslaskentaa ja päivittämään energiatehokkuussäädöksiä.



## 2 ENERGIAYHTEISÖJEN ESIMERKKIMALLEJA

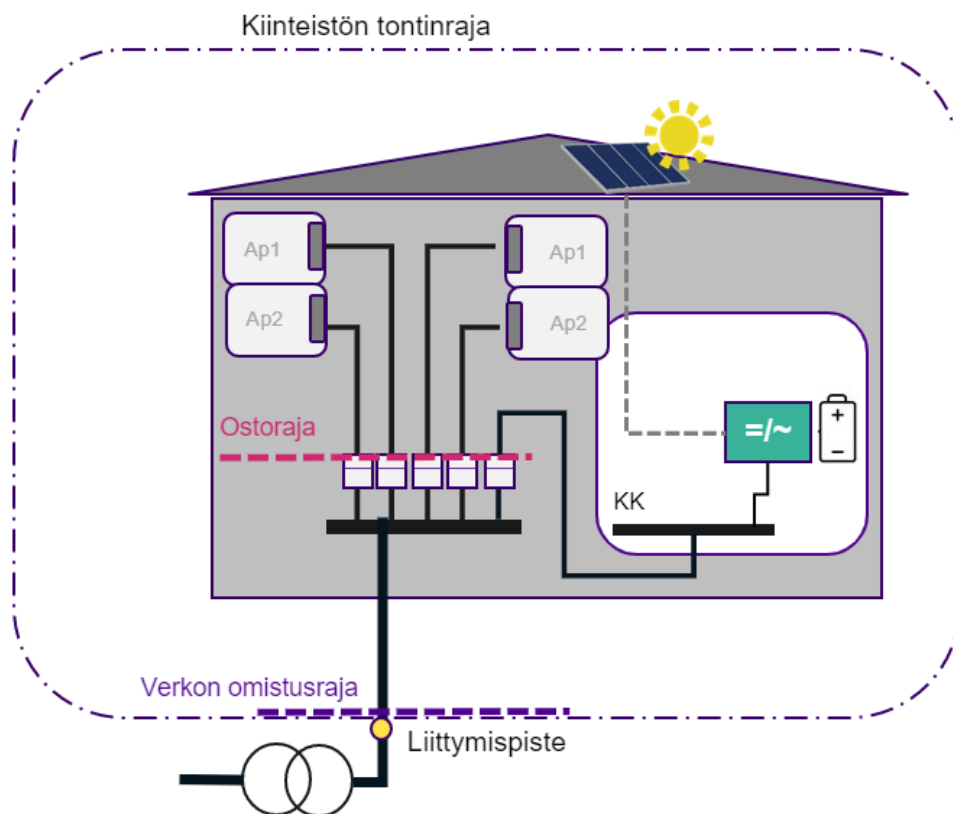
Energiayhteisöjä voidaan jaotella niiden teknisten tai hallinnollisten ominaisuuksien mukaisesti. Teknisesti samanlaiset yhteisöt eivät välttämättä toimi samalla tavalla hallinnollisesta näkökulmasta katsottuna. Tämä saattaa tietyissä tilanteissa asettaa yhteisön tekniselle ylläpidolle toisistaan poikkeavia vaatimuksia. Tapauskohtaisesti onkin tarkasteltava, onko energiayhteisön hallinnollisella toiminnalla vaikutuksia yhteisön tekniseen suunnitteluun, rakentamiseen tai ylläpitoon.

Nykyinen lainsäädäntö asettaa eri yhteisörakenteille rajoituksia tai erilaisia mahdollisuuksia ja sääntely on myös uudistuksen alla. Tässä raportissa käsitellään energiayhteisöihin liittyviä teknisiä näkökulmia muutamien esimerkkiyhteisömuotojen avulla. Ne on valittu kuvaamaan todennäköisiä ja toisaalta kysymyksiä tai mielenkiintoa herättäviä vaihtoehtoja.

Esimerkkirakenteita on käsitelty pääosin sähköenergian näkökulmasta. Yhteisötyypit usein hankkivat tai tuottavat yhteisesti myös lämpöä tai kylmää.

### 2.1 Kiinteistön sisäinen energiayhteisö

Kuvassa 2.1 on esitetty hyvin yksinkertainen esimerkki kerrostalosta, joka toimii energiayhteisönä. Kyseisen esimerkin erottaa tavanomaisen kerrostaloyhtiön teknisestä toteutuksesta ainoastaan yhteisön jäsenten yhteinen sähköenergian omatuotanto- ja varastointijärjestelmä.



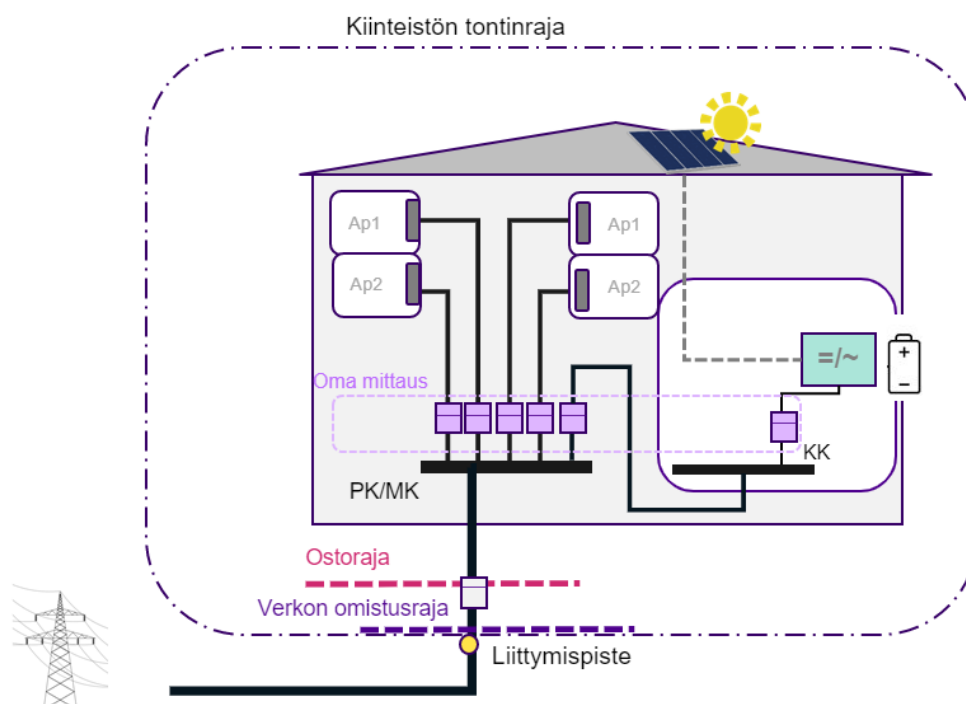
Kuva 2.1. CASE 1A "Hyvityslaskenta". Useita käyttöpaikkoja samassa kiinteistössä.

Hallinnollisesta näkökulmasta tarkasteltuna yleinen ratkaisu on, että sähköenergian ostoraja on jokaisella käyttöpaikalla verkkoyhtiön mittauspisteessä. Kaikilla huoneistoilla tai käyttöpaikoilla on oma, erillinen sähkösopimus. Huoneistojen haltijat ovat siis loppuasiakkaita sähköenergian osalta, mutta useimmiten loppukäyttäjiä lämpöenergian osalta. Sähkömittareiden omistus ja ylläpitovastuu ovat verkkoyhtiöllä, mutta kiinteistön sähköverkon omistus ja ylläpitovastuu ovat taloyhtiöllä liittymispisteeseen asti ja asennusten tulee noudattaa kiinteistön sähköasennuksille asetettuja vaatimuksia.

Kiinteistö voi muodostaa Valtioneuvoston asetuksen 767/2021 mukaisen paikallisen energiayhteisön, jossa omatuotanto tai varastointi jaetaan ennalta määritellyn jako-osuuden mukaisesti kiinteistön käyttöpaikkojen kesken. Tämän voi ajatella lisäävään kiinnostusta toteuttaa esimerkiksi entistä isompia aurinkosähkövoimaloita yhteiseen omistukseen.

Kuvan 2.2 ratkaisu on mittaustekniseltä ratkaisultaan lähes vastaava edelliseen esimerkkiin nähden. Sen sijaan ratkaisu eroaa hallinnollisessa mielessä ostorajan ollessa verkkoyhtiöön nähden yhteinen koko yhteisöllä, eikä jäsenillä ole erillisiä ostosopimuksia. Tällöin myös kiinteistön takamittareiden omistus ja ylläpito-vastuu ovat yhteisöllä.

Asuinrakennuksissa tämän kaltaiset ratkaisut ovat toistaiseksi harvinaisempia kuin kuvan 2.1 ratkaisut, mutta esimerkiksi liikekiinteistöissä voi olla yleisestikin käytössä. Sähköverkon mitoituksen kannalta tämä ratkaisu tarjoaa edellistä pa-remman mahdollisuuden mitoittaa omatuotanto koko liittymän tarpeisiin, sekä tar-joaa paremman mahdollisuuden liittymän kokonaistehon hallinnalle ja joustoka-pasiteetin tarjonnalle. Myös omatuotannon ja ostoenergian raja on selkeämpi tässä ratkaisussa. Liitteissä 1 ja 2 on esitetty periaatekaaviot tämän tyyppisten yhteisöjen sähköverkon rakenteesta.

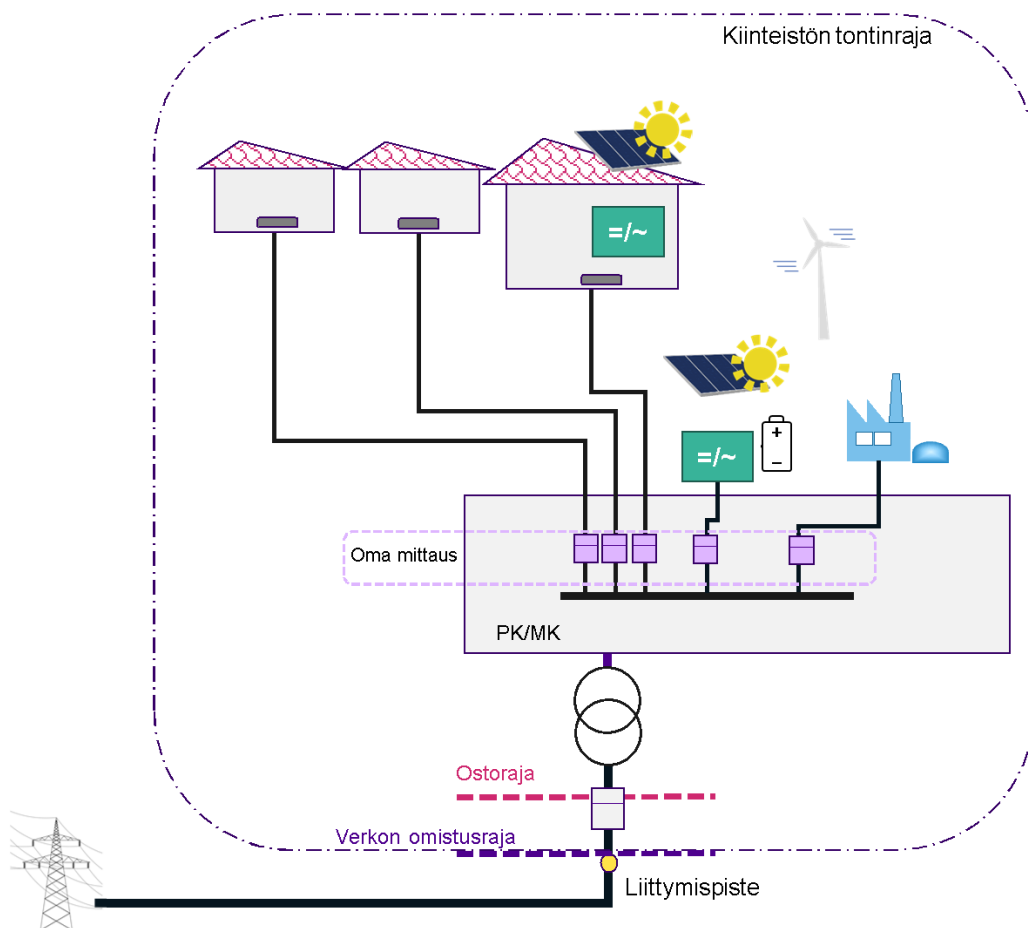


Kuva 2.2. CASE 1B Kiinteistön sisäinen energiayhteisö omilla mittauksilla.

CASE 1B-mukaisessa tapauksessa huoneistot eivät muodosta asetuksen VNa 767/2021 mukaista paikallista energiayhteisöä, koska huoneistojen mittausta ei hoida jakeluverkon haltija.

## 2.2 Usean rakennuksen energiayhteisö samalla kiinteistöllä

Kuvan 2.3. esimerkissä rakennukset sijaitsevat samalla kiinteistöllä, mutta rakennusten hallintasuhteet saattavat vaihdella. Yhteisöllä on yksi yhteinen liittymispiste yleiseen sähköverkkoon, mikä toimii samalla yhteisön ulkopuolisen sähköenergian ostorajana. Maapohjan suuri pinta-ala mahdollistaa kuitenkin suurtenkin energiaresurssien liittämisen osaksi yhteisön sisäistä energiantuotantoa ja varastointia.



Kuva 2.3. CASE 2A. Yhteinen kiinteistöverkko.

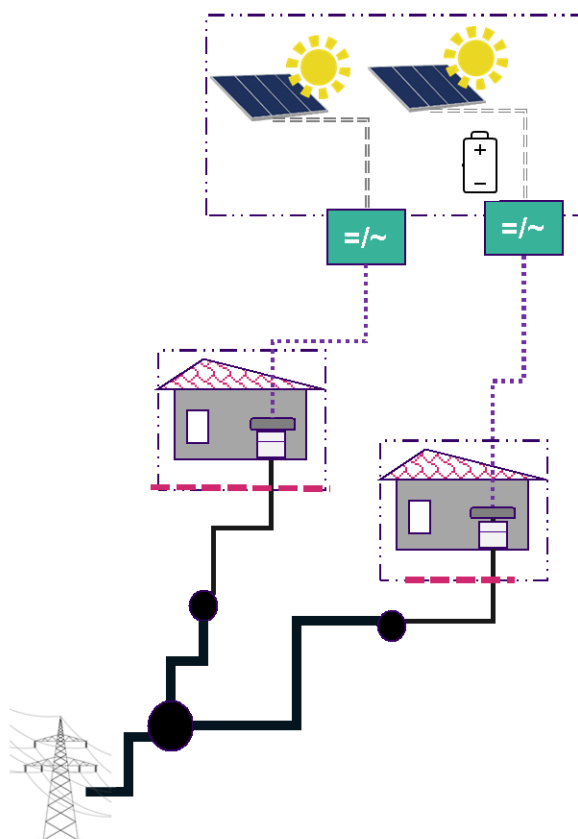
Esimerkissä yhteisö omistaa alueellisen kiinteistöverkon muuntajineen, jolloin myös niiden ylläpidon järjestäminen ja käytönjohtajan nimeäminen ovat yhteisön vastuulla.

Erilaisten energiaresurssien suuri määrä ja koko tarjoavat yhteisölle hyvän mahdollisuuden erilaisten joustoresurssien hyödyntämisen tehojen hallinnan kautta, kuten esimerkiksi:

- ostoenergian minimointi
- liittymän huipputehon hallinta
- ostoenergian käytön ohjaus edullisille hetkille
- päivän sisäisillä FCR-N- ja FCR-D-markkinoilla toimimisen itsenäisesti tai aggregoituna

### 2.3 Usean kiinteistön energiayhteisö

Energiayhteisö voi myös muodostua usean erillisen kiinteistön kesken, kun niillä on yhteistä omatuotantoa tai energiavarastoja, jotka voivat sijaita myös eri kiinteistön alueella. Kuvassa 2.4 on esitetty periaate tämän tyyppisestä yhteisöstä.

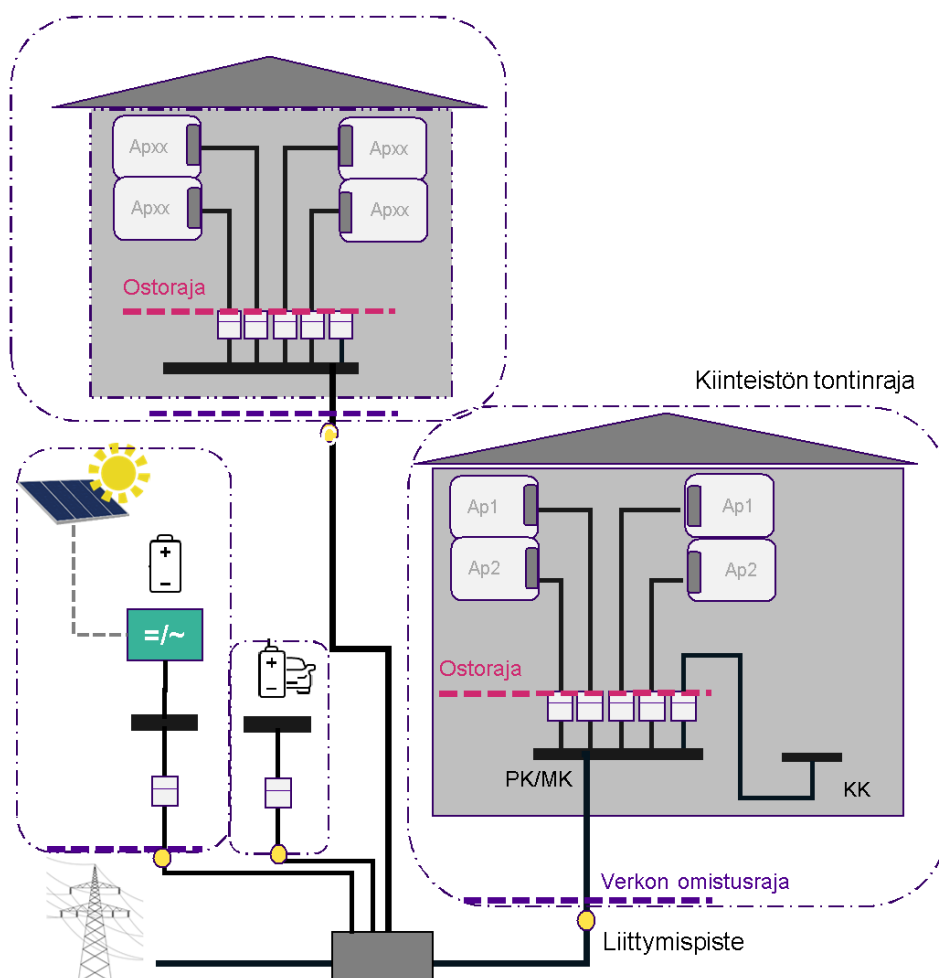


Kuva 2.4. CASE 2B. Usealla kiinteistöllä yhteinen tuotantolaitos. Liitetty erillisellä johdolla.

Esimerkkiyhteisöön liittyy sekä sähköverkkotoimintaan ja sen luvanvaraisuuteen, verkon omistajuuteen ja vastuisiin kuten myös verkkojen suojaukseen liittyviä näkökulmia. Lisäksi energiatehokkuuslaskennan määrittelyihin liittyy useita kysymyksiä varsinkin, kun myös lämmöntuotanto voi olla usealle kiinteistölle yhteinen.

## 2.4 Paikallinen virtuaalinen energiayhteisö

Paikallinen virtuaalinen energiayhteisö voisi muodostua esimerkiksi korttelitason yhteisönä. Siinä usealla kiinteistöllä on yhteistä omatuotantoa, varastointia ja mahdollisesti myös yhteisiä sähköautopaikkoja. Kuvassa 2.5 on tästä periaatekuva. Jokaisella kiinteistöllä, myös omatuotannolla, on oma sähköliittymä.



Kuva 2.5. CASE 3. Paikallinen virtuaalinen energiayhteisö. Paikallinen tuotanto siirretään sähköjakeluverkon kautta.

Korttelitason energiayhteisöjen tarve syntyy tilanteissa, joissa esimerkiksi asuntotuotannossa halutaan rakentaminen vaiheistaa rakennuskohtaisesti ja välttää suuria kiinteistöyhtiöitä. Paikallinen virtuaalinen energiayhteisö vastaisi CASE 2A vaihtoehtoa, jos rakennukset sijaitsivat samalla tontilla.

Paikallisessa virtuaalisessa energiayhteisössä saattaa olla myös yhteinen lämmöntuotanto. Siihen liittyy siis samoja kysymyksiä kuin CASE 2A:ssa.

## **2.5 Hajautettu virtuaalinen energiayhteisö**

Virtuaalisen energiayhteisön omatuotanto ei sijaitse kiinteistön välittömässä yhteydessä, vaan omatuotanto siirretään yleisen sähköjakeluverkon kautta. Tällöin kiinteistön verkon rakenteessa ei juurikaan ole eroa tavanomaisen kiinteistön tekniselle tai hallinnolliselle toteutukselle.

Virtuaalinen energiayhteisö asettaa kysymyksiä energiatehokkuuslaskennan määrittelyille.

### **3 ENERGIAYHTEISÖIHIN LIITTYVÄ SÄÄNTELY JA OHJEISTUKSET SEKÄ NIIDEN TULKINTA**

Tässä luvussa käsitellään energiayhteisön määrittelyä ja sen sähkötekniseen toteutukseen, sähköturvallisuuteen ja toiminnallisuuteen sekä energiatehokkuuteen liittyvää sääntelyä ja muuta ohjeistusta. Sisältö ei huomioi yleisesti sähkömarkkinoihin, energiayhteisöjen yksittäisiin energiantuotantolaitoksiin (esim. kattilalaitokset) tai energiayhteisön muihin energiaverkkoihin liittyvää sääntelyä.

#### **3.1 Energiayhteisön määrittely**

Valtioneuvoston asetus 767/2021 määrittelee paikallisen energiayhteisön ja aktiivisten asiakkaiden ryhmän. Asetuksen mukaan paikallisella energiayhteisöllä tarkoitetaan oikeushenkilöä, joka tuottaa, toimittaa, kuluttaa, aggregoi tai varastoi energiaa taikka tarjoaa energiatehokkuuspalveluja, sähköajoneuvojen latauspalveluja tai muita energiapalveluja jäsenilleen tai osakkailleen. Paikallinen energiayhteisö muodostuu useammasta asiakkaasta, jonka jäsenten tai osakkaiden sähkönkäyttöpaikat sijaitsevat samalla kiinteistöllä tai sitä vastaavalla kiinteistöryhmällä ja jotka on liitetty jakeluverkonhaltijan jakeluverkkoon samalla liittymällä. Jäsenten tai osakkaiden sähkönkäyttöpaikkojen sähkön mittauksista vastaa jakeluverkonhaltija.

Eräs haaste valtioneuvoston asetuksessa 767/2021 on määritelmä ”sitä (kiinteistöä) vastaava kiinteistöryhmä”. Termille tai sen tulkinnalle ei löydy säädöspohjaista määritelmää, mutta vuonna 2015 antamassaan lausunnossa Energiavirasto on määritellyt, että vakiintuneen käytännön mukaan kiinteistöryhmäksi tulkitaan pääsääntöisesti saman tahon hallitsema kiinteistökokonaisuus, jonka kiinteistöt rajoittuvat toisiinsa. Hallinta voi perustua omistukseen tai sopimusoikeudelliseen järjestelyyn, kuten maanvuokrasopimukseen (Saajo & Vestman, 2015). Myös kiinteistö on määritelty hieman eri tavalla eri lainsäädännön aloilla, mutta samassa lausunnossaan Energiavirasto on määritellyt, että heidän tulkintansa mukaan kiinteistö on kiinteistönmuodostamislain (554/1995) mukainen itsenäinen maanomistuksen yksikkö, joka on merkittävä kiinteistönä valtakunnalliseen kiinteistörekisteriin. Kiinteistörekisteriin merkitään kiinteistöinä tilat, tontit, yleiset



alueet, valtion metsämaat, luonnonsuojelulainsäädännön nojalla perustetut suojelualueet, lunastuksen perusteella erotetut alueet, yleisiin tarpeisiin erotetut alueet, erilliset vesijätöt sekä yleiset vesialueet. Energiayhteisöjen tapauksessa oleellisimpina kiinteistöinä voidaan pitää tiloja ja tontteja.

Aktiivisten asiakkaiden ryhmän voivat muodostaa sähköenergian loppukäyttäjät, jos ne yhdessä tuottavat tai varastoivat sähköä taikka osallistuvat joustoa tai energiatehokkuutta koskeviin järjestelyihin eikä loppukäyttäjien toiminta ole ensisijaisesti kaupallista tai ammatillista. Loppukäyttäjien sähkönkäyttöpaikkojen tulee sijaita samalla kiinteistöllä tai sitä vastaavalla kiinteistöryhmällä ja niiden tulee olla liitetty jakeluverkonhaltijan jakeluverkkoon samalla liittymällä. Lisäksi loppukäyttäjien sähköntuotantolaitteisto ja sähkövarasto tulee olla liitettynä samaan liittymään. Loppukäyttäjien sähkönkäyttöpaikkojen sähkön mittauksista vastaa jakeluverkonhaltija.

Aktiivisten asiakkaiden ryhmän määrittelyä sovelletaan myös yksittäiseen loppukäyttäjään, joka tuottaa tai varastoi sähköä taikka osallistuu joustoa tai energiatehokkuutta koskeviin järjestelyihin ja jonka tuotantolaitteisto tai sähkövarasto on varustettu jakeluverkonhaltijan erillisellä mittauslaitteistolla.

Loppukäyttäjän määritelmää ei ole esitetty asetuksessa 767/2021. Sähkömarkkinalaista löytyy määritelmä, jonka mukaan loppukäyttäjä on asiakas, joka ostaa sähköä omaan käyttöönsä (sähkömarkkinalaki 588/2013). Toisaalta Energiatehokkuuslaki (Energiatehokkuuslaki 1429/2014 + Laki energiatehokkuuslain muuttamisesta 787/2020) määrittelee: "loppukäyttäjällä (tarkoitetaan) luonnollista henkilöä ja oikeushenkilöä, joka käyttää energiaa tai lämmintä käyttövedettä riippumatta siitä, onko tällä sopimussuhdetta kyseisen energian tai lämpimän käyttöveden toimittajan kanssa". Samassa laissa määritellään myös loppuasiakas, jonka määrittely on seuraava:

"loppuasiakkaalla (tarkoitetaan) luonnollista henkilöä ja oikeushenkilöä, joka ostaa energiaa omaa loppukäyttöään varten".

Koska taloyhtiö on oikeushenkilö (Asunto-osakeyhtiölaki 1599/2009, 4§), voi lain 787/2020 loppukäyttäjätulkinnan mukaisesti myös taloyhtiö olla loppukäyttäjä.

Jos taloyhtiö on loppukäyttäjänä liittynyt jakeluverkkoon, ei yksittäinen huoneistonomistaja voi myöskään silloin olla loppukäyttäjä ja siltä osin esimerkiksi vaatia huoneistonsa sähkötoimittajan vaihtamista (SML 71 §). Näiltä osin eri Asunto-osakeyhtiölaki ja Sähkömarkkinalaki aiheuttavat ristiriitatilanteen siitä, mikä taho voi olla loppukäyttäjä ja miten lakien ristiriitaisuutta tulkitaan.

Valtioneuvoston asetus 767/2021 on määritelty käsittämään vain hyvin rajatun osan energiayhteistöyypeistä ja asetuksen määritelmien vajavaisuus aiheuttaa haasteita ja epäselvyyksiä tulkintaan. Haasteita asetuksen tulkinnassa voi syntyä esimerkiksi loppukäyttäjään ja ”kiinteistön ja sen kaltaisen kiinteistöryhmän” määrittelyyn liittyen. Kiinteistön kaltaisen kiinteistöryhmän nykyinen tulkinta ei Energiaviraston mukaan ainakaan ”pääosin” mahdollista eri omistajien kiinteistöistä muodostettavaa paikallista energiayhteistöä, joiden yleistymisen tulevaisuudessa on todennäköistä.

### **3.2 Energiayhteistön liittymispiste**

Sähkön jakeluverkon ja kiinteistöverkon liittymispiste on säädöksissä yhtenä määrittävänä tekijänä. Eri säädöksissä niille ei kuitenkaan ole yhteneväistä määritelmää tai se puuttuu kokonaan. Esimerkiksi sähkömarkkinalaissa liittymispistettä ei määritellä, vaikka siihen viitataan useassakin lain pykälässä. Sähkömarkkinalaki käsittelee kuitenkin liittymissopimusta (9.8.2013/588, luku 13) ja Energia-teollisuus ry:n on laatinut ja Energiavirasto vahvistanut verkonhaltijoiden käytettäväksi suositellut liittymisehdot (LE 2019). Liittymisehdoissa määritellään, että liittämiskohta määritellään liittymissopimuksessa. Tarkka kuvaus liittämiskohdasta on seuraava:

”Liittämiskohta on jakeluverkon ja liittäjän sähkölaitteistojen välinen kohta (omistusraja), jollei toisin ole sovittu.”

Liittymisehdoissa LE 2019 otetaan kantaa myös liittämiseen ja omistusrajoihin seuraavasti:

”6.2 Liittyjä ja jakeluverkonhaltija sopivat sähkönjakelua varten tarvittavien jakeluverkonhaltijan käyttöön tulevien sähkölaitteistojen ja -

johtojen sijoittamisesta ja rakentamisesta liittyjän omistamiin tai hallitsemiin tiloihin ja maa- ja vesialueille. Tässä yhteydessä sovitaan myös sähkölaitteistojen ja -johtojen omistuksesta ja käyttöoikeudesta, mittauskalustosta, pääsystä liittyjän tiloihin, mahdollisesta kauko-ohjauksesta, vastuurajoista sekä laitteistojen ja johtojen huollosta, suojauksesta ja tarkastuksesta. Nämä sähkölaitteistot ja -johdot sijoitetaan niin, ettei niistä aiheudu tarpeetonta haittaa. Tilojen ja alueiden käyttöoikeudesta ei makseta korvausta, ellei siitä toisin sovi”

”6.3 Liittyjä ja jakeluverkonhaltija sopivat muiden kuin kohdassa 6.2 tarkoitettujen (eli muiden kuin yksin liittyjää palvelevien) johtojen ja laitteiden sijoittamisesta liittyjän omistamalle tai hallitsemaalle alueelle. Mikäli johtojen ja laitteiden sijoittamisesta ei päästä yksimielisyyteen, asia ratkaistaan maankäyttö- ja rakennuslain soveltuvien säännösten mukaisesti.”

Liittymispisteen - eli oletetusti liittämiskohdan - määrittelyn perusteita on kuvattu myös Energiaviraston dokumentissa liittymien hinnoittelumenetelmistä, jossa sanotaan seuraavaa:

”Liittymispisteen määrittämisessä on otettava huomioon sähkömarkkinalain säännökset ja tavoitteet, kuten liittyjien tosiasiallinen oikeus kilpailuttaa liittymisjohto sekä verkonhaltijan yksinoikeus rakentaa sähkönjakeluverkkoa vastuualueellaan. Liittymispisteen määrittämissä perusteissa on otettava huomioon, mihin asti verkonhaltijan liittämismenettelyjen ja säännellyn sähköverkkotoiminnan voidaan katsoa lähtökohtaisesti ulottuvan ja toisaalta, mitä liittymisjohtojen vapaalla kilpailuttamisella on tavoiteltu.” (Energiavirasto, liite 2: Liittymien hinnoittelumenetelmät, 2018.)

Sähköturvallisuuden näkökulmasta liittymispiste on määritelty velvoittavassa standardissa SFS-EN 6000 termillä ”liittymiskohta”, joka on ”kohta, jossa sähköenergia toimitetaan sähköasennukseen”. Lisäksi mainitaan, että ”Sähköasennuksella voi olla useita liittymiskohtia”. (SFS 6000-1:2017.)

Selvitysten perusteella liittymispisteen määrittely vaatisi selvennyksiä eri säädösten ja velvoittavien ohjeiden välille. Lisäksi liittymisehdoissa määritelty maankäyttö- ja rakennuslain soveltaminen erimielisyystilanteissa vaatii lisäselvityksiä sekä uusien että muuttuvien omistussuhteiden ja omistajien tapauksessa. Selvitettävää on myös siinä, miten tulkitaan tilannetta, jossa olemassa oleva jakeluverkkoyhtiön jakeluverkko siirtyy paikallisen energiayhteisön muodostamisen yhteydessä energiayhteisön hallintaan. Omistussuhteen muutoksen voidaan katsoa synnyttävän tilanteen, jossa koko järjestelmän sähköturvallisuuslain mukainen sähkölaitteistoluokka muuttuu aiheuttaen muutoksia paikallisen verkon sähköturvallisuusvastuisiin, tarkastusvelvoitteisiin ja mahdollisesti myös suojausvaatimuksiin.

### **3.3 Paikallisen energiayhteisön sähköverkon määrittely**

Tässä luvussa käsitellään sekä asetuksen mukaisen paikallisen energiayhteisön että usean eri kiinteistönomistajan toisiinsa rajoittuvien kiinteistöjen energiayhteisön sähköverkon määrittelyä. Kuten luvussa 3.1 on määritelty, on paikallinen energiayhteisö samalla kiinteistöllä tai sitä vastaavalla kiinteistöryhmällä sijaitseva kokonaisuus. Energiaviraston määrittelyn mukaan kiinteistöä vastaavan kiinteistöryhmän määritelmää sovelletaan vain kiinteistöihin, jotka ovat pääosin saman tahon hallinnassa olevat ja rajoittuvat toisiinsa (luku 3.1). Jos paikallinen energiayhteisö sijaitsee kiinteistöllä tai kiinteistön kaltaisella kiinteistöryhmällä, on sähköturvallisuusviranomaisen (TUKES) tulkinta se, että sähköverkko on kiinteistön sisäistä sähköverkkoa ja siihen sovelletaan kiinteistön sähköverkon sääntelyä (Huurinainen 2021).

Jos kyseessä on energiayhteisö, joka muodostuu toisiinsa rajoittuvista kiinteistöistä, mutta joilla on useampia eri omistajia, on tulkinta, että kokonaisuus muodostuu erillisistä kiinteistöjen sähköverkoista ja niitä yhdistävästä jakeluverkosta. Tässä tilanteessa nousee esiin kysymys, kuka hallinnoi jakeluverkkoa ja vaatiiko jakeluverkko Sähköturvallisuuslain mukaisen jakeluverkonhaltijan. Jakeluverkonhaltija vaaditaan, jos jakeluverkossa harjoitetaan luvanvaraista sähköverkkotoimintaa:

”Jakeluverkonhaltija on yhteisö tai laitos, jolla on hallinnassaan jakeluverkkoa ja joka harjoittaa luvanvaraista sähköverkkotoimintaa” (Sähköturvallisuuslaki 4§).

Luvanvarainen sähköverkkotoiminta on määritelty Sähkömarkkinalain 3§ seuraavasti:

”sähköverkkotoiminnalla (tarkoitetaan) sähköverkon asettamista vastiketta vastaan sähkön siirtoa tai jakelua ja muita sähköverkon palveluja tarvitsevien käyttöön; sähköverkkotoimintaan kuuluvat verkonhaltijan harjoittama sähköverkon suunnittelu, rakentaminen, ylläpito ja käyttö, verkon käyttäjien sähkölaitteiden liittäminen sähköverkkoon, sähkön mittaus, asiakaspalvelu sekä muut sähkön siirtoon tai jakeluun liittyvät toimenpiteet, jotka ovat tarpeen verkonhaltijan sähköverkossa tapahtuvaa sähkön siirtoa tai jakelua ja muita verkon palveluja varten”.

Luvanvaraisuuteen on kuitenkin määritelty poikkeuksia. Luvanvaraista ei ole sähköverkkotoiminta, jossa sähköverkolla hoidetaan vain kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäistä sähköntoimitusta. (Sähkömarkkinalaki 4§). Vapauttavan päätöksen luvanvaraisuuteen ja sitä kautta jakeluverkonhaltijan rooliin tekee sähkömarkkinalain 2§ perusteella Energiamarkkinavirasto. Koska Energiaviraston tulkinta kiinteistöä vastaavasta kiinteistöryhmästä on kuitenkin se, että kiinteistöillä tulisi olla sama haltija, ei luvanvaraisuudesta voida olettaa poikettavan energiayhteisössä, joka muodostuu toisiinsa rajoittuvista kiinteistöistä, mutta joilla on useampia eri omistajia. Jos tällainen energiayhteisö sähköverkon muodostaa ja hallinnoi sähköverkkoa, on siis kyseessä luvanvarainen jakeluverkkotoiminta, joka vaatii jakeluverkonhaltijan.

Sähkömarkkinalain 13 §:n mukaan jakeluverkonhaltijalla on yksinoikeus rakentaa jakeluverkkoa vastuualueellaan, joten kyseenalaista on, voiko energiayhteisö toimia jakeluverkonhaltijana oman kiinteistöryhmänsä sisällä. Tosin poikkeuksia tähän on ja yhtenä poikkeuksena laki määrittää tilanteen, jossa ”verkonhaltija antaa toiselle suostumuksen verkon rakentamiseen.”. Tulkinnanvaraa jää myös siltä

osin, onko toisiinsa rajautuvien kiinteistöjen välinen sähkönsiirto jakeluverkonhaltijan vastuualueella, kun Energiaviraston tulkinnan mukaan yksittäisen kiinteistön liittymiskaapelin omistus ja vastuu sen ylläpidosta on ko. kiinteistönomistajan vastuulla.

Jos energiayhteisö on alueen jakeluverkonhaltija, vastuut sähköturvallisuuden osalta on määritelty sähköturvallisuuslaissa (1135/2016). Näihin kuuluu:

- 1) rekisterin pitäminen jakelualueen liittymien sähkölaitteistoista (52§). Rekisteriin on tallennettava tiedot, joiden perusteella voidaan sähköturvallisuuden valvontaa ja mahdollisten vahinkojen selvittämistä varten asianmukaisella tavalla selvittää laitteiston tyyppi, rakentaja sekä haltija tai omistaja.
  
- 2) ilmoitusvelvollisuus sähköturvallisuusviranomaiselle (114§ vakava vaaratilanteesta ja vakavia henkilö-, omaisuus- tai ympäristövahinkoja aiheuttaneesta vahinkotapahtumasta, jossa sähkölaite tai laitteisto on ollut osallisena.

Selvitysten perusteella voidaan päätellä, että paikallisen energiayhteisön sähköverkko ei ole jakeluverkkoa vaan kiinteistöverkkoa ja siihen sovelletaan kiinteistöverkon sääntelyä. Jos energiayhteisö muodostuu toisiinsa rajautuvista kiinteistöistä (kiinteistöryhmä), mutta kiinteistöillä on eri haltijat, on kiinteistöjen välinen sähköverkko jakeluverkkoa ja toiminta on luvanvaraista sähköverkkotoimintaa, joka vaatii jakeluverkonhaltijan. Energiayhteisön mahdollisuus toimia jakeluverkonhaltijana on kyseenalaista, mutta toisaalta tulkinnanvaraa jää esimerkiksi siitä, kuuluuko toisiinsa rajautuvien kiinteistöjen välinen sähkönsiirto jakeluverkonhaltijan vastuualueeseen, kun Energiaviraston tulkinnan mukaan yksittäisen kiinteistön liittymiskaapelin ylläpito on kiinteistönomistajan vastuulla.

### 3.4 Energiayhteisön sähköverkon sähköturvallisuuden liittyvät vastuut ja velvoitteet

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 määrittelee, että sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston turvallisuudesta, sen ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää sähköturvallisuuslain vaatimukset (§48). Sähköturvallisuuden liittyvät velvoitteet eivät ole kaikille sähkölaitteistoille samat, vaan velvoitteiden määrä lisääntyy sähkölaitteiston koon ja vaativuuden kasvaessa. Varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta sähkölaitteistot on luokiteltu seuraavasti:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

- a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa;
- b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3;

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

- c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja;
- d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria.

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

- c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko.

Kuten luokittelusta voidaan havaita, kuuluvat kaikki sähkölaitteistot omakotitaloja ja paritaloja lukuun ottamatta johonkin sähkölaitteistoluokkaan. Kaikkiin luokitte-

lun piiriin kuuluviin sähkölaitteistoihin tulee suorittaa varmennustarkastus. Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston varmennustarkastuksesta. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan siitä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksesta. Lisäksi luokkiin 1 ja 2 kuuluville ei-asuinrakennuksille on tehtävä määräaikaistarkastus 10 vuoden välein. Luokan 3 laitteistolle määräaikaistarkastus on tehtävä viiden vuoden välein. Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia laitteiston määräaikaistarkastuksesta.

Asuinrakennukset ja asuntoihin liittyvät asennukset, kuten autopaidat ja omatuotantolaitteistot, eivät kuulu määräaikaistarkastuksen piiriin. Tämä koskee myös asuinrakennuksia ja niitä syöttävää sähköverkkoa asetuksen mukaisissa paikallisissa energiayhteisöissä (Huurinainen; Lintula, 2021). Jos paikalliseen energiayhteisöön kuitenkin kuuluu muita sähkölaitteistoja, joiden ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria tai yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, niiden osalle on tarkastusvelvoite (esimerkiksi liiketilat, maatalan tuotantorakennukset).

Suurempiin kiinteistöihin liittyy lisääntyneiden tarkastusvelvoitteiden lisäksi käytönjohtajavelvoite. Sähkölaitteiston haltijan on nimettävä käyttötöitä varten käytön johtaja, jos:

1. sähkölaitteistoon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja; tai
2. sähkölaitteiston liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 60§.)

Käytön johtaja vastaa siitä, että sähkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan sähköturvallisuuslakia, sähkölaitteisto on sähköturvallisuuslain edellyttämässä kunnossa käytön aikana ja että käyttötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi tehtäviinsä opastettuja. Käytön johtajalla on oltava kyseisiin



töihin oikeuttava pätevyystodistus ja tämän on joitain poikkeuksia lukuun ottamatta oltava sähkölaitteiston haltija tai tämän palveluksessa. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 59-62§).

Sähkölaitteistoluokitukset ja niiden tulkinta mahdollistavat hyvinkin suurien energiayhteisöjen sähkölaitteistojen rakentamisen ilman, että niissä on määräaikaistarkastusvelvoitetta tai että ne edellyttäisivät käytönjohtajan nimeämistä. Sähkölaitteistoluokkien osalta tulkinnanvaraa jää esimerkiksi siihen, miten määritellään asuinrakennuksista muodostuvan paikallisen energiayhteisön yhteinen parkkitalo tai alueella oleva suuri, ei asuinrakennukseen asennettu omatuotantolaitteisto.

Lisäksi käytönjohtajavaatimukseen määritelty sähkölaitteiston liittymisteho on haasteellinen. Esimerkkinä tästä tilanne, jossa käytönjohtaja vaaditaan, kun ”sähkölaitteiston liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovolttiampeeria.”. Liittämiskohta on jakeluverkon ja liittäjän sähkölaitteistojen välinen kohta (omistusraja), jollei toisin ole sovittu. Sähköturvallisuuslainsäädännön näkökulmasta olisi oleellista määritellä, miten energiayhteisön liittymisteho lasketaan, jos esimerkiksi kiinteistölle on asennettu omatuotantoa, varavoimaa tai sähkövarastoja. Lisäksi olisi hyvä selkeyttää tulkinta siltä osin, miten liittymisteho määritellään, jos omatuotantoa, varavoimaa tai sähkövarastoja lisätään tai poistetaan elinkaaren aikana ja onko sillä merkitystä, minne ja minkä suuruisina yksiköinä niitä lisätään.

### **3.5 Energiayhteisöjen sähköteknisen toteutuksen sääntely ja muu ohjeistus**

Suomen sähkölaitteiden ja laitteistojen turvallisuutta sääntelee Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 ja siitä johdetut asetukset 1434/2016, 1436/2016 ja 1437/2016. Olennaisten turvallisuusvaatimusten katsotaan täyttyvän, jos sovelletaan tiettyjä turvallisuusstandardeja tai vastaavia julkaisuja. Sähköturvallisuuslain 33§ Sähköturvallisuusviranomaisen eli Tukes on julkaissut sähkölaitteistojen turvallisuutta ja velvoittavat standardit luettelossa S10-2019. Energiayhteisöjen kannalta oleellimmat velvoittavat standardit ovat:

- Standardisarja SFS 6000 (2017) Pienjännitesähköasennukset
- SFS 6001 (2018) Suurjännitesähköasennukset
- SFS-EN IEC 62485-2 (2018) Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikallisakut

Sähköjärjestelmien toiminnallisuus korostuu energiayhteisöissä perinteisiä sähköverkkoja enemmän. Ohjeistuksia sähköjärjestelmien toiminnallisuudesta on huonosti, mutta vuonna 2020 on julkaistu kaksi uutta standardia, jotka keskittyvät sähköturvallisuuden sijaan juuri sähköjärjestelmän toiminnallisuuteen. SFS 6008-1 esittelee tapoja säästää energiaa ja SFS 6008-2 tuottaja-kuluttajan sähköasennuksien perusrakenteen ja suojausperiaatteet. Nämä standardit voivat soveltuvien osin toimia ohjeistuksena energiayhteisöjen toiminnalliseen suunnitteluun ja toteutukseen.

### **3.6 Muu energiayhteisöihin liittyvä sääntely**

Energiayhteisöjen energiatehokkuuteen ja toiminnallisuuteen liittyy sääntelyä, joka vaikuttaa suorasti tai epäsuorasti ratkaisujen tekniseen toteutukseen ja hankkeiden kannattavuuteen. Tässä alaluvussa on käsitelty aihealueeseen liittyvää nykyistä ja tulevaa sääntelyä.

#### **3.6.1 Rakennuksen energiatehokkuuteen liittyvä sääntely**

Rakennusten energiatehokkuuden sääntelyllä ja energiatehokkuuslaskennalla on suuri merkitys uuden rakennuksen teknisiin ratkaisuihin. Rakennuksen energiatodistuksen E-luku määräytyy myös samojen laskentaperiaatteiden mukaan. Energiatehokkuuslaskennan periaatteet on määritelty Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (YMa 1010/2017), Ympäristöministerin asetuksessa rakennukset energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (YMa 4/13 + muutos 2/17). Energiatehokkuuslaskenta ja energiatehokkuuden indikaattori, E-luku, perustuu rakennuksen laskennallisen ostoenergiankulutuksen suuruuteen, jota painotetaan energialähteittäin energiamuotokertoimilla. (Laki energiatodistuksesta 507/2013, Ympäristöministeriön

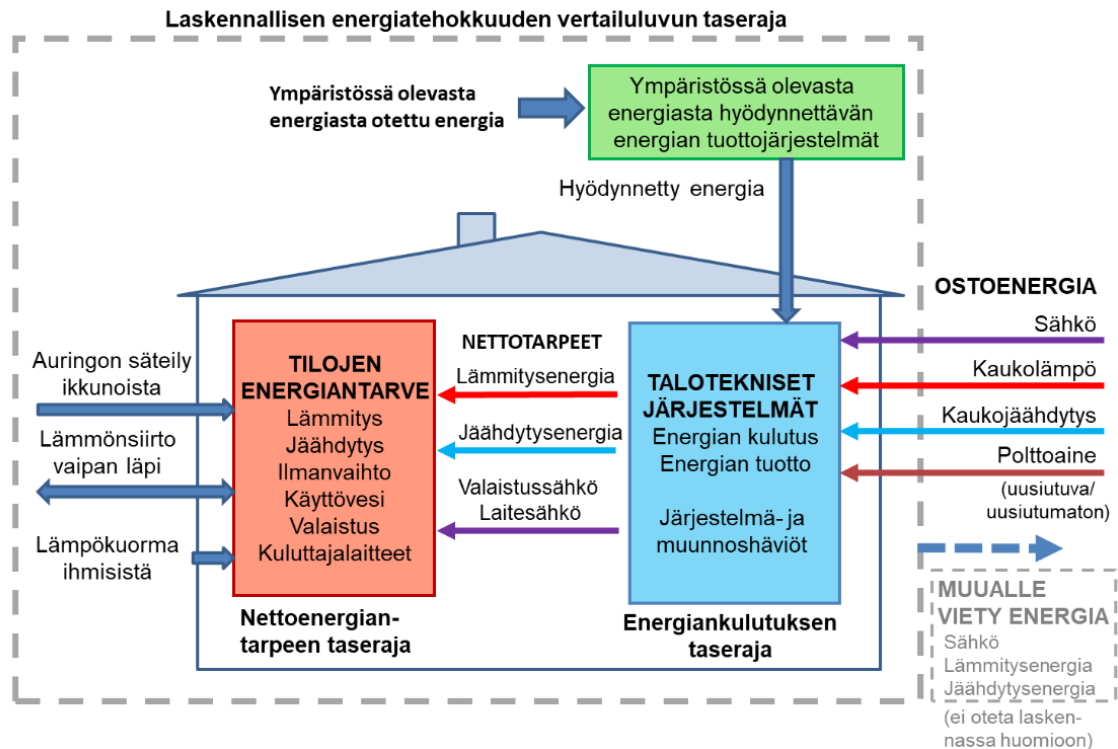
asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1010/2017, Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 788/2017). Erityisesti paikallisen omatuotannon käsittely vaikuttaa E-lukuun energiamuoto-kertoimien vuoksi.

Vakioituun käyttöön perustuva rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus koostuu lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmien sekä järjestelmien apu-laitteiden, kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiamuodoittain eritellystä ener-giankulutuksesta, josta on vähennetty rakennukseen kuuluvalla laitteistolla ympäristöstä olevasta energiasta otettu energia siltä osin, kuin se on käytetty raken-nuksessa siinä tapahtuvan vakioituun käyttöön perustuvan energiankulutuksen kattamiseen. Rakennukseen kuuluvalla laitteistolla ympäristössä olevasta ener-giasta otetun energian hyödyntäminen on laskettava, kohteesta riippuen, kuukau-sittain tai sitä lyhyempinä ajanjaksoina. Ympäristössä olevasta energiasta ote-tulla energialla tarkoitetaan rakennukseen kuuluvalla laitteistolla paikan päällä tai rakennuksen lähellä auringosta, tuulesta, maasta, ilmasta tai vedestä tuotettua lämpö- tai sähköenergiaa (YMa1010/2017). Ulkopuolisiin energiaverkkoihin syö-tettyä energiaa ei oteta laskennassa huomioon, joten se ei vaikuta E-luvun ar-voon.

Asetuksessa ostoenergia on määritelty seuraavasti:

”rakennuksen laskennallisella ostoenergiankulutuksella (tarkoite-taan) rakennuksen vakioituun käyttöön perustuvaa energiankulu-tusta, joka lasketaan hankittavaksi rakennukseen sähkönjakeluver-kosta, kaukolämpöverkosta, kaukojäähdytysverkosta tai uusiutuvan tai fossiilisen polttoaineen sisältämänä energiana.”.

Taseraja ostoenergialle on esitetty kuvassa 3.1.



Kuva 3.1 Laskennallisen energiantarpeen vertailuluvun taseraja ja sen muodostuminen. (YM 2018. Opas: Energiatehokkuus. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontatarpeen laskenta).

Asetuksen haasteellisimmat kohdat energiayhteisöjen kannalta liittyvät E-luvun laskentaan ja erityisesti paikan päällä tai rakennuksen lähellä tuotetun energian määrittelyyn ja ostoenergiarajaan. Rakennuksen ostoenergia ja E-luku lasketaan asetuksen mukaan rakennukselle eikä kiinteistölle, mutta mikä on laskennan todellinen tulkinta edes tämän päivän useamman rakennuksen taloyhtiössä? Voidaanko asetusta tulkita siten, että sillä lasketaankin kiinteistön, eikä rakennuksen E-lukua? Jos omatuotannon energia välittyy ostoenergiamittausten kautta, onko se ostoenergiaa vai omatuotantoa varsinkin silloin, kun kiinteistössä tai kiinteistöryhmässä on useita rakennuksia? Vai voidaanko energia määritellä sen mukaan omatuotannoksi tai ostetuksi energiaksi, mikä on laskennan kannalta edullisempää? Oman haasteensa asettaa lisäksi rakennustyypeittäin kuukausitasolle tai sitä lyhyemmille ajanjaksoille määritelty laskentavaatimus, joka vaatisi aina dynaamisen laskennan suorittamisen. Laskenta ei myöskään ota suoraan kantaa energian varastointiin, ellei huomioida lämminvesivaraajien aiheuttamia energiahäviöitä.

### 3.6.2 Sähköasennusten toiminnallisuuteen liittyviä säännöksiä

Tässä alaluvussa on esitelty laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (733/2020) sekä Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista (718/2020). Nämä säännökset käydään tässä alaluvussa tiivistetysti läpi energiayhteisöjen näkökulmasta.

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (733/2020) säättää rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. Lakia sovelletaan vain sellaisiin rakennuksiin, joissa käytetään energiaa sisäilmaston ylläpitämiseen, poikkeuksena sähköautojen latauspistevaatimukset, joita sovelletaan myös yhden tai useamman asuinrakennuksen pysäköinnin järjestämiseen tarkoitettuihin pysäköintitaloihin. Latauspistevaatimukset vaihtelevat kohteen laajuuden ja tyyppin mukaan, mutta yleisellä tasolla vaatimus latauspisteistä tai latauspistevalmiuksista käsittää uudet rakennukset ja rakennukset, joihin tehdään laajamittaisia korjaustöitä. Asuinkäyttöön perustetun paikallisen energiayhteisön tapauksessa voidaan tulkita, että latauspistevalmius pitää asentaa alueen kaikkiin avopysäköintipaikkoihin ja pysäköintihalliin, sillä pysäköintipaikkojen latauspistevaraukset ovat määriteltä kattamaan koko kiinteistön, kun pysäköintipaikkoja on yli neljä. Kiinteistönkaltaista kiinteistöryhmää ei laissa käsitellä. Tulkinnanvaraa jää siihen, miten kiinteistön suuritehoisten latauspisteiden vaatimuksia käsitellään, jos paikallisen energiayhteisön alueella on erityyppistä rakennuskantaa.

Laki 733/2020 asettaa vaatimuksia myös muiden kuin asuinrakennusten automaatio- ja ohjausjärjestelmille, jos niiden lämmitysjärjestelmän tai yhdistetyn tilojen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia, tai ilmastointijärjestelmän tai yhdistetyn ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia. Vaatimukset rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmälle ovat kattavat ja sisältävät myös maininnan, että järjestelmän tulee

mahdollistaa rakennuksen käytön mukauttaminen, minkä voidaan olettaa tarkoittavan tehojen ja energiankäytön ohjausta. Oleellisin seikka laissa kuitenkin tässä kohtaa on, että se koskee vain rakennusta - ei kiinteistöä. Tulkinnanvaraava jää siihen, miten paikallisen energiayhteisön rakennusmassaa ja tehorojoja käsitellään ja lasketaan, jos kiinteistöllä sijaitsee useampia erityyppisiä rakennuksia. Toisaalta laissa sanotaan, että automaatio- ja ohjausjärjestelmän vaatimukset voidaan täyttää useamman rakennuksen kokonaisuudella, joka myös voi liittyä useaan rakennukseen. Lain kohta jää tältä osin hieman epäselväksi, mutta saattaa koskea automaatio- ja ohjausjärjestelmän analysointiominaisuuksia.

Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista (718/2020) asettaa vaatimuksia rakennusten automaatio- ja ohjausjärjestelmille ja sähkön omatuotannolle sekä vastuisiin että järjestelmien toiminnallisuuteen ja energiatehokkuuteen liittyen. Asetusta sovelletaan uuden rakennuksen rakentamiseen, rakennuksen korjaus- ja muutostyöhön sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutokseen, kun rakennus koostuu katetusta seinällisestä rakenteesta ja rakennuksessa käytetään energiaa sisäilmaston ylläpitämiseen. Järjestelmien suunnitteluun on määritelty erityissuunnittelija ja rakennusvaiheeseen vastuuhenkilö.

Jos rakennukseen suunnitellaan ja rakennetaan rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmä tai paikallinen sähköntuotantojärjestelmä, järjestelmän tulee täyttää energiatehokkuuden vaatimukset, jotka koskevat järjestelmän kokonaisenergiatehokkuutta, asianmukaista mitoitusta, oikeaa asentamista, asianmukaista käyttöönottoa ja asianmukaista ohjaamista. Myös varastoinnin mahdollisuudet tulee huomioida. Lisäksi suunnittelijan vastuulla on varmistaa, että järjestelmien käyttöliittymät soveltuvat eri käyttäjäryhmille ja että niiden toiminnoissa on tapa esittää tietoa rakennuksen energiatehokkuudesta, omatuotannon energiavirroista ja poikkeamista olosuhteiden tavoitearvoissa. Laki asettaa suunnitteluvaatimusten lisäksi vaatimuksia järjestelmien rakennusvaiheen vastuuhenkilölle, suunnitelmienmukaisuuden ja asennusten todentamiselle ja oikeanlaisen toiminnan varmistukselle. Huomioitavaa asetuksessa on, että se määrittelee ainoastaan rakennuksen, ei kiinteistöä. Paikallisen energiayhteisön tapauksessa on jälleen tulkinnanvaraista, miten asetusta tulkitaan usean rakennuksen kiinteistöllä

ja tilanteissa, joissa varastot tai omatuotanto sijaitsevat muualla kuin rakennuksessa.

Selvityksen perusteella laki 733/2020 ja Ympäristöministeriön asetus 718/2020 määrittelevät energiayhteisön kannalta tärkeitä asioita, mutta tulkinnanvaraa syntyy erityisesti rakennuksen ja kiinteistön eroissa. Vaatimukset on määritelty rakennukselle, pois lukien sähköautojen latauspistevaatimukset.

### 3.6.3 Mittarointi

Energiayhteisöissä energian kulutuksen mittaaminen on perusta kustannusten jakamiselle ja jatkossa toisaalta myös osa energian käytön hallintaa yhteisössä. Erityisesti asuinkiinteistöjen osalta energiatehokkuuden parantamisen yhtenä toimenpiteenä on lisätty vaatimuksia lämmityksen ja käyttöveden mittaamiselle.

Rakennuksessa on oltava energiankäytön mittauksen mahdollistavat mittauslaitteet tai mittausvalmius, jotta rakennuksen energiankäyttöä voidaan seurata tärkeimpien kulutuskohteiden ja rakennuksen koko kulutuksen osalta tai tällainen seurantamahdollisuus on oltava helposti toteutettavissa. (YMa1010/2017).

Kaukolämmön osalta mittauksen järjestäjän on tarjottava kaukolämmön ja kaukojäähdytyksen loppuasiakkaille kilpailukykyisesti hinnoiteltua etäluettavaa mittaria, joka mittaa tarkasti energiankulutuksen (Energiatehokkuuslaki 19§). Tämä ei kuitenkaan edellytä huoneistokohtaista (loppukäyttäjäkohtaista) mittauksia. Yhteisen lämmitysjärjestelmän kulut siis jaetaan pääsääntöisesti huoneistojen kokojen tai osakemäärien suhteessa osana yhtiövastiketta. Huoneistokohtaisen sähkölämmityksen energian kulutus taas pääsääntöisesti menee käyttöpaikan (huoneiston) mittauksen kautta.

Käyttöveden laskutuksen on perustuttava mitattuun kulutukseen rakennuksissa, joihin asennetaan huoneistokohtaiset etäluettavat veden kulutusmittarit 23.11.2020 jälkeen haetun rakennusluvan perusteella. (asunto-osakeyhtiölaki (1599/2009), asuinhuoneiston vuokrauksesta annettu laki (481/1995), vuokra-asuntolainojen ja asumisoikeustalolainojen korkotuesta annettu laki (604/2001),

aravarajoituslaki (1190/1993) ja asumisoikeusasunnoista annettu laki (650/1990).

#### 3.6.4 Sähkön mittaus

Kiinteistönhaltijan on järjestettävä toimitetun sähkön mittaus asianmukaisella tavalla, jos sähkö toimitetaan loppukäyttäjille kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen sähköverkon kautta. Sähkön mittaus tulee tällöin järjestää siten, että jos loppukäyttäjä haluaa vaihtaa sähköntoimittajaa, huoneistokohtaisen mittauslaitteiston mittaama sähkönkulutus voidaan helposti ja teknisesti luotettavalla tavalla etäluentaominaisuutta tai mittauslaitteiston lähettämiä mittauspulsseja hyväksi käyttäen sekä yhdistää kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän mitattuun kokonaiskulutukseen että erottaa siitä. Mittaus tulee järjestää myös siten, että siitä aiheutuvat kustannukset ovat loppukäyttäjille ja sähköntoimittajille mahdollisimman pienet. (SML 71 §)

Kiinteistönhaltijan on huolehdittava siitä, että loppukäyttäjällä on mahdollisuus tehdä sähköverkkosopimus ja sähköntoimitus, jossa sähköntoimitus tapahtuu jakeluverkonhaltijan jakeluverkon kautta. Kiinteistönhaltijan tulee luovuttaa loppukäyttäjälle tätä tarkoitusta varten käyttöoikeus kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäiseen sähköverkkoon. Jos sähkö toimitetaan kiinteistössä loppukäyttäjille kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen sähköverkon kautta, on loppukäyttäjän korvattava kiinteistönhaltijalle sähkön mittaukseen liittyvistä muutostöistä aiheutuvat kustannukset siirtyessään ostamaan sähkönsä jakeluverkon kautta (SML 72 §). Huomattavaa on, että lain määritelmässä loppukäyttäjä on määritelty asiakkaaksi, joka ostaa sähköä omaan käyttöönsä.

Tarkempia säännöksiä sähköntoimitusten mittauksesta kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisessä sähköverkossa annetaan valtioneuvoston asetuksella. Säännökset voivat koskea:

- 1) huoneiston varustamista mittauslaitteistolla;
- 2) mittauslaitteistolle ja -järjestelmälle asetettavia vaatimuksia;
- 3) mittauslaitteiston lukemista;
- 4) mittaustiedon hyödyntämistä. (SML 71 §)



Tämän pohjalta asetuksella sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 767/2021 (voimaantulo 1.11.2021) on määritetty sähkönenergian ostoon liittyviä mittauksia. Asetuksessa säädetään mm. uusia etäluettavia sähkön mittauslaitteistoja koskevista vaatimuksista sekä varttimittauksesta:

- Sähköverkkoon liitetty sähkönkäyttöpaikka tulee varustaa sähkönkulutuksen mittaavalla mittauslaitteistolla. Jos sähköliittymään kuuluu useita sähkönkäyttöpaikkoja, joihin sähkö myydään sähköverkon kautta, tulee kukin sähkönkäyttöpaikka erikseen varustaa mittauslaitteisto (1§).
  - poikkeuksen alle 3x25A:n käyttöpaikat.
- Sähköntuotantolaitteisto, joka syöttää sähköä sähköverkkoon siinä siirrettäväksi, tulee varustaa mittauslaitteistolla. (2§)
  - Nimellisteholtaan enintään 100 kVA:n sähköntuotantolaitteistoa tai -laitteistokokonaisuutta ei tarvitse varustaa erillisellä mittauslaitteistolla, jos sähkönkäyttöpaikka on varustettu mittauslaitteistolla, joka kykenee mittaamaan sekä sähköverkosta otetun että sähköverkkoon syötetyn sähkön määrän.
- Sähkönkulutuksen ja sähköntuotannon mittauksen sähköverkossa sekä verkonhaltijan rajapistemittauksen tulee perustua varttimittaukseen ja mittauslaitteiston etäluentaan (varttimittausvelvoite). (3§)
  - poikkeuksena pienet sähkönkäyttöpaikat (max. 3x25 A tai kulutus alle 5000 kWh/a)
- Uusille etämittauslaitteistoille on annettu teknisiä vaatimuksia (5§)
- Uudessa etämittauslaitteistossa tulee olla kuormanohjausrele, jonka avulla mittauslaitteisto kykenee vastaanottamaan ja panemaan täytäntöön tai välittämään eteenpäin viestintäverkon kautta lähetettäviä kuormanohjauskomentoja.
  - koskee vain alle 3x63 A:n sähkönkäyttöpaikkoja ja 1-2 huoneiston asuinkiinteistöjä.
- Uudisrakennukseen tulevat erilliset asuin- ja liikehuoneistot tulee varustaa sähkön kulutuksen mittaavilla mittauslaitteistoilla, jos sähkö myydään sähkönkäyttäjille kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen sähköverkon kautta. Sama vaatimus koskee myös kiinteistöä tai kiinteistöryhmää, jonka sisäistä sähköverkkoa muutetaan siten, että sähkö myydään

muutoksen jälkeen sähkökäyttäjille kiinteistön sisäisen sähköverkon kautta. Tähän vaatimukseen on annettu poikkeuksina mm. asuntolat ja vapaa-ajan asunnot, sairaalat ja hoitokodit. (12 §)

### 3.6.5 Kiinteistörajat ylittävä sähkönsiirto

Sähkömarkkinalakiin hiljattain tehty muutos 15.7.2021/730 saattaa välillisesti vaikuttaa myös energiayhteisöjen rakenteisiin. Energiayhteisöjen ja sähköverkon rakenteen näkökulmasta oleellisin muutos liittyy kiinteistörajat ylittävään sähkönsiirtoon. Nykyinen laki tuoreilla muutoksilla mahdollistaa pienimuotoisen sähköntuotannon liittämisen erillisellä linjalla kiinteistörajan yli sähkönkäyttöpaikkaan tai kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sähköverkkoon suoraa sähköntoimitusta varten.

Sähkömarkkinalakia muutettiin seuraavasti:

Erillisen linjan määritelmä lisättiin kohtaan 3 § 5 a)

”erillisellä linjalla (tarkoitetaan) sähköjohtoa, joka liittää erillisen tuotantoyksikön erilliseen asiakkaaseen, ja sähköjohtoa, joka liittää tuottajan ja sähköntoimittajan niiden omiin tiloihin, tytäryrityksiin tai asiakkaisiin suoraa sähköntoimitusta varten”.

Sähköverkkotoiminnan luvanvaraisuuteen (4 §) lisättiin kohta, joka määrittelee, että luvanvaraista ei ole ”erillisen linjan kautta tapahtuva sähkönjakelu, jos jaettava sähkö on tuotettu pienimuotoisessa sähköntuotannossa.”

Sähkömarkkinalain 3 §:n 14 kohdan mukaan pienimuotoisella sähköntuotannolla tarkoitetaan laissa voimalaitosta tai usean voimalaitoksen muodostamaa kokonaisuutta, jonka teho on enintään kaksi megavolttiampeeria. Tähän liittyen myös kohtaan jakeluverkon rakentamisesta (13 §) tehtiin lisäys, jossa määritellään, että muut saavat rakentaa vastuualueelleen jakeluverkkoa, jos ”kysymyksessä on erillinen linja, jolla liitetään pienimuotoista sähköntuotantoa sähkönkäyttöpaikkaan tai kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän verkkoon”.

Kiinteistörajat ylittävän sähkönsiirron esitys mahdollistaa kiinteistöllä tai sitä vastaavalla kiinteistöryhmällä toimivan energiayhteisön (asiakas eli loppukäyttäjä) kiinteistörajat ylittävän sähkönsiirron. Hallituksen esitystä tarkasteltaessa herää kuitenkin kysymys siitä, miten Sähköturvallisuuslaki on huomioitu tällaisen pientuotannon tapauksessa. Lakimuutoksen perustelumuistiossa sähköturvallisuus kiinteistöverkon osalta on määritelty yhdellä lauseella ”Erillisen linjan haltija vastaisi liittymän takaisesta sähkön laadusta ja sähköturvallisuudesta.” Sähkövahinkotapauksissa Sähköturvallisuuslain 100 § rajaa kuitenkin sähkövahingon korvausvastuun siten, että kiinteistön sisäiseen sähköhuoltoon kuuluvan tai siihen liitetyn alle 400 voltin sähkölaitteen tai -laitteiston aiheuttama sähkövahinko ei ole sähköturvallisuuslain vahingonkorvausvastuun piirissä. Poikkeuksena Sähköturvallisuuslain 105 § määrittelee, että sähköturvallisuuslaki ei rajoita vahinkoa kärsineen oikeutta korvaukseen sähkövahingosta sopimuksen perusteella taikka vahingonkorvauslain, tuotevastuulain (694/1990) tai muun lain nojalla. Toisaalta vahingonkorvauslain ja tuotevastuulain soveltaminen tietyissä sähkövahinkotilanteissa on epäselvää, jos tuotantolaitteisto sijaitsee toisella kiinteistöllä ja sähkövahinko aiheutuu esimerkiksi toisen kiinteistön haltijan toiminnan vuoksi. Kysymyksiä syntyy sekä laitteiston toiselle kiinteistölle aiheuttamista aineellisista vahingoista, henkilövahingoista että mahdollisista vahingoista, jotka aiheutuvat pientuotantoa hyödyntävälle kiinteistölle omatuotantolaitteiston vaurioituessa toisen kiinteistön haltijan toimesta. Sähkölaitteistoluokituksia (luku 3.4) tarkasteltaessa havaitaan myös yksi tulkinnanvaraa aiheuttava määrittely; mikä on kiinteistön liittymisteho kiinteistörajat ylittävän sähkönsiirron tapauksessa, ja eroaako se toisaalta jollain tavalla kiinteistön rajojen sisällä olevasta omatuotannosta. Tämä vielä korostuu asuinrakennusten tapauksissa, jotka eivät välttämättä kuulu mihinkään sähkölaitteistoluokkaan omatuotannon määrästä ja sijainnista riippumatta.

Kiinteistörajat ylittävän sähköverkon lakimuutos on joiltain osin haasteellinen sovellettava, koska sähköturvallisuusnäkökulmia ei ole täysin huomioitu lakimuutosta valmisteltaessa. Erityisesti toiselle rakennetulle kiinteistölle asennettu omatuotanto, esimerkiksi naapurin pihaan sijoitettu aurinkosähköjärjestelmä, voi aiheuttaa haasteita sekä Sähköturvallisuuslain vastuu- ja velvollisuuskysymysten että korvausvastuiden tulkinnassa. Kiinteistörajat ylittävän sähkönsiirron synnyt-

tämiä vastuita ja velvollisuuksia tulisikin jatkossa tarkastella myös sähköturvallisuuksnäkökulmasta sekä lakiteknisesti että vakuutusyhtiöiden näkökulmasta. Eri-tyistä huomiota tulisi kiinnittää siihen, miten kiinteistön ulkopuolella olevien sähkölaitteistojen vahingonkorvausvastuu määritellään, jos sähkövahinko aiheutuu ulkopuolisista tahoista johtuvista tekijöistä.

### 3.6.6 **Selvityksen alla oleva rakennusten älyindikaattorin (SRI) käyttöönotto Suomessa**

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin muutoksissa (Directive (EU) 2018/844) määritellään rakennusten älyindikaattori (SRI, Smart Readiness Indicator). Direktiivin määritelmän mukaan rakennusten älyindikaattoria olisi käytettävä mittaamaan rakennusten kykyä hyödyntää tieto- ja viestintäteknikoita ja sähköjärjestelmiä rakennusten toiminnan mukauttamiseksi asukkaiden (engl. occupants) ja verkon tarpeiden mukaan ja rakennusten energiatehokkuuden sekä kokonaistehokkuuden parantamiseksi. Lisäksi älyratkaisuvalmiutta koskevalla indikaattorilla olisi lisättävä rakennusten omistajien ja asukkaiden tietoa rakennusten automatisoinnin ja teknisten järjestelmien sähköisen valvonnan todellisesta arvosta ja olisi rakennettava asukkaiden luottamusta siihen, että uusilla parannetuilla toiminoilla saadaan aikaan tosiasiallisia säästöjä. (Motiva 2020).

Rakennusten älyindikaattori on numeerinen arvo (0 - 100). Laskentamenetelmä on melko yksityiskohtainen, mutta pääkategorioina rakennuksen valmiuksia painotetaan kolmella avainalueella, joiden jokaisen painoarvo lopullisessa arvossaan on 1/3. Avainalueet ovat:

- 1) Käyttäjä: Mukautuminen käyttäjän tarpeisiin (Respond to user needs)
- 2) Energia ja ylläpito: Ylläpidon helppous ja järjestelmien energiatehokkuus (Energy savings and operation)
- 3) Kulutusjousto: Rakennuksen kyky sopeutua julkisen sähkönenergiajärjestelmän vaihteluihin (Respond to needs of the grid) (Motiva 2020).

Älyindikaattorin implementointi jäsenmaiden käyttöön on vapaaehtoista, jonka vuoksi Suomessa on parhaillaan (kevät 2021) menossa Motivan johdolla esiselvitys älyindikaattorin mahdollisesta testausvaiheesta ja sen toteuttamismahdollisuuksista. Mahdollisen kaksivuotisen testausvaiheen jälkeen tehdään tarvittavat päätökset älyindikaattorin käyttöönotosta Suomessa. Jos rakennusten älyindikaattori otetaan Suomessa käyttöön, on odotettavissa, että se tulee omalta osaltaan tukemaan tulevaisuuden energiajärjestelmän tarpeisiin soveltuvien rakennuksien ohjausjärjestelmien kehittymistä ja käyttöönottoa. (Motiva 2020).

Selvitysten perusteella rakennusten älyindikaattorin mahdollisen käyttöönoton valmisteluissa tulee huomioida, miten sitä sovelletaan kiinteistöihin ja erilaisiin energiayhteisöihin. Kuten muissakin sääntelytarkasteluissa on havaittu, on ”rakennus” ja rakennukseen sovellettava sääntely nykyaikaisten energiaratkaisujen ja sitä kautta myös energiayhteisöjen kohdalla hyvin rajaava termi.

#### 4 PAIKALLISEN ENERGIAKYHTEISÖN TEKNISIÄ ERITYISPIIRTEITÄ

Tässä luvussa käsitellään paikallisiin energiayhteisöihin liittyviä teknisiä erityispiirteitä eli sitä, miten niiden suunnittelu poikkeaa perinteisestä sähkösuunnittelusta. Paikallisten energiayhteisöjen suunnittelussa korostuu erityisesti tehojen ja kuormitusten suunnittelu, ohjausmahdollisuudet ja omatuotanto sekä siitä johtuvat suojauksen erityispiirteet. Samoin luvussa otetaan kantaa laitteistojen toiminnallisiin erityispiirteisiin sekä verkon jännitteiden ja virtojen käyttäytymiseen. Energiayhteisöiden saarekekäyttötilanteet ja saarekekäytön mahdollistavat tekniset ratkaisut on tässä tarkastelussa rajattu ulkopuolelle.

Luvun sisältö pohjautuu isolta osin pienjännitesähköasennusten standardisarjaan SFS 6000, sekä uusiin SFS-standardeihin SFS 6008-1:2020 ja SFS 6008-2:2020. SFS 6008-standardin ensimmäinen osa käsittelee toiminnallisesta näkökulmasta pienjännitesähköasennusten energiatehokkuutta. Jälkimmäinen osa käsittelee niin sanonut ”tuottaja-kuluttajan” pienjännitesähköasennuksia. Standardi käyttää tuottaja-kuluttajan asennuksista lyhennettä ”PEI-asennus”, joka tulee englannin kielisestä alkuperäisestä nimestä ”prosumer’s electrical installation”. Englannin kielinen sana prosumer on myös monella alan toimijalla vakiintunut sanamuoto kuvastamaan aktiivisena markkinaosapuolena toimivaa asiakasta, jolla voi olla esimerkiksi sähkön omatuotantoa ja varastointia, sekä jonkinlaisia sähkötehon valvonta- ja ohjausratkaisuja.

SFS 6000 -standardisarjan standardi SFS 6000-8-801 käsittelee sähkönjakeluun käytettäviä pienjännitejakeluverkkoja (jännite enintään 1000 V vaihtojännitettä tai 1500 V tasajännitettä). Jakeluverkolla syötetään sähköliittymiä, kuten rakennuksia tai muita laitteistoja. Standardin määritelmän mukainen jakeluverkko alkaa jakelumuuntajan tai generaattorin pienjänniteliittimistä ja se sisältää kaikki jakeluverkkoon kuuluvat rakenteet kuten suojalaitteet, jakokeskukset, kaapelit ja johdotimet, välivarokkeet, välimuuntajat yms. Jakeluverkon ja sähköliittymän sähköasennuksen raja sijaitsee päävarokkeen tai muun pääsuojalaitteen jakeluverkon puoleisissa liittimissä, yleensä sähköliittymän pääkeskuksessa.

Jos sähköliittymässä on omia sähköntuotantolaitteita, joiden on tarkoitus toimia rinnan yleisen jakeluverkon kanssa, jakeluverkon ja sähköliittymän raja sijaitsee SFS 6000-5-55 kohdan 551.7.6 mukaisen erotuslaitteen jakeluverkon puoleisissa liittimissä. (SFS 6000-8-801.) Yleensä tämä erotuslaite on liittymän pääkytkin, mutta myös generaattorilaitteiston pääkytkintä voidaan käyttää erotukseen. Asiasta on sovittava liittymän haltijan ja jakeluverkkoyhtiön kesken. Erotuslaitteen on oltava jatkuvasti yleisen jakeluverkon haltijan käytettävissä. (SFS 6000-5-55.) Liittymisjohdon ja päävarokkeiden taloudelliset hallintarajat ja kunnossapitovastuiden rajat eivät vaikuta edellä esitettyihin teknisiin ja suojaukseen liittyviin rajoihin (SFS 6000-8-801).

#### **4.1 Energiankulutuksen jakautuminen ja profiili**

Asennuksen aiottu energian kulutuksen jakautuminen ja profiili energiayhteisössä tulee määritellä. Tyypikuormituskäyriä tai mittaustietoja voidaan käyttää lähtöarvona eri kuormituksille. Jos niitä ei ole käytettävissä, on tunnistettava (laitteiden arvoihin perustuvat) pääkuormitukset ja niiden odotettavissa oleva käyttöaika. Nämä kulutukset voidaan summata yhteen energian kulutuksen profiilin määrittelemiseksi. Muodostettaessa energiayhteisöjä olemassa olevista kiinteistöistä, voidaan näiden mittaustietojen perusteella arvioida yhteisön energiankäytön profiilia. (SFS6008-1)

##### **4.1.1 Käyttöparametreihin perustuvat tekniset kriteerit**

Tiettyjen toimintojen tai käyttöjen keskeytystä tiettyinä aikoina pitäisi välttää. Suunnittelijan ja/tai loppukäyttäjän pitäisi sopia päivittäiset, viikoittaiset, kuukausittaiset tai vuotuiset ajankohdat, jolloin määrättyjen toimintojen tai käyttöjen pitää olla käytettävissä tai niitä voidaan vähentää tai sulkea. Näiden toimintojen tunnistaminen ja kokoaminen asennuksen osaan ovat avainasemassa energiatehokkuuden kannalta. Esimerkiksi määrittelemällä oma asennuksen osa ikkunan lähellä oleville valaisimille, ja toinen valaisimille seinän lähellä, tehdään mahdolliseksi ikkunan lähellä olevien valaisimien sammuttamisen päivänvalon ollessa riittävä. (SFS 6008-1)

#### 4.1.2 Omatuotannon, kulutuksen ja jännitteen välinen yhteys

Sähköverkon hetkellisen tehon siirtokykyyn vaikuttaa verkon rakenne, käytettyjen johdinten mitoitus sekä tuotannon ja kuormituksen sijainti verkossa. Jännitteen taso voi edellisten perusteella vaihdella merkittävästi verkon käyttötilanteen mukaan. Laitteiden turvallisen käytön kannalta verkon jännitetason tulisi pysyä jakeluverkon liittymäpisteen osalta laatustandardin SFS-EN50160:2006 mukaisissa rajoissa ja vaihteluväli nimelliseen arvoon nähden tulisi olla  $-10 \dots +10 \%$ . Tällä on merkitystä mm. tilanteissa, jossa esimerkiksi omatuotanto pyrkii nostamaan kiinteistöverkon ja sitä kautta liittymispisteen jännitettä. Vastaavasti kulutuslaitteet on mitoitettu toimimaan tyypillisesti vastaavilla jännitevaihteluilla.

Jännitteen vaihtelu muuttaa laitteistojen toimintaa. Mikäli laatustandardin pienin jännitetaso alittuu jatkuvasti, voi kulutuslaitteiden toiminta ja päällä olo häiriintyä. Mikäli suurin jännitetaso ylittyy, voivat kulutuslaitteet vaurioitua ylijännitteen seurauksena. Tällainen vaurio voi olla laitekomponentin läpilyönti ja sen seurauksen syntyvä sisäinen oikosulku. Vaurio voi syntyä merkittävästä lyhytkestoisesta toimintajännitteen ylittämisestä tai pitkäkestoisesta mutta pienemmästä ylijännite- rasituksesta. Samoin ylijännite lyhentää käämeillä ja kondensaattoreilla varustettujen laitteiden kuten muuntajien ja moottoreiden laskennallista elinikää.

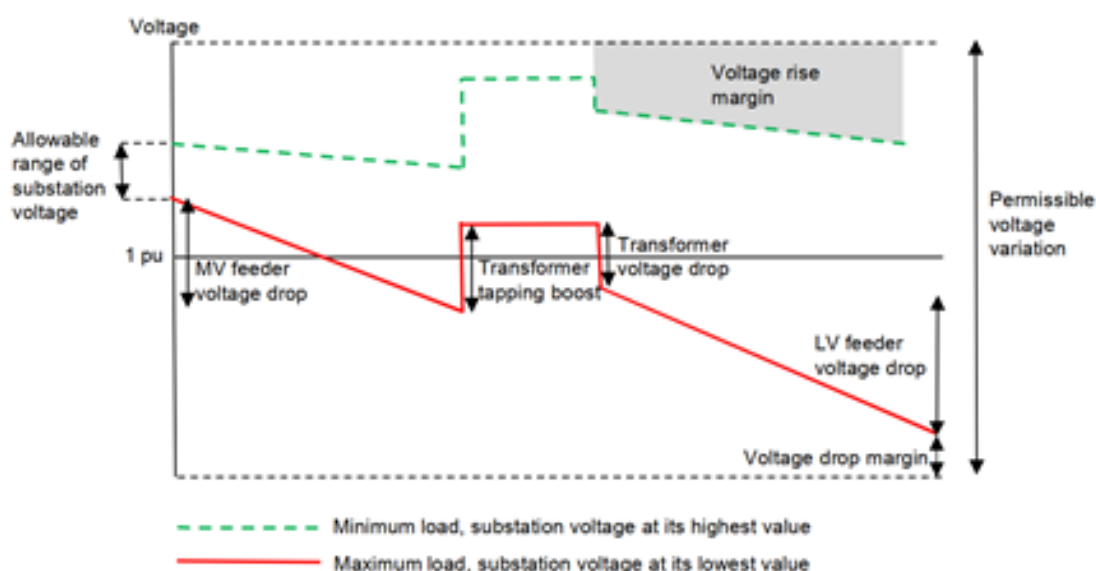
Tyypillisesti jännitteen hetkellinen ylittyminen voi johtaa kiinteistön verkkoon kytettyjen laitteiden, kuten esimerkiksi tietokoneiden, pienelektroniikan ja energiasäästö-lamppujen, rikkoontumisiin. Pitkäaikainen ylittyminen voidaan todentaa sähkön laatumittauksilla. Standardin mukaan jokaisen viikon aikana 95 % jakelu- jännitteen tehollisten arvojen 10 minuuttien keskiarvoista tulee olla välillä  $U_n \pm 10 \%$  (253 – 207 V).

Jännitteen suuruutta kuvataan tehollisarvolla olettaen, että järjestelmän jännite ja virta ovat sinimuotoisia. Jännitteen ollessa korkea mahdolliset yliaallot, jännitepiikit ja jännitteen epäsinimuotoisuus voivat nopeuttaa kulutuslaitteiden ylijännitteistä syntyviä vaurioita. Syynä edellisiin yliaaltoihin, jännitepiikkeihin tai epäsi-



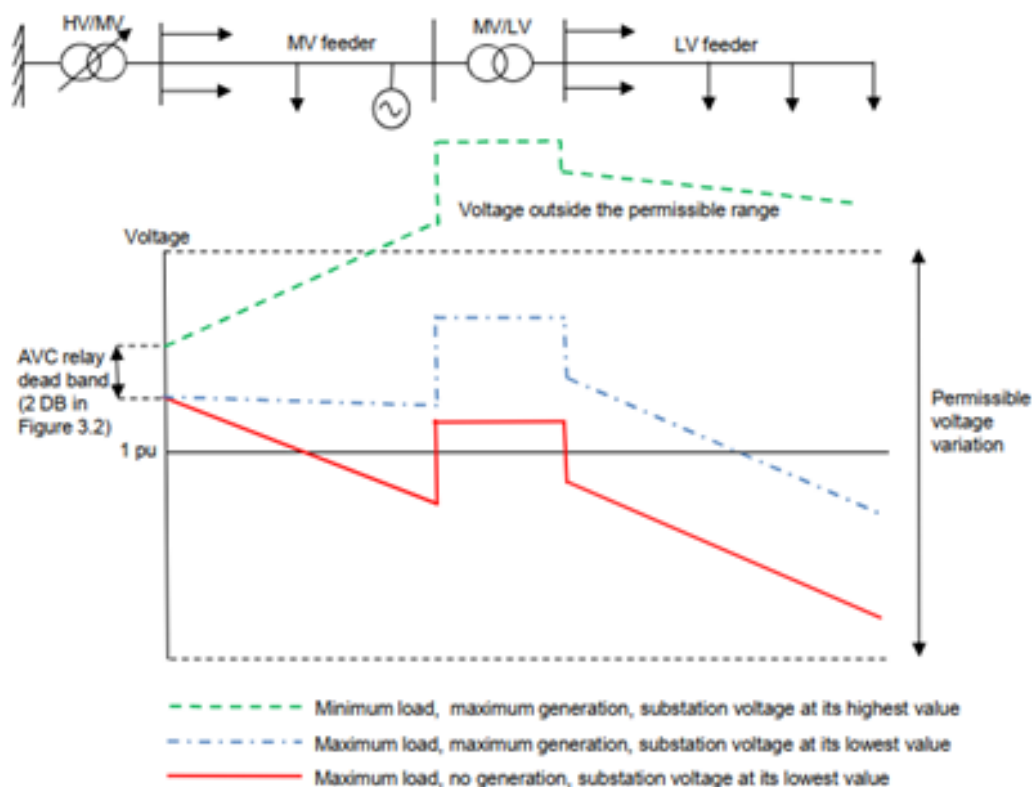
muotoisuuden voivat olla itse kulutuslaitteistot. Siten jännitteen osalta tulee kiinnittää huomiota sen hetkellisiin huippuarvoihin, jotka ovat riippuvaisia käytetyistä laitteistosta ja syöttöverkon rakenteesta.

Jännitteen käyttäytyvät pienjännitejakeluverkossa periaatteellisesti kuvassa 4.1 esitetyllä tavalla, kun kuormatilanteet vaihtelevat ja teho syötetään jakeluverkosta pienjännitejakeluverkon kuormalaitteille. Keskijänniteverkon tuottama jännite pienjännitejakeluverkon muuntajan ensiossa on riippuvainen verkon mitoituksesta, etäisyyksistä ja kuormitustasoista. Muuntajalla tuotetaan sovitettu jännite, ja jännitetaso kuormapisteissä on riippuvainen verkon mitoituksesta, etäisyyksistä ja kuormitustasosta.



Kuva 4.1. Jakeluverkon jännitteen käyttäytyminen. Anna Kulmala, PhD, 2014

Mikäli keskijänniteverkon puolelle lisätään sähköenergian tuotantoa, nousee se tyypillisesti koko järjestelmän jännitettä säteittäisessä verkossa siihen liitettyjen muuntamoiden osalta. Anna Kulmalan väitöstyössä on esitetty ratkaisuja jännite-  
tasojen hallitsemiseksi keskijänniteverkossa aktiivisella loistehon säädöllä ja muuntajien väliottokytkimillä. Tarve on akuutti erityisesti heikoissa verkoissa.



Kuva 4.2. Jakeluverkon jännitteen käyttäytyminen, kun keskijännitejakeluverkossa on omaa tuotantoa. Anna Kulmala, PhD, 2014

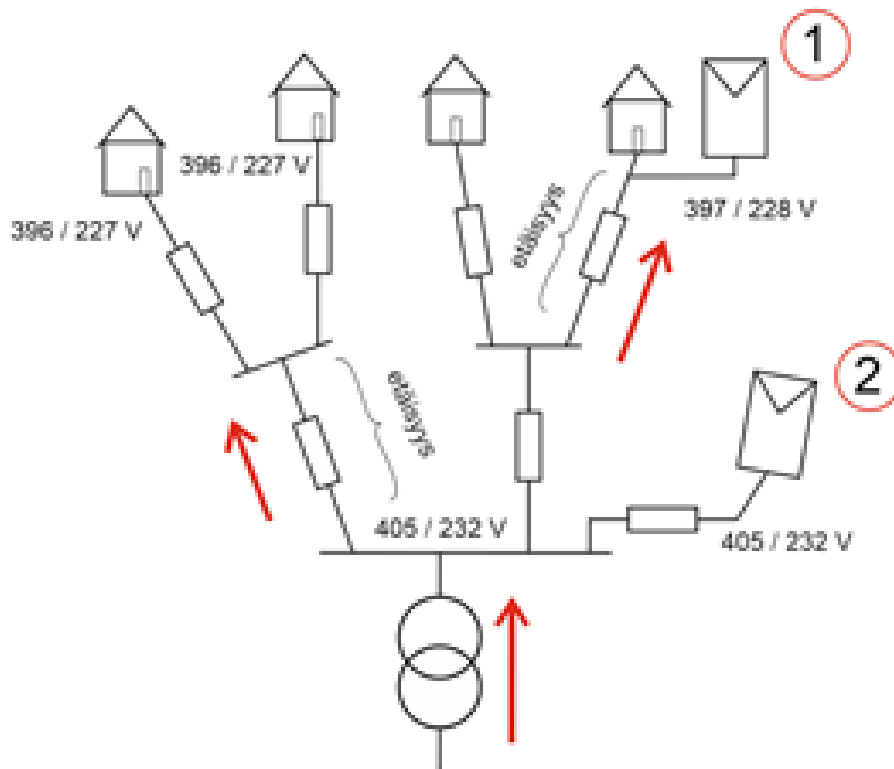
Vastaavat ilmiöt toistuvat pienjännitejakeluverkossa, mikäli sinne lisätään omaa tuotantoa ja kuormien tarvitsema teho otetaan eri yhdistelmin sekä jakeluverkosta että omasta tuotannosta. Selkeitä käyttötilanteita tällaisista tapauksista ovat seuraavat:

- kuormateho otetaan vain jakeluverkosta,
- kuormateho otetaan sekä jakeluverkosta että omasta tuotannosta,
- oma tuotanto riittää kuormien tarpeisiin ja jakeluverkkoa ei kuormiteta ja
- omaa tuotantoa siirretään myös jakeluverkkoon.

On huomattava, että edelliset käyttötilanteet voivat ilmetä erilaisissa kuorma- ja tuotantotilanteissa, jolloin jännitetason vaihtelu ja suurien jännitteiden ilmeneminen eivät ole sidoksissa pelkästään maksimituotannon tai –kulutuksen tilanteisiin.

Kuvassa 4.3 on käyttötilanne, jossa pienjännitejakeluverkossa ei ole omaa tuotantoa ja tehon syöttö tapahtuu verkkoliittymästä. Energiayhteisön oletetaan rakennetun laajemmalle maantieteelliselle alueelle yhden kiinteistön sisälle, jossa

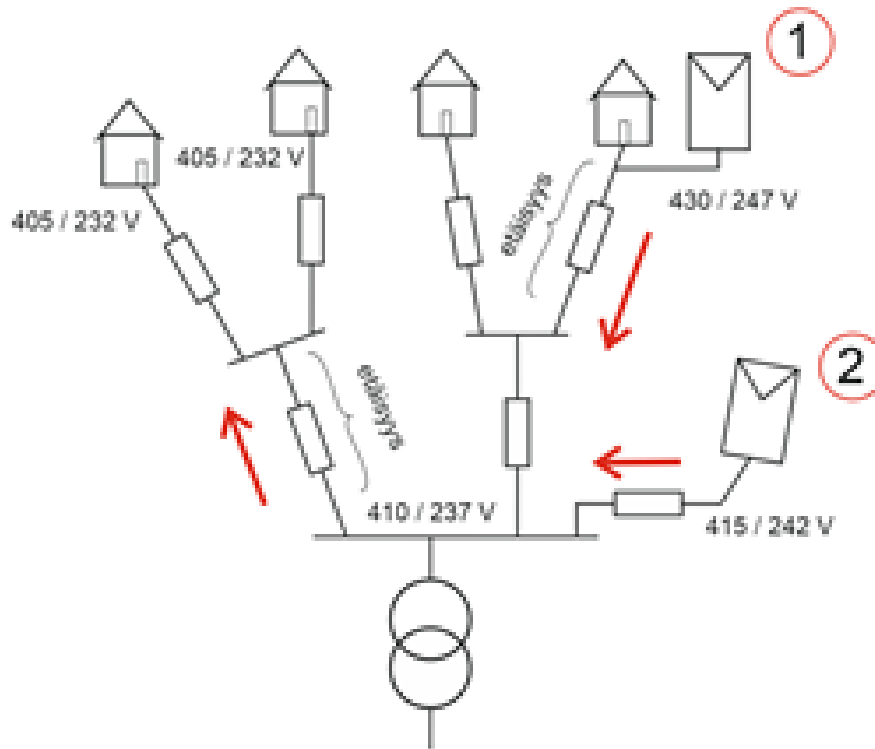
on oma pienjännitejakelujärjestelmä. Normaali tilanteessa kuormia oletetaan syötettävän jakeluverkosta. Samoin verkon mitoitus ja rakenne on toteutettu tätä tilannetta vastaavalla tavalla. Tällöin muuntajan yli jäävä kuormavirran jännitteenalenema laskee toisipuolen jännitettä tyhjäkäyntijännitteen alapuolelle. Vastaavasti kaapelisiirron impedanssista johtuen liittymien jännite on edellistä alempi. On huomattava, että pienjännitejakeluverkko on ominaisuuksiltaan resistiivinen siirtoyhteys.



Kuva 4.3. Jännitteen käyttäytyminen pienjännitejakeluverkossa, kun koko kuormateho otetaan jakeluverkosta.

Kuvassa 4.4 on käyttötilanne, jossa pienjännitejakeluverkossa on omaa tuotantoa ja tehon syöttö tapahtuu vain oman jakelujärjestelmän sisällä. Tällöin muuntajan toisiojännitteen täytyy pysyä tyhjäkäyntijännitteen tasolla, jotta muuntaja ei siirrä tehoa itsensä läpi kumpaankaan suuntaan. Vastaavasti pienjännitejakeluverkon jännitteen tason tulee nousta muuntajajännitetasoa suuremmaksi tuotan-

toyksiköissä, jotta teho siirtyy verkon sisällä. Edelleen jännitetaso laskee kuormitusten luona johdinyhteyden ja kuormitustason määräämällä tavalla. Tilanne on hankalin heikossa verkossa ja pitkien etäisyyksien rakenteissa.



Kuva 4.4. Jännitteen käyttäytyminen pienjännitejakeluverkossa ilman tehon ottoa tai syöttöä jakeluverkkoon.

Jännitteen kannalta järjestelmän mitoittamisessa tulee huomioida oman tehon tuottamisesta syntyvät vaihtelevat virtojen suunnat ja sen tuloksena jännitteiden voimakas vaihtelu käyttötilasta riippuen. Mikäli muuntajan toision jännite on tyhjäkäynnissä 410 V eli vaihejännitteenä noin 237 V, voi pitkän etäisyyden päässä olevan oman voimalan teho rajoittua jännitteen nousun takia. Kuvassa 4.4 tällainen voimala voi olla aurinkovoimala 1.

Jännitteen nousu voi olla myös epäsymmetristä eri vaiheiden välillä. Mikäli järjestelmässä on yksivaiheisia voimaloita, esimerkiksi voimala 2, nostaa sen tuotanto jännitettä vaiheessa, johon järjestelmä on kytketty. Mikäli kuormitustaso on vastaavasti alhainen siinä vaiheessa, on tämän vaiheen jännite korkea muihin nähden. Vastaavasti mikäli voimala 1 on kolmivaiheinen, rajoittuu sen tuotantomah-

dollisuudet korkeimman jännitteen perusteella koska tyypillisesti suurempien voimaloiden verkkoinvertterit toimivat kolmivaiheisesti ja eivät kykene tasoittamaan epäsymmetristä verkon jännitetilannetta.

Virheellisellä suunnittelulla voi syntyä tilanne, jossa oman tuotannon tehon siirtäminen verkkoon edellyttäisi jännitteen nousua voimalan liityntäpisteessä yli standardin SFS-EN 50160 määrittämän 253 V raja-arvon, jota tasoa tyypillisestä käytetään voimaloiden jännitteen ylärajan asetteluarvona. Lopputulos käytännössä on, että oman voimalan maksimaalista tuotantokapasiteettia ei saada syötetyksi kokonaisuudessaan koska jännitetaso rajoittaa siirtomahdollisuutta.

Edellisen perusteella suunnittelussa ja verkon rakenteessa jännitteen käyttäytyminen tulee ottaa huomioon seuraavasti:

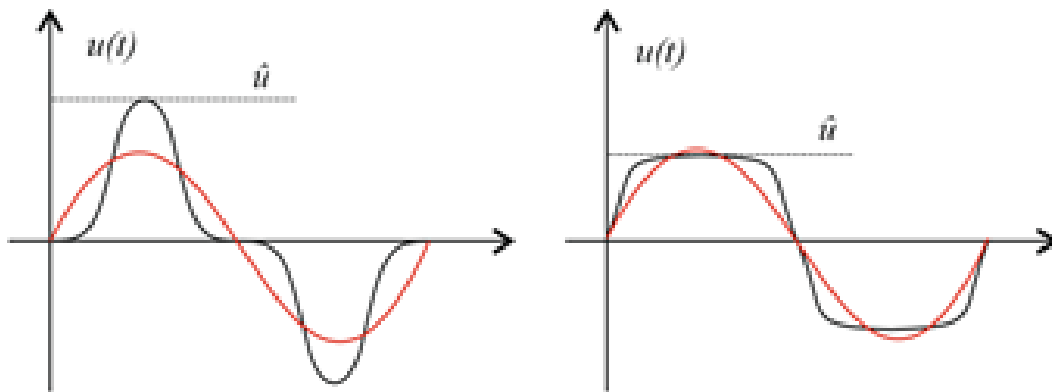
- oman tuotannon sijoitus ja liittäminen verkkoon tulisi olla verkkoliityntäpisteen läheisyydessä,
- hajautetusti sijoitetun oman tuotannon verkkoliityntä on hyvä tehdä mahdollisimman vahvaksi eli riittävän suurella johdinyhteydellä,
- oman tuotannon maksimitehon, sijainnin ja verkkoliitynnän tulisi olla tasapainossa suhteessa toisiinsa ja
- useamman omatuotantolaitteiston tapauksessa yhteistoiminnallisuus tulee tarkistaa laskennallisesti suhteessa eri kuormatilanteisiin ja määritettyihin.

#### 4.1.3 Paikallinen loistehon kompensointitarve

Loisenergian kulutuksen pienentäminen kuormituksessa pienentää häviöitä syötön puoleisen asennuksen johdotuksessa. Mahdollinen ratkaisu tehokertoimen parantamiseksi on tehokertoimen kompensointilaitteiden asentaminen vastaaviin kuormituspiireihin tai omatuotannon hyödyntäminen loistehon kompensoinnissa. Tehokertoimen parantaminen voidaan tehdä kuormituksen tasolla tai keskitetysti sovelluksen tyypistä riippuen. Asian moninaisuus johtaa erilliseen harkintaan kussakin yksittäisessä sovelluksessa. (SFS6008-1)

#### 4.1.4 Harmonisten virtojen pienentäminen

Epäsinimuotoiset virrat aiheuttavat jännitteeseen muodonmuutoksia verkon impedanssista riippuen. Mikäli verkon eli muuntajan ja johtimien yhteinen impedanssi on suuri omatuotannon liityntäpisteessä, nousee jännitetaso ja vastaavasti harmonisten virtojen aiheuttamat jännitteen muodonmuutokset ovat suuria. Kuvassa 4.5 on esimerkki, jossa kahden tapauksen jännitteiden tehollisarvot ovat samat kuin kuvan sinimuotoisen jännitteen tehollisarvo, mutta niiden huippuarvot ovat erisuuret.



Kuva 4.5. Kaksi käyttötilannetta, jossa jännitteiden tehollisarvot ovat yhtä suuret mutta huippuarvot erit. Samansuuruisen tehollisarvon mukainen tavoiteltava sinimuotoinen jännite on kuvaan merkitty punaisella.

Esimerkiksi tietokoneiden, pienelektronikan ja energiasäästölamppujen toiminta perustuu vaihtojännitteen tasasuuntaukseen. Tasasuunnattu jännitteen suuruus on riippuvainen verkon jännitteen huippuarvosta. Siten yksittäiset jännitepiikit tai jatkuva korkea jännitteen huippuarvo voi helposti johtaa laitteistojen rikkoutumisiin.

Kuormitusten ottamien harmonisten virtojen pienentäminen vähentää verkon johtimien häviöitä. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi valitsemalla tuotteita, jotka eivät tuota harmonisia virtoja tai joiden virrat kumoavat toisensa siten, että häiriövaikutus pienenee. Mahdollisia ratkaisuja ovat:

- harmonisten pienentäminen asentamalla vastaaviin kuormituspiireihin harmonisten aaltojen suotimia,

- harmonisten aiheuttamien vaikutusten pienentäminen suurentamalla joh-  
timien poikkipinta-aloja,
- käyttämällä menettelyjä, jotka tuottavat vähemmän harmonisia yliaaltoja  
kuten sinimuotoinen pulssin pituuden modulointi (SPWM) ja uusiutuvien  
energialähteiden taajuusmuuttajien liittäminen suoraan liittymispisteeseen.  
(SFS 6008-1)

Voidaan myös käyttää suotimilla varustettuja taajuusmuuttajia. Harmonisten yliaaltojen pienentäminen voidaan tehdä kuormituksen tasolla tai keskitetysti sovel-  
luksen tyypistä riippuen. Asian moninaisuus johtaa erilliseen harkintaan kussakin  
yksittäisessä sovelluksessa. (SFS 6008-1)

## **4.2 Muuntajien ja sähkökeskusten sijoitus**

Rakennusten käyttö, rakenne ja tilat on otettava huomioon määrittäessä muun-  
tajien ja keskusten sijoitusta. Energiayhteisössä oleellista on, että teholtaan mer-  
kittävien tuotantolaitosten ja kulutuspisteiden sijainti olisi mahdollisimman lyhyi-  
den kaapelointien päässä. Sijoitusten määrittämiseen voidaan käyttää esimer-  
kiksi standardissa SFS 6008-1 esitettyä painopistemenetelmää.

Muuntajien, johtoreittien ja keskusten sijaintien määrittely on tärkeä tehdä yhteis-  
työssä eri toimijoiden kanssa. Esimerkiksi keskusten sijainnit ja vaadittavat tek-  
niikkareitit vaikuttavat oleellisesti arkkitehdin tilallisiin ratkaisuvaihtoehtoihin ja  
vastaavasti päinvastoin.

## **4.3 Energiayhteisön sähköjärjestelmän tekninen turvallisuus ja suojaukset**

### **4.3.1 Kaapeleiden mitoitus ja suojaus**

Tuottaja-kuluttajan asennuksen on kyettävä toimimaan kaikilla aiotuilla käyttöta-  
voilla. Tarpeiden mukaan PEI-asennuksen on voitava muuttaa milloin tahansa  
käyttötapaa ja sen on myös voitava palata takaisin alkuperäiseen käyttötapaan  
milloin tahansa. Henkilöiden ja omaisuuden suojauksen pitää toteutua kaikissa  
käyttötavoissa. Tästä on kyse erityisesti silloin, kun henkilöiden suojaamiseen

käytetään suojausmenetelmänä syötön automaattista poiskytkentää kaikissa aiotuissa käyttötavoissa. Tässä tapauksessa kaikissa aiotuissa käyttötavoissa käytettävä järjestelmän maadoitus voi olla erilainen ja riippua käyttötavasta. (SFS 6008-2:2020)

#### 4.3.2 **Asennuksen erottaminen**

Jos asennusta syötetään useammasta kuin yhdestä teholähteestä, jokaiselle teholähteelle on oltava erottamiseen soveltuva kytkin (esim. kuormanerotin), ja jokaisen tällaisen pääkytkimen lähelle on kiinnitettävä kestävä varoituskilpi paikkaan, jossa erottamista tekevää henkilöä varoitetaan tarpeesta käyttää asennuksen erottamiseen kaikkia kytkimiä. (SFS 6008-2:2020) Kilpiä ei tarvita, mikäli laitteessa on lukitusjärjestelmä, jonka avulla varmistetaan, että kaikki asianomaiset virtapiirit on erotettu. (SFS 6000:2017)

#### 4.3.3 **Vikasuojaus**

Suojalaitteiden toiminta-aikojen on oltava standardien SFS 6000-4-41:2017 kohdan 411.3.2 ja SFS 6000-5-551:2017 kohdan 551.2 mukaisia. Sähköiskulta suojaavien suojalaitteiden valinnassa on otettava huomioon pienimmän maasulkuvirran arvo (yhden äärijohtimen ja PE-johtimen välillä). Pienimmän maasulkuvirran arvo voi riippua käyttötavasta. (SFS 6008-2:2020)

Vikasuojauksen näkökulmasta erikseen tarkasteltava PEI-asennusten käyttötapa on erityisesti saarekekäyttötilanteet, jolloin paikallisten sähköntuotantolaitosten vikavirran syöttökyky ei välttämättä ole riittävä valituille suojalaitteille ja suojaustavoille. Tässä tarkastelussa saarekekäyttötilanteet ja niiden vikasuojausratkaisut on kuitenkin rajattu pois.

#### 4.3.4 **Ylivirtasuojaus**

Ylikuormitus- ja oikosulkuvirrat on määriteltävä asennusten jokaisessa kohdassa, johon suojalaitteet asennetaan. Määrittelyssä on otettava huomioon kaiken tyypp-



pisten asennusten erilaisille mahdollisille kokoonpanoille, ja pienimpiä ja suurimpia virtojen suuruuksia vastaaville tilanteille. Kaikissa tapauksissa on täytettävä standardin SFS 6000-4-43 vaatimukset. Käyttötapa vaikuttaa paljon ylivirran suuruuteen. (SFS 6008-2:2020)

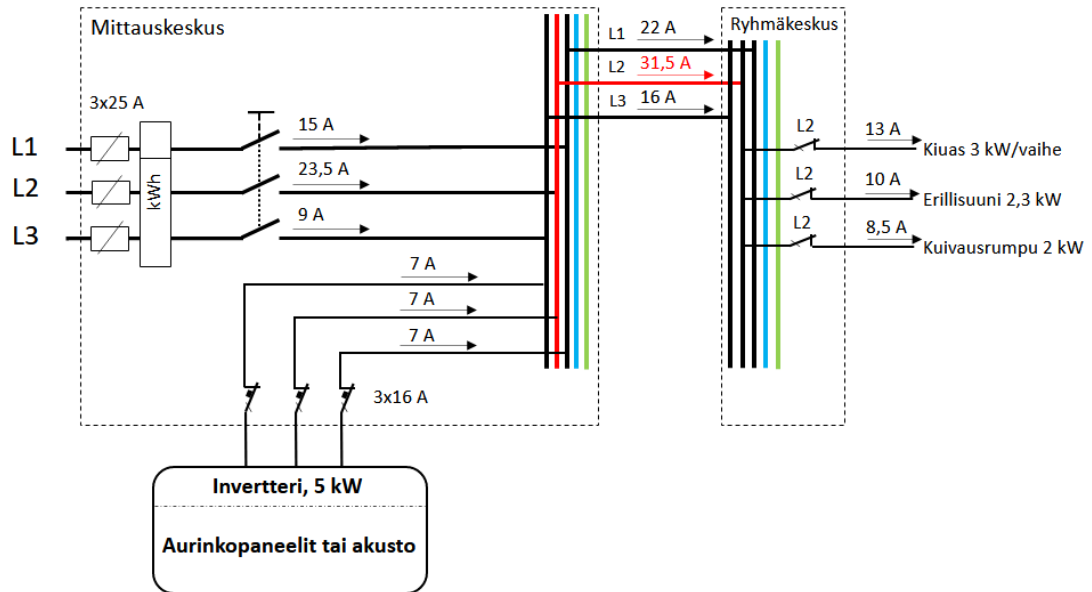
Ylivirtasuojien valinnassa on otettava huomioon suurin oikosulkuvirran taso (esim. liitetty käyttö) katkaisukyvyn valinnan takia, ja pienin oikosulkuvirran taso (esim. saarekekäyttö) oikosulkusuojien laukaisuarvojen asettelua varten. (SFS 6008-2:2020)

Aurinkosähkökennoja pidetään virtalähteinä, joilla on hyvin pieni oikosulkuvirta. Oikosulkuvirta on suurempi, jos akustot on kytketty rinnan aurinkosähkökennojen kanssa. (SFS 6008-2:2020)

Oikosulkuvirran syöttäminen tehoelektroniikan laitteistolla poikkeaa verkon oikosulkuvirran syöttökävystä. Tyypillisesti laitteisto voi tuottaa nopean virtapiikin oikosulun alussa mutta jatkuva oikosulkuvirta on alhainen. Tämä johtuu siitä, että vaihtosuuntaaja toimii jatkuvassa tilanteessa oman virtarajansa asettamissa arvoissa ja säätyy sille tasolle. Tyypillisesti laitteistot ja sen komponentit on mitoitettu vastaavan virtarajan mukaan. Samoin tuotantolaitteisto voi kytkeytyä pois verkosta verkkojännitteen kadotessa oikosulkutilanteeseen liittyen.

#### **4.3.5 Ylivirtasuojien sijoitus**

Omatuotannolla voidaan verkkorakenteessa mahdollistaa ylikuormitustilanne keskuksessa tai keskusten välisessä kaapeloinnissa. Seuraavassa on esimerkki (Kuva 4.6) kytkennästä, jossa verkkovirta ja omatuotantovirta summautuvat samalle syöttöreitille.



Kuva 4.6. Esimerkki mahdollisesti kuormitusilanteesta on, kun olemassa olevassa asuinrakennuksessa liitetään paikallinen sähkötuotantolaitos tai sähkövarasto mittauskeskukseen. Liittymän pääsulakkeet ovat aiemmin toimineet keskusten välisen nousujohdon ylikuormitussuojana.

Tällainen tilanne voi johtaa esimerkiksi jälkepäin lisätyn omatuotannon tapauksessa mittauskeskuksen ja ryhmäkeskuksen välisen kaapelin suojaamattomaan ylikuormittumiseen. Samoin käyttäjän tavoitteena voi olla oman kuormatehon tason lisääminen ilman liittymätehon kasvattamista. Uudisrakentamisessa tämä voidaan huomioida lisäämällä ylimääräinen kaapelisuojaus ja huomioimalla kaapelimitoituksessa kahdesta suunnasta tapahtuva syöttö.

Ylivirtasuojien valinnassa ja asentamisessa on otettava huomioon kaikki mahdolliset virtojen kulkusuunnat ja niiden napaisuudet. Näiden ylivirtasuojien toiminta pitää vastata virran kulkusuuntaa. Ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksessa suoja-laite on tarpeen sijoittaa piirin syöttöpisteeseen. Poikkeukset tähän on esitetty standardin SFS 6000 kohdissa 433.2.2 ja 433.3 (SFS 6008-2:2020)

Piirin alkukohta voi vaihdella riippuen PEI-asennuksen arkkitehtuurista. Jos PEI-asennusta syötetään yleisestä jakeluverkosta, piirin alkukohta on piirin yhdessä päässä. Jos PEI-asennusta syötetään paikallisesta teholähteestä (mukaan luetuna sähkövarastot) alkukohdat voivat olla piirien fyysisesti eri päissä. Tässä ta-

pauksessa oikosulkusuoja asennetaan piirin jokaiseen mahdolliseen alkukohtaan. Jokainen oikosulkusuoja on valittava ja asetettava jokaisen relevantin teholähteen mukaan. Usean samassa piirissä oikosulkusuojan käytön vähentämiseksi suositellaan, että paikalliset teholähteet ja paikalliset sähkövarastot liitetään suoraan pääkeskukseen. (SFS 6008-2:2020)

#### **4.3.6 Suojalaitteiden välinen selektiivisyys**

Suojalaitteiden selektiivisyys koostuu kahden tai useamman suojalaitteen välisestä yhteensovittamisesta siten, että ylivirran tai vikavirran sattuessa vain kuorituksen puolella oleva suojalaite toimii, kun taas muut suojalaitteet eivät toimi. Yhteensovittamisen vaatimuksia on käsitelty tarkemmin standardin SFS 6000-5-53: 2017 luvussa 536. (SFS 6008-2:2020)

Selektiivisyyttä tarkasteltaessa on tärkeää tietää, missä tehosyöttö sijaitsee. PEI-asennuksessa teholähteiden sijoitus voi vaihtua käyttötavan mukaan, jonka seurauksena selektiivisyyttä on tarkasteltava kaikkien vikavirtojen suuruuksien mukaan, jotka riippuvat vian sijainnista, PEI-asennukseen kytkettyjen mahdollisten tehosyöttöjen yhdistelmistä ja eri käyttötavoista. Selektiivisyys voi koskea ylikuormitussuojia, oikosulkusuojia tai vikavirtasuojia. (SFS 6008-2:2020)

#### **4.3.7 Varasuojaus (back-up-suojaus)**

Kun sähköasennuksessa käytetään varasuojausta SFS 6000-4-43: 2017 kohdan 434.5.1 mukaisesti, kahden tai useamman oikosulkusuojan välinen yhteensopiavuus pitää tarkastaa kaikissa mahdollisissa teholähteiden yhdistelmissä. Tämä vaatii, että suunnittelija tarkastelee kaikki mahdolliset kaikkien oikosulkusuojiin läpi kulkevat virrat ja varmentaa, että kahden tai useamman oikosulkusuojan välinen selektiivisyys on tarvittaessa toimiva. (SFS 6008-2:2020)

Vertailtaessa edellä kuvattuja teholähteiden yhdistelmiä oikosulkusuojiin kautta kulkevat oikosulkuvirrat eivät ole samoja. Edellä olevan seurauksena varasuojaus on tarkasteltava ottaen huomioon kattavasti mahdolliset vikavirtojen suuruudet, jotka riippuvat vian sijainnista, PEI-asennukseen liitettyjen teholähteiden

useista mahdollisista yhdistelmistä ja vaihtelevista käyttötavoista. (SFS 6008-2:2020)

#### **4.3.8 Jännitteenalenema**

Johdotuksen energiahäviöt pienenevät pienennettäessä jännitteen alenemaa. Suosituksia asennuksen suurimmasta jännitteenalenemasta annetaan SFS 6000-5-52: 2017 luvussa 525. (SFS 6008-1: 2020)

#### **4.3.9 Yleisen jakeluverkon käyttökeskeytys**

Kun yleinen jakeluverkko ei ole jännitteinen, tuottaja-kuluttajien pitää käyttää yksityistä PEI-asennustaan saarekekäytössä tai erottaa automaattisesti kaikki paikalliset teholähteiden syötöt. Koska ohjaus- ja suojalaitteet voivat toimia useammin kuin normaalissa (ei-PEI) asennuksessa, komponenttien valinta on suositeltavaa tehdä parannettujen suorituskykyvaatimusten mukaisesti (mekaaninen ja sähköinen toiminto). (SFS 6008-2:2020)

#### **4.3.10 Ylijännitesuojaus**

PEI-asennuksessa voi esiintyä kytkentäylijännitteitä useammin ja ne voivat olla suurempia kuin tavallisessa asennuksessa (johtuen esim. eri teholähteiden välisestä kytkennästä, kuormitusten erottamisesta ja kuormitusten siirroista). Siten tulee kiinnittää erityistä huomiota ylijännitesuojien asentamiseen asennuksen ja laitteiden suojaamiseksi kytkentäylijännitteiltä. (SFS 6008-2:2020)

#### **4.3.11 Järjestelmän maadoittaminen**

Energiayhteisön sähköasennusten maadoitusten tulee voida toimia halutulla tavalla kaikissa käyttötilanteissa. Tätä tulee erityisesti tarkastella silloin, kun asennusten on mahdollista toimia myös saarekekäytössä. Saarekekäyttöjen maadoitusratkaisuja on käsitelty tarkemmin standardissa SFS 6008-2:2020. Tässä tarkastelussa saarekekäyttötilanteet on rajattu pois.

## **4.4 Paikalliset energiasurssit**

### **4.4.1 Aurinkosähköjärjestelmät**

Aurinkosähköjärjestelmien asentamiseen ja liittämiseen liittyviä vaatimuksia on esitetty standardissa SFS 6000-7-712:2017. Lisäksi vaatimuksia ja suosituksia eri kokoluokkien aurinkosähköjärjestelmien liittämiseksi on annettu Fingridin, Energiateollisuuden ja paikallisten jakeluverkkoyhtiöiden toimesta. Energiayhteisöjen tarkastelun näkökulmasta mielenkiintoisia kohtia edellä mainituista on koostettu liitteeseen 5.

### **4.4.2 Paikalliset sähköenergiavarastot**

Paikallisten sähköenergiavarastojen asentamiseen ja liittämiseen liittyy tiettyjä teknisiä erityispiirteitä, jotka tulee asennusta suunnitellessa ottaa huomioon. Akkujen standardointia seuraa ja edistää Suomessa SESKOn seurantaryhmä SR 21, jonka sivuilta löytää ajantasaisen tiedon standardien tilanteesta (SESKO, SR 21)

Tukes ylläpitää luetteloa S10, jonka standardeja noudattamalla täytetään sähkölaitteistojen rakenteesta ja sähköturvallisuudesta annetut määräykset. Paikallissakkujen osalta listalta löytyy jo ”SFS-EN IEC 62485-2 (2018): Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikallisakut”, jonka vaatimukset koskevat lyijy-, nikkeli-kadmium- ja nikkeli-metallihydridiakuista koostuvia akkuasennuksia, joiden nimellisjännite on enintään 1500 V (DC). Litiumioniakuista koostuvia paikallisakustoja koskeva vastaava turvallisuusstandardi SFS-EN IEC 62485-5 on valmistunut vuonna 2021, mutta Tukesin luettelosta se ei vielä löydy. SFS 6008-2:2020 käsittelee paikallisia energiavarastoja osana PEI-asennusta. (Tukes, S10-2019)

### **4.4.3 Sähköajoneuvojen lataus**

Myös sähköajoneuvojen lataukseen ja latauspisteiden asennuksiin liittyy tiettyjä teknisiä erityispiirteitä. Näiden asennuksiin liittyviä vaatimuksia ja suosituksia löytyy ainakin seuraavista:

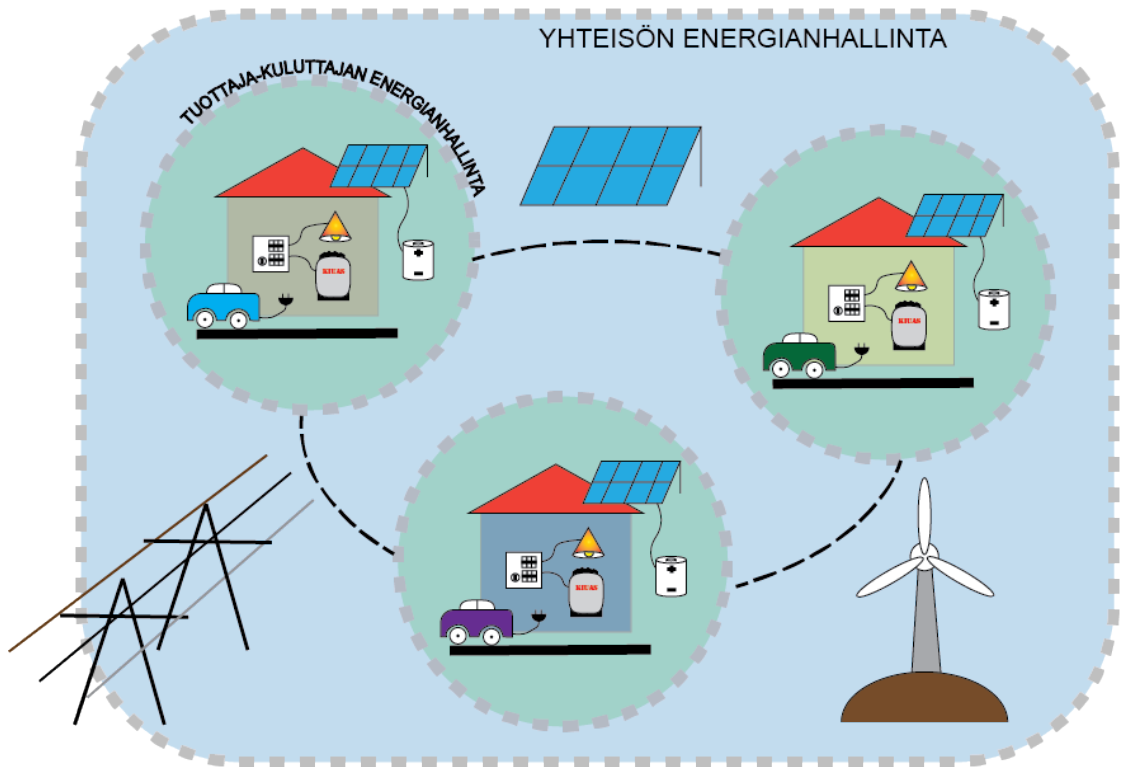
- SFS 6000-7-722:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-722: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö.
- SFS 6000-7-712:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-712: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Aurinkosähköjärjestelmät (autosta verkkoon syöttö, eli niin sanotut V2G- tai V2H-asennukset)
- SESKOn komitean SK 69 laatima sähköajoneuvojen lataussuositus 2021 Suomessa SESKOn komitea SK 69 osallistuu ja vaikuttaa kansainväliseen standardointiin sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyen, sekä saattaa IEC ja CENELECin standardit kansallisiksi standardeiksi. (SESKO, SK 69)

## **5 ENERGIATEHOKKUUS- JA KUORMITUKSENHALLINTAJÄRJESTELMÄT PAIKALLISISSA ENERGIAYHTEISÖISSÄ**

Teknisestä näkökulmasta tarkasteltuna energiayhteisöt muodostuvat erilaisista laitteista ja komponenteista, jotka muodostavat järjestelmiä. Järjestelmät muodostavat kokonaisuuksia kuten asuinrakennuksia, liike- ja teollisuusrakennuksia sekä energiantuotantolaitoksia. Nämä erilaiset rakennukset yhdessä muodostavat energiayhteisön, jonka tavoitteena on yhteisönä optimoida kuluttamaansa ja tuottamaansa energiaa. Optimoinnilla tarkoitetaan tässä tapauksessa yhteisön energian käytölle asetettujen tavoitteiden täyttämistä. Kyseessä ei välttämättä aina ole yhteisön kokonaisenergiankulutuksen minimointi, vaan kyse voi olla esimerkiksi kysyntäjouston kautta osallistumisesta vielä suurempien kokonaisuuksien energianhallintaan. Riippumatta yhteisön tavoitteista energian hallinnan suhteen, teknisen toiminnan kannalta oleellista on yhteen toimivuus eri osakokonaisuuksien välillä. On huomattava, että osakokonaisuuksilla kuten yhteisöön kuuluvilla rakennuksilla tai rakennusten teknisillä järjestelmillä on omia tavoitteita toiminnalleen, jotka saattavat aiheuttaa yhteisön toiminnalle epäedullista osaaoptimointia, jos niiden toimintaa ei ole mahdollista hallita kokonaisuutena.

### **5.1 Energianhallintajärjestelmän rakenne ja tehtävät**

Energiayhteisössä voi olla yksi tai useampi energianhallintajärjestelmä. Järjestelmä voi olla joko keskitettyjä järjestelmä tai yhdistelmä useammasta eri järjestelmästä, jotka kykenevät välittämään keskenään energian hallinnan kannalta tarvittavaa tietoa. Kuvassa 5.1 on esitetty energiayhteisö, jonka tuottaja-kuluttajan omat energian tuotanto-, varastointi-, ja kulutusjärjestelmät on varustettu omilla ohjausjärjestelmillään. Näitä erillisjärjestelmiä ohjaamalla tuottaja-kuluttajan energianhallintajärjestelmä pyrkii toteuttamaan käyttäjän ja yhteisön asettamia tavoitteita yksittäisen jäsenen energian käytölle. Yhteisön energianhallintajärjestelmän tehtävänä on hallita koko yhteisön energian käyttöä esimerkiksi yhteisön ulkopuolelta tulevien tietojen tai pyyntöjen perusteella.



Kuva 5.1. Energiayhteisö, jossa tuottaja-kuluttajien omat energian tuotanto-, varastointi-, ja kulutusjärjestelmät on varustettu omilla ohjausjärjestelmillään.

Standardissa SFS 6008-2:2020 on kuvattu sähköenergianhallintajärjestelmän EEMS tehtäviä ja toimintoja. Esimerkkejä mahdollisista toiminnoista ovat:

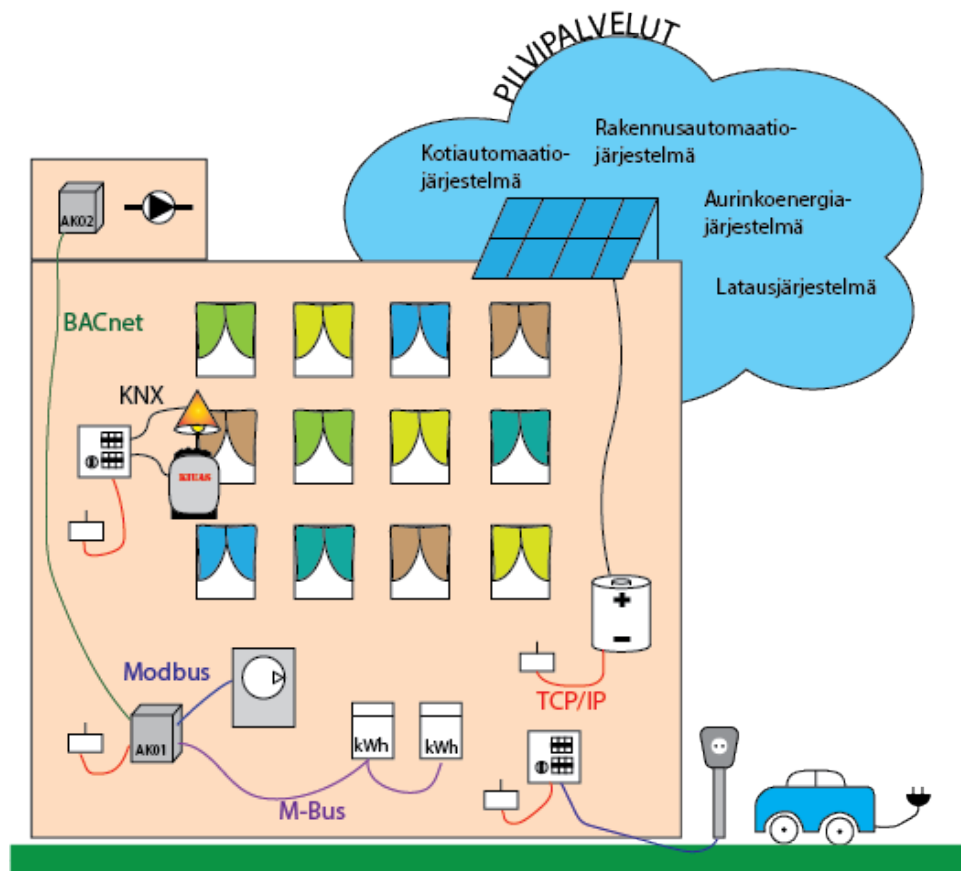
- teholähteiden ja kuormien hallinta
- usean teholähteen kytkentöjen hallinta
- ehdotuksen tekeminen kuormitusten hallinnalle
- informaation vaihto jakeluverkon haltijan kanssa kaksisuuntaisesti
- järjestelmän taustavarmistus käyttämällä energiavarastoja ja teholähteitä
- valvoa energian kulkua energiavarastoihin ja niistä takaisin
- jännitteen laadun hallinta
- käyttöliittymän tarjoaminen loppukäyttäjälle.

Energiayhteisön toimintaa tarkasteltaessa kyseiset tehtävät voidaan pitkälti yleistää koskemaan myös lämmitysenergian hallintaa ja yleisemmin voidaankin ajatella energianhallintajärjestelmän tehtäväksi valvoa ja ohjata paikallista energian tuotantoa, varastointia ja kulutusta.



## 5.2 Energianhallintajärjestelmään liittyvät haasteet

Haasteena sekä yksittäisten tuottaja-kuluttajien, että energiayhteisöjen energianhallinnan suhteen voidaan nähdä erilaisten yksittäisten ohjausjärjestelmien monimuotoinen kirjo. Tarkastellaan asiaa esimerkin kautta. Kyseinen esimerkki on kuvitteellinen ja sen tarkoituksena on havainnollistaa haasteita, joita esiintyy eri järjestelmien väliseen yhteeseen toimivuuteen.



Kuva 5.2. Useammalla erillisjärjestelmällä ja niiden ohjausjärjestelmällä varustettu kerrostaloyhteisö. Jokainen erillisjärjestelmä on liitetty oman palveluntarjoajan pilvipalveluun.

Kuvassa 5.2 on kerrostalo, jonka yksittäisissä huoneistoissa kotiautomaatiojärjestelmän avulla huoneiston haltijan on mahdollista seurata oman lämmönluovutuksen toimintaa, sisäympäristön olosuhteita sekä ohjata ja asettaa tavoitteita sähköisille kuormille. Käyttäjä voi hallita järjestelmää puhelimeen asennettavan sovelluksen avulla. Sovellus voi esimerkiksi suositella käyttäjälle, sähkön hintaan

perustuen, aikoja, jolloin sauna kannattaa lämmittää tai milloin on hyvä aika pestä pyykkiä. Näin käyttäjä voi optimoida omaa sähkön käyttöään ajankohtiin, jolloin sähkön hinta on edullisimmillaan. Käyttäjä toimii siis huoneistotasolla päätöksen tekijänä ja ohjausjärjestelmänä on kotiautomaatiojärjestelmä, joka on yhteydessä käyttäjärajapinnan tarjoavan palveluntarjoajan pilvipalveluun.

Rakennuksen lämpö tuotetaan lämpöpumppujärjestelmällä, johon on integroitu lämpöakku. Lämmön tuotantoa ja jakamista hallitaan rakennusautomaatiojärjestelmällä. Rakennusautomaatiojärjestelmän toimittajan palvelu optimoi lämmitysverkoston asetusarvon rakennuksen dynaamisesta käyttäytymisestä opitun mallin ja sääennusteen avulla tavoitteena saavuttaa tasaiset sisälämpötilat mahdollisimman pienin verkostohäviöin. Dynaamisen mallin oppimiseksi huoneistoista tarvitsee mitata sisälämpötiloja. Jotta palvelu voi hyödyntää kotiautomaatiojärjestelmään liitetyjä huoneistomittauksia, tulee näiden järjestelmien välillä olla toimiva tiedonsiirtorajapinta. Myös tietoturvaan liittyvät määräykset tulee ottaa huomioon huoneistokohtaisten tietojen jakamisessa kolmannelle osapuolelle. Palvelu optimoi myös lämpöpumpun käyntiä sähkön hintaan perustuen. Tarvittaessa lämpöpumppu lataa lämpöakkua sähkön ollessa edullista ja purkaa akkua sähkön ollessa kallista.

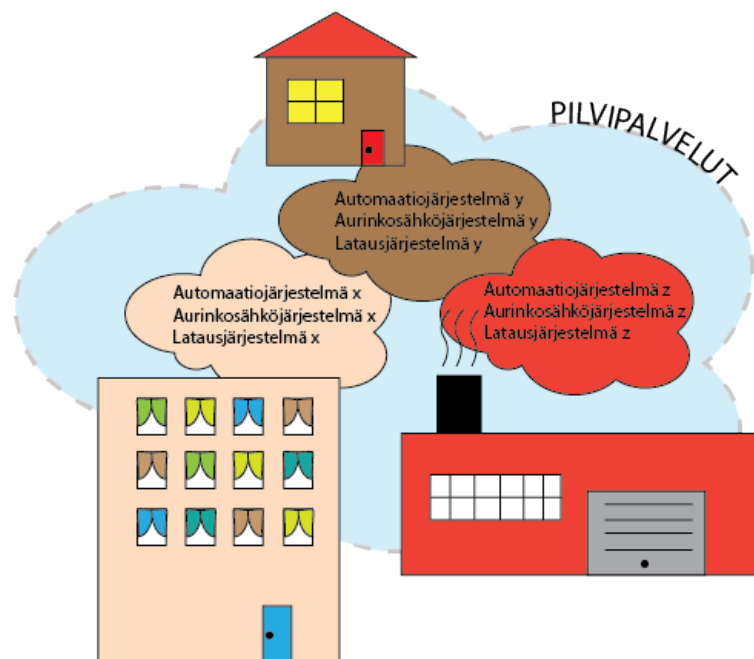
Rakennusautomaatiojärjestelmään on liitetty myös rakennuksen energia- ja vesimittaukset. Mittareiden tiedot tallennetaan automaatiojärjestelmän toimittajan palveluun, josta kiinteistön ylläpidosta vastaava taho voi seurata niitä.

Aurinkopaneeli- ja akkujärjestelmää hallitaan toimittajan verkkopalvelun avulla. Verkkopalvelusta on mahdollista seurata aurinkoenergian tuotannon tilaa ja akun varaustilannetta. Palvelun avulla kiinteistön ylläpidosta vastaava taho voi määrittellä myös raja-arvon sähkön hinnalle, jolloin järjestelmällä on lupa ladata siihen liitetyjä akkuja verkkovirralla.

Sähköautojen latausjärjestelmää hallintaan järjestelmätoimittajan palvelun avulla. Järjestelmä mittaa kiinteistön kokonaissähkötehon tarvetta ja tarvittaessa

rajoittaa lataustehoa, joko laskemalla jokaisen latauspisteen tehoa tai porrastamalla lataustapahtumia. Järjestelmä myös huolehtii latauspistekohtaisesta energian mittauksesta ja laskutuksesta.

Jokainen erillisjärjestelmä pyrkii optimoimaan omaa toimintaansa, jolloin saattaa muodostua ristiriita koko yhteisölle asetettujen tavoitteiden kanssa. Esimerkiksi tilanteessa, jossa sähkön hinta on alhainen, käyttäjät voivat tehdä päätöksen lämmittää saunat, autojen latausjärjestelmä pyrkii lataamaan autoja mahdollisimman suurella teholla, lämpöpumppu päättää ladata lämpövarastoa ja sähkövarasto ladata akkuja sähköverkosta. Tällöin koko yhteisön osalta tarkasteltuna sähkön käyttö saattaa kasvaa hetkellisesti erittäin suureksi, mikä on ristiriidassa yhteisön kokonaistehon minimoimisen kanssa. Energiatohokkuusjärjestelmän tehtävänä on tällaisessa tilanteessa optimoida koko yhteisön sähkönkäyttöä ohjaamalla energian tuotantoa ja kulutusta siten, että verkosta otettava kokonaisteho ei kasva liian suureksi. Tämä vaatii joko keskitetyn järjestelmän, joka kykenee kommunikoimaan ja vaikuttamaan kaikkien näiden erillisjärjestelmien kanssa tai erillisjärjestelmien tulee kyetä kommunikoimaan keskenään ja tekemään päätöksiä yhteisesti sovittujen sääntöjen puitteissa.



Kuva 5.3. Energiayhteisö, jonka jokaisen jäsenen tekniset järjestelmät on varustettu omilla itsenäisillä ohjausjärjestelmillä ja liitetty eri palveluntarjoajien pilvipalveluihin.

Tilanteen haastavuus kasvaa, kun yksittäiset rakennustason yhteisöt muodostavat vielä suuremman yhteisökokonaisuuden. Kuvassa 5.3 on esitetty tilanne, jossa useampi rakennustason yhteisö muodostaa suuremman yhteisön. Ohjausjärjestelmien kannalta tilanne saattaa tällaisessa tapauksessa olla, että jokaisessa rakennuksessa on käytetty eri järjestelmätoimittajien palveluita erillisjärjestelmien ohjauksessa, jolloin haasteet järjestelmien yhteen toimivuuden osalta moninkertaistuvat.

### **5.3 Energianhallintajärjestelmien ohjeistus ja standardointi**

Varsinaisia suunnittelu- tai rakentamisohteita energiayhteisöjen energianhallintajärjestelmille, kokonaisuuden hallinnan näkökulmasta, ei ole. Pääsääntöisesti aiheeseen liittyvät raportit ja ohjeet käsittelevät jotain tiettyä osakokonaisuutta. Esimerkiksi Euroopan komission ”The Ecodesign Preparatory Study on Smart Appliances”-hankkeessa (Euroopan komissio, 2018) on käsitelty rakennusten älylaitteita ja niiden kehitystä mm. markkinoiden, käyttäjien, tekniikan ja poliittisen päätöksenteon näkökulmasta. Rakennusten automaatio- ja ohjausjärjestelmiä enemmän kokonaisuutena on käsitelty rakennusten älykkyyssindikaattorin (Smart Readiness Indicator) kehittämiseen tähtäävässä hankkeessa (Euroopan komissio, 2020). Hankkeessa kehitetty indikaattori tarjoaa tavan luokitella rakennusten valmiutta optimoida niiden energiatehokkuutta ja sisäolosuhteita sekä ottaa vastaan ja reagoida verkosta käsin tuleviin ulkoisiin ohjauksiin. Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman älyverkkotyöryhmän loppuraportti (Pahkala et al., 2018) käsittelee suomalaisen sähköjärjestelmän ja –markkinan muutoksia uusiutuvan energiantuotannon ja hajautettujen resurssien lisääntyessä. Pientalojen näkökulmasta sähkötehonhallintaa on käsitelty esimerkiksi Tampereen yliopiston ja Tampereen ammattikorkeakoulun yhteisesti laatimassa SÄTE-oppaassa (Harsia et al., 2019).

Sähköala nojaa pitkälti standardien käyttöön suunnittelussa ja asentamisessa. Energiayhteisöjen ohjausjärjestelmiin liittyen sähköenergian käytön optimoinnin suunnittelua ja rakentamista käsitellään standardeissa SFS-EN 6008-1:2020 ja

SFS-EN 6008-2:2020. Eurooppalainen standardisarja EN 50491 käsittelee rakennusten automaatio- ja ohjausjärjestelmille asetettavia vaatimuksia koskien sähköturvallisuutta, toiminnallista turvallisuutta, ympäristöolosuhteita, EMC-vaatimuksia sekä asennuksia ja kaapelitopologioita. Kyseiseen standardisarjaan on työn alla vaatimuksia liittyen älymittausten ja älyverkkojen sovellusmäärittelyihin. Kansalliselle tasolle standardisarjasta on tällä hetkellä tuotu osat 50491-2, 50491-4-1, 50491-6-1 ja 50491-6-3, jotka käsittävät ympäristöolosuhteille, toiminnalliselle turvallisuudelle, asennuksille ja suunnittelulle sekä järjestelmän arvioinnille ja toimintoluokituksen määrittelylle asetettavia vaatimuksia. Vastaava IEC standardisarja on IEC 63044, josta kansalliselle tasolle on tuotu kiinteistöautomaatio- ja ohjausjärjestelmien sähköturvallisuus- ja EMC-vaatimuksia käsittelevät osat 63044-1, 63044-3 ja 63044-5.

## **6 YHTEENVETO ENERGIAHYTEISÖTYYPPIEN TEKNISISTÄ NÄKÖKULMISTA**

Tässä luvussa tuodaan esiin valittujen energiayhteisömallien tekniseen toteutukseen ja suunnitteluun liittyviä erityispiirteitä ja esiin nousseita kysymyksiä. Niitä käsitellään luvun 2 CASE-esimerkkien avulla, vaikka näkökulmat liittyvät laajemminkin erityyppisiin energiayhteisöihin. Kunkin esimerkkityypin osalta esitetään erityisesti siitä nousevia näkökulmia ja erityispiirteitä.

### **6.1 Yleisesti energiayhteisöiden tekniseen suunnitteluun ja toteutukseen liittyvät erityispiirteet ja kysymykset**

Yleisesti energiayhteisöjen tekniseen suunnitteluun liittyen tulisi eri säädöksissä, velvoittavissa ohjeissa tai ohjeistuksissa luoda yhteinen termistö ja niille yhteiset määritelmät. Tästä esimerkkinä termit, joilla on eri säädöksissä toisistaan eroavia määritelmiä:

- liittymä, liittymispiste, liittymäpiste
- ostoenergian raja
- loppukäyttäjä, loppuasiakas, verkon käyttäjä.

Energiayhteisöjen yleistymisen tuo mahdollisesti hyvin laajoja ja osin teknisesti haastavia kiinteistöverkkoja, joiden osalta olisi syytä miettiä ainakin

- määräaikaistarkastusvelvoitteita
- käytönjohtajavelvoitteita.

Useat säädökset määrittävät rakennuskohtaisia velvoitteita ja vaatimuksia. Kuitenkin kiinteistöissä voi olla useita rakennuksia sekä rakennusten ulkopuolisia laitteistoja. Osa voi sijaita eri kiinteistöissä. Tarkennuksia tulisikin tehdä esimerkiksi

- energiatehokkuuslaskennalle
- sähkölaiteluokitukselle.

Energiayhteisön muodostaminen jo olemassa olevista laitteistoista tai jopa kiinteistöistä edellyttäisi tarkennuksia:

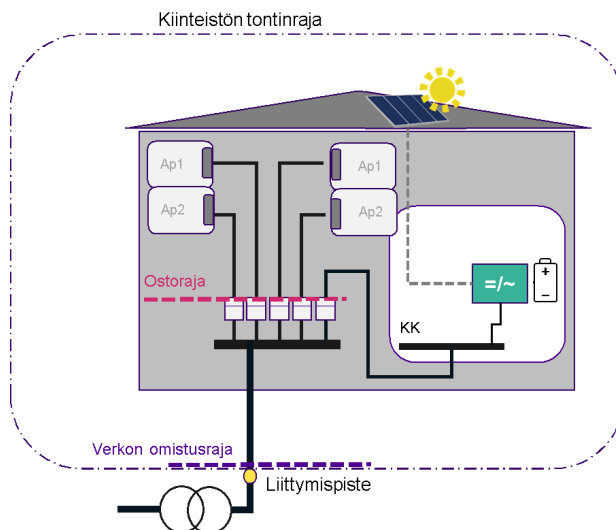
- liittymispisteiden muuttumisesta
- mahdollisen jakeluverkon muuttumisesta kiinteistöverkoksi.

Energiatotehokkuuslaskentaan ja E-luvun määrittelyyn liittyy useita selvennystä vaativia näkökulmia, varsinkin, kun E-luvulla on ollut tavoitteena kuvata rakennusta, ei kiinteistöä. Lisäksi tulisi vertailla, mitä eri määritelmät tarkoittavat sekä sähkö- että lämpöverkkojen osalta ja miten energiamuotokertoimet vaikuttavat. Voiko syntyä esimerkiksi tilanteita:

- kiinteistörajan ulkopuolella tuotetaan lämpö sähköllä ja tuodaan aluelämpönä eli ostoenergiana kiinteistöön (kerroin 0,5)?
- kiinteistörajan ulkopuolella tuotettu sähkö tuodaan joko omatuotantona (kerroin 1,0) tai ostoenergiana (kerroin 1,2)
- kiinteistön omatuotannosta osa syötetään sähköverkkoon, jolloin ei voi hyödyntää laskennassa. Jos varastoidaan lämpönä, voidaan hyödyntää omatuotantona.

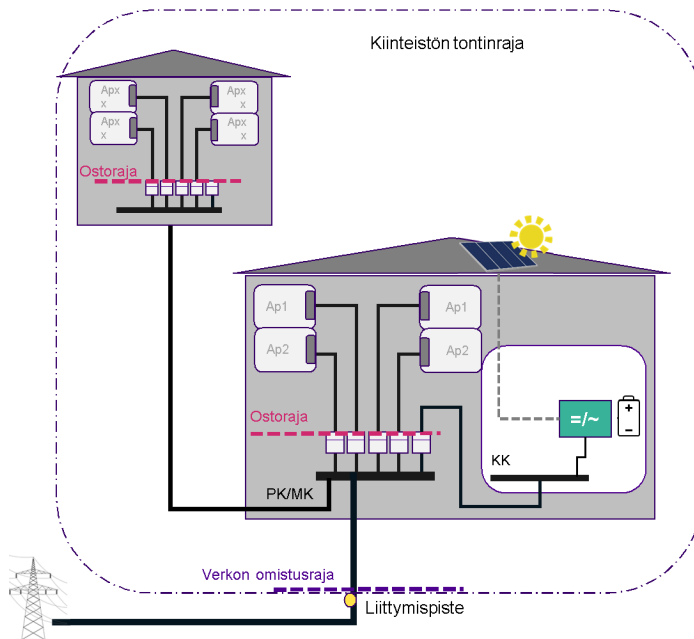
## 6.2 Taloyhtiömalli

Taloyhtiömallin 1A:n (kuva 6.1) mukaisesti muodostuu suurin osa asunto-osakeyhtiöistä. Esimerkki sähköverkon rakenteesta on liitteessä 1.



Kuva 6.1 Yhden rakennuksen kerrostalokiinteistö.

Kiinteistössä voi olla useitakin rakennuksia (Kuva 6.2).



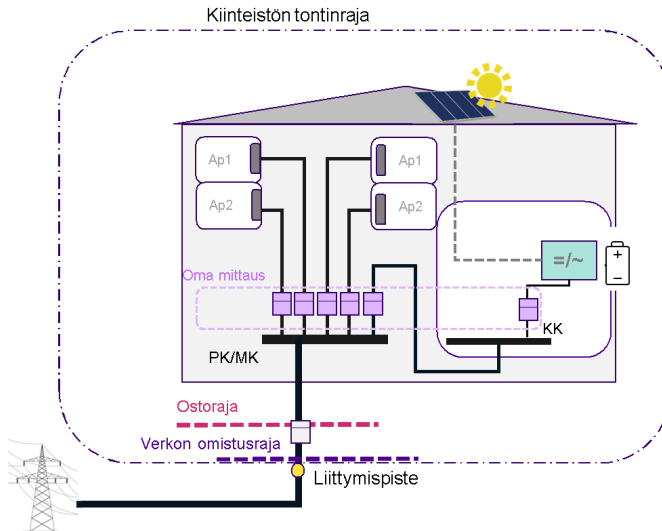
Kuva 6.2 CASE 1A. Esimerkki useamman rakennuksen kiinteistöstä. Verkko-yhtiön mittaus käyttäpaikoissa.

Tähän malliin liittyviä näkökulmia:

- Energiayhteisö muodostuu hyvityslaskennan kautta ja omatuotanto jakaantuu ennalta määrätyn jako-osuuden pohjalta
- Energiatehokkuuslaskennassa omatuotannon osuus on epäselvä, koska siirtyä huoneistolle tai toisiin rakennuksiin ostomittauksen kautta.

Mallissa 1b (kuva 6.3) kiinteistöllä on yksi yhteinen liittymä ja käyttäpaikka. Esimerkki mallin mukaisesta sähköverkosta on liitteessä 2. Mallissa omatuotanto kiinteistön sisällä ei siirry ostomittauksien kautta ja vain todellinen omatuotannon ylijäämä siirtyy ostorajan yli.





Kuva 6.3. CASE 1B. Kiinteistön oma huoneistomittaus.

Tähän malliin liittyviä näkökulmia:

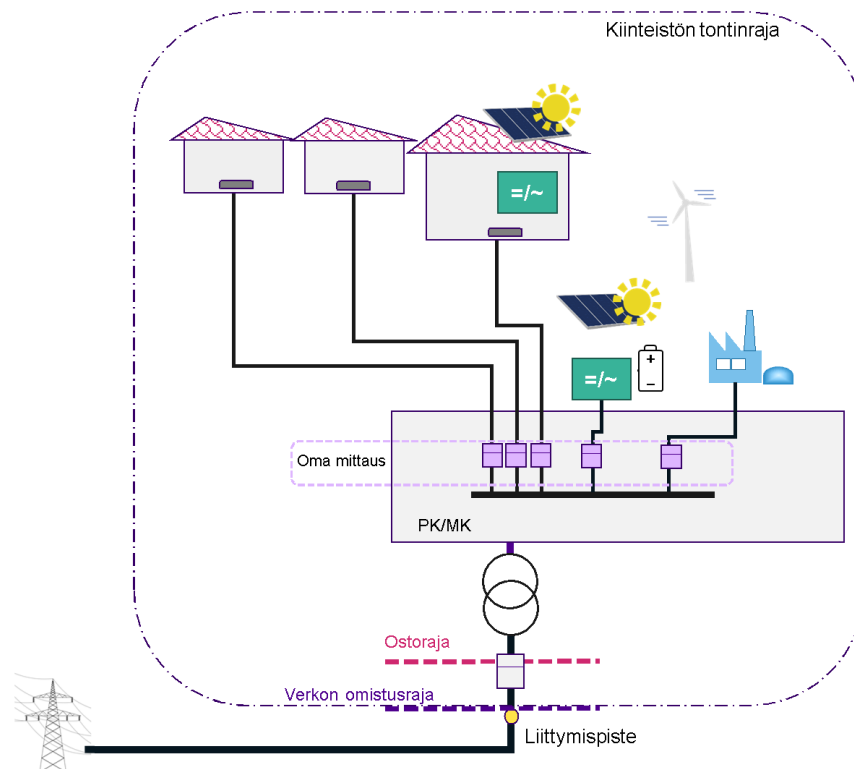
- Energiayhteisö ei ole VNa767/2021 mukainen paikallinen energiayhteisö, koska mittausta ei hoida jakeluverkon haltija
- Energian mittaamisen osalta on energiatehokkuuslaissa vaatimukset määritetty käyttöveden ja lämmön osalta. Sähkömarkkinalain mukaan kiinteistönhaltijan on huolehdittava siitä, että loppukäyttäjällä on mahdollisuus tehdä sähköverkkosopimus ja sähkönmyyntisopimus, jossa sähköntoimitus tapahtuu jakeluverkonhaltijan jakeluverkon kautta. Onko tässä tapauksessa kiinteistöyhtiö loppukäyttäjä Sähkömarkkinalain määritelmän mukaisesti (*loppukäyttäjällä* asiakas, joka ostaa sähköä omaan käyttöönsä), koska asiakas on asunto-osakeyhtiö? (HUOM! Energiatehokkuuslaki määrittää loppuasiakkaan eri tavalla)
- Ratkaisussa tulee miettiä, miten sähkön mittaus ja yhteisten energiaressurssien jakaminen toteutetaan yhdenvertaisesti ja teknisesti järkevällä tavalla, mikäli loppukäyttäjä sitä vaatii tai mikäli se tulisi järjestää
- Antaa monipuolisia mahdollisuuksia erilaisiin tehohallintaratkaisuihin ja omatuotannon joustavaan hyödyntämiseen.

Taloyhtiöiden aurinkosähköasennusten voidaan odottaa lisääntyvän voimakkaasti lähivuosina hyvityslaskennan myötä. Tämä saattaa luoda alalle entistä ko-

vempaa kilpailua ja uusien yrittäjien voimakasta lisääntymistä. Turvallisuuden näkökulmasta on kuitenkin tärkeää varmistaa, että uudet asennukset suunnitellaan, asennetaan, käyttöön otetaan ja hoidetaan asiantuntevan tahon toimesta sekä ajantasaisia säädöksiä ja ohjeistuksia noudattaen.

### 6.3 Yhteinen kiinteistöverkko

Samantyyppisen omistajan kiinteistö tai kiinteistöryhmä voi muodostaa laajankin ja useita tuotantoyksiköitä sisältävän energiayhteisön (kuva 6.4). Liitteessä 3 on esimerkki verkon rakenteesta.



Kuva 6.4. Esimerkki yhteinen suljettu verkko.

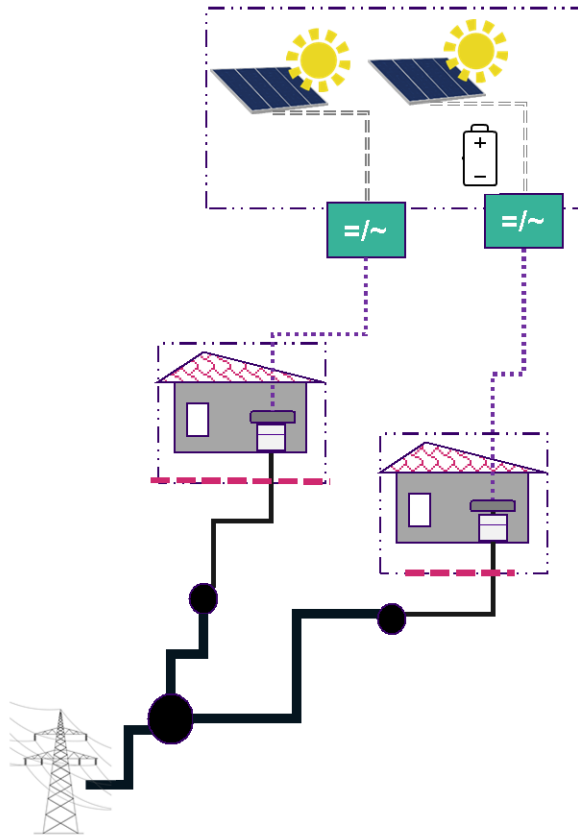
Tähän malliin liittyviä näkökulmia:

- Energiayhteisö ei ole VNa767/2021 mukainen paikallinen energiayhteisö, koska mittaus ei hoida jakeluverkon haltija
- Verkko rinnastetaan kiinteistöverkkoon kokonaisuudessaan eli sen mitoittamista ja suojausta ei voida tehdä jakeluverkkostandardin (SFS 6000-8-801:2017) suojausvaatimusten mukaisesti.

- Energiaresurssien ohjaus kokonaisuutena edellyttää energianhallintajärjestelmän (EEMS) käyttöä ja yhteisön jäsenten teknisten järjestelmien välisen riittävän yhteistoimivuuden ottamista huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Standardi SFS 6008-1 suosittelee energianhallintajärjestelmän rakennuksiin, joiden henkilökapasiteetti on yli 250 henkilöä tai energiankulutus suurempi kuin 100 000 kWh vuodessa. Käytännössä energianhallinnassa käytettävän tekniikan määrittely ja suunnittelu on kuitenkin otettava huomioon jokaisen yhteisön rakennuksen osalta, jotta kokonaisuudesta saadaan toimiva.
- Yhteisö omistaa alueellisen sähköverkon muuntajineen, jolloin myös niiden ylläpidon järjestäminen ja käytönjohtajan nimeäminen ovat yhteisön vastuulla. Rakentamisen ja suunnittelun osalta tulee ottaa huomioon myös suurjänniteasennuksia koskevat määräykset ja standardit.
- Milloin paikallisen energiayhteisön sisäinen sähköntoimitus muuttuu ulkoiseksi ja myös luvanvaraiseksi toiminnaksi tilanteessa, jossa paikallinen energiayhteisö tuottaa merkittävästi sähköä myös sähkömarkkinoille?
- Mikäli yhteisö hakee ja saa suljetun jakeluverkon luvan, muuttuu sisäinen verkko jakeluverkoksi ja sitä koskee eri vaatimukset alueen jakeluverkkohaltijana sähköturvallisuuslain (1135/2016) mukaisesti
  - o rekisterin pitäminen jakelualueen liittymien sähkölaitteistoista (52§).
  - o ilmoitusvelvollisuus sähköturvallisuusviranomaiselle (114§ vakavasta vaaratilanteesta ja vakavia henkilö-, omaisuus- tai ympäristövahinkoja aiheuttaneesta vahinkotapahtumasta, jossa sähkölaite tai laitteisto on ollut osallisena).
- Usean omatuotantoyksikön sijoittuminen eri etäisyyksille yhteisestä liittymispisteestä aiheuttaa luvun 4.1 mukaisia näkökulmia verkon mitoitukselle, jotta mahdollinen tehon siirto myös jakeluverkkoon päin teknisesti on mahdollista
  - o oman tuotannon sijoitus ja teholtaan merkittävimpien kuormitusten liittäminen verkkoon tulisi olla verkkoliityntäpisteen läheisyydessä,
  - o hajautetusti sijoitetun oman tuotannon verkkoliityntä on hyvä tehdä mahdollisimman vahvaksi eli riittävän suurella johdinyhteydellä,

- omatuotannon maksimitehon, sijainnin ja verkkoliittymän tulisi olla tasapainossa suhteessa toisiinsa ja
  - useamman omatuotantolaitteiston tapauksessa yhteistoiminnallisuus tulee tarkistaa laskennallisesti suhteessa eri kuormatilanteisiin ja omatuotantolaitteistojen keskinäisiin toiminta-arvoihin.
- Useasta suunnasta tuleva mahdollinen sähkönsyöttö edellyttää keskusten virtakestoisuuden tarkistamista erityisesti silloin, kun pääkeskus on mitoitettu liittymän koon mukaan ja omatuotannon osuus kokonaiskulutuksesta on suuri.
  - Liittymän liittymisteho ja sen muuttuminen omatuotannon ja varastojen lisääntyessä saattaa muuttaa sekä sähkölaitteistoluokkaa että käytönjohtajavelvoitetta. Voiko siis laitteistojen laajentaminen ja osin monimutkaistuminen vähentää tarvetta käytönjohtajuudelle, määräaikaistarkastuksille tai huolto-ohjelmalle?
  - Energiatehokkuusvaatimukset on määritetty rakennuskohtaisesti. Miten omatuotanto jaetaan eri rakennusten tai kiinteistöryhmässä kiinteistöjen kesken?

Mallissa 2A (kuva 6.5) useilla kiinteistöillä on mahdollisesti yhteistä omatuotantoa, joka on yhdistetty kiinteistöihin erillisellä yhteydellä.



Kuva 6.5. Usealla kiinteistöllä yhteinen tuotantolaitos. Liitetty erillisellä johdolla.

Tähän malliin liittyviä näkökulmia:

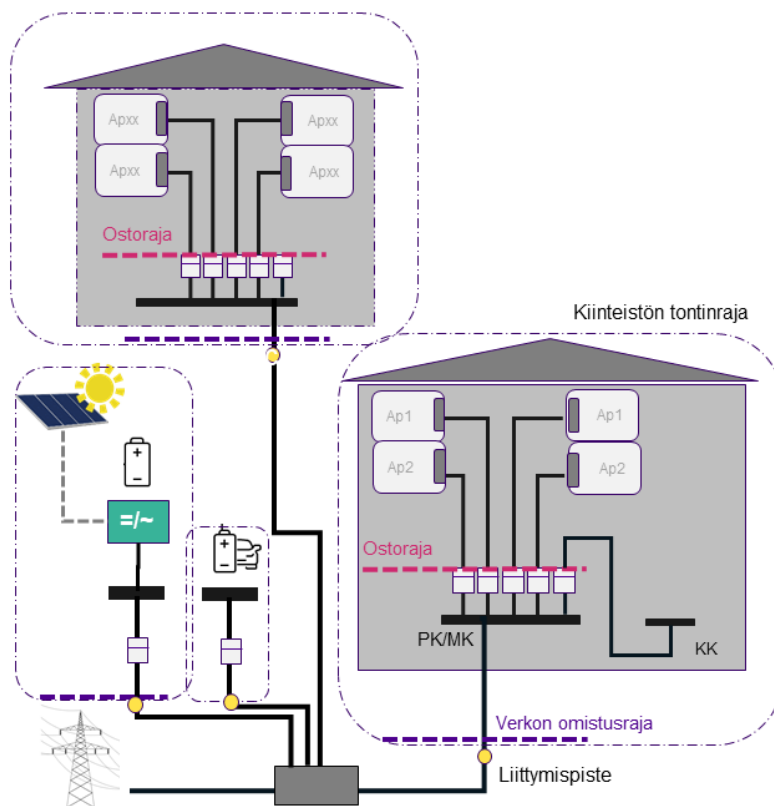
- Onko VNa767/2021 mukainen paikallinen energiayhteisö? Onko omatuotanto “samassa liittymässä”?
- Jos omatuotantolaitos jakaa sähköä useampaan eri kiinteistöön (energiayhteisöön), eli hyödynnetään kiinteistörajoja ylittävää sähkönsiirtoa, miten liittymisteho määritellään eri kiinteistöjen ja omatuotantolaitoksen välillä ja miten vastuut jakautuvat?
- Onko omatuotanto myös energiatehokkuuslaskennan mukaista omatuotantoa?
- Voiko tuotantoyksikössä olla yhteinen syöttöpiste useammalle kiinteistölle vai tuleeko aina renkaan muodostuminen estää?
- Omatuotannon etäisyys voi kasvaa suureksi ja haasteita voi tulla jännite-  
tasojen osalta
- Järjestelmällä edes omatuotannon osalta ei ole määräaikaistarkastusvelvoitetta, mikäli kulutuspaikat ovat asuinrakennuksia

- käytönjohtajavelvoitteen tehoraja muodostuu kiinteistökohtaisesti liittymien mukaan, jolloin suurikin järjestelmä jää ilman käytönjohtajaa
- ylläpitovastuut ja korvausvastuut voivat olla epäselviä.

## 6.4 Usean kiinteistön paikallinen energiayhteisö

Korttelikohtainen yhteisömalli hyödyntää alueellista jakeluverkkoa (kuva 6.6)

- Ei ole paikallinen energiayhteisö, koska omatuotanto ei ole samassa liittymässä.
- Malliin liittyy erityisesti kysymyksiä energiatehokkuuslaskennan rajoista: vaikuttaako paikallisen tuotannon omistajuus siihen, onko omatuotantoa vai ei?
- Paikallisen tuotannon hyödyntäminen sekä rakennuksissa että esimerkiksi autojen latauksissa edellyttää hyvää energianhallintajärjestelmää.



Kuva 6.6 Usean kiinteistön paikallinen energiayhteisö.

Jos paikallinen energiayhteisö ei toimi jakeluverkonhaltijana, nousee kysymys siitä, millä nimikkeellä paikallisen energiayhteisön eli tässä tapauksessa yhtenäisen kiinteistöryhmän sähköverkon (jakeluverkon) haltija määritellään ja mikä on sen suhde alueen asukkaisiin ja rakennuksiin, mitkä ovat verkon vastuurajat suhteessa kiinteistöverkkoihin, mihin sähköturvallisuuslain laitteistoluokkaan paikallinen jakeluverkko kuuluu ja miten paikallista jakeluverkkoa tarkastellaan sähköturvallisuuslain näkökulmasta.

Sähköturvallisuuslain 100 § rajaa sähkövahingon korvausvastuun siten, että kiinteistön sisäiseen sähköhuoltoon kuuluvan tai siihen liitetyn alle 400 voltin sähkölaitteen tai -laitteiston aiheuttama sähkövahinko ei ole sähköturvallisuuslain vahingonkorvausvastuun piirissä. Sähköturvallisuuslain 105 § kuitenkin määrittelee, että sähköturvallisuuslaki ei rajoita vahinkoa kärsineen oikeutta korvaukseen sähkövahingosta sopimuksen perusteella taikka vahingonkorvauslain, tuotevastuulain (694/1990) tai muun lain nojalla.

## LÄHTEET

Aravarahoituslaki (1190/1993)

Asunto-osakeyhtiölaki (1599/2009)

Asumisoikeusasunnoista annettu laki (650/1990).

Asuinhuoneiston vuokrauksesta annettu laki (481/1995)

Energiatehokkuuslaki 1429/2014 + muutos 787/2020. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141429>.

Energiateollisuus ry. Liittymisehdot LE 2019. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: [https://energia.fi/files/3722/Liittymisehdot\\_LE\\_2019.pdf](https://energia.fi/files/3722/Liittymisehdot_LE_2019.pdf).

Energiateollisuus ry. Mikrotuotannon liittäminen sähköjakeluverkkoon, YA9:13. Viitattu 20.5.2021. Saatavissa: [https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/mikrotuotannon\\_liittaminen\\_sahkonjakeluverkkoon\\_ya9\\_13\\_paiv.20191203.html](https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/mikrotuotannon_liittaminen_sahkonjakeluverkkoon_ya9_13_paiv.20191203.html)

Energiateollisuus ry. Verkkopalveluehdot VPE 2019. Viitattu 20.5.2021. Saatavissa: [https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/verkkopalveluehdot\\_-\\_vpe\\_2019\\_\(myos\\_ruotsiksi\\_ja\\_englanniksi\).html](https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/verkkopalveluehdot_-_vpe_2019_(myos_ruotsiksi_ja_englanniksi).html)

Energiavirasto. Sähköverkon rakentamisen ja sähköverkkotoiminnan luvanvaraisuus. Lausunto 2378/403/2015. 17.11.2015. Linkki: <http://www.finsolar.net/wp-content/uploads/2015/11/Energiaviraston-lausunto-17.11.2015-FinSolar-hanke-dnro-2378-403-20151.pdf>).

Energiavirasto. Menetelmät liittämistä perittävien maksujen määrittämiseksi (Liittymien hinnoittelumenetelmät). 2018. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahU-KEwif\\_cTw1fPwAhWxK3cKHVqRDUQQFjAAegQIAxAD&url=https%3A%2F%2FEnergiavirasto.fi%2Fdocuments%2F11120570%2F12768744%2FLiittymien-hinnoittelumenetelm%25C3%25A4t.pdf%2F4f688ec1-4da9-bf7c-2314-087ed394ac4c%2FLiittymien-hinnoittelumenetelm%25C3%25A4t.pdf%3Ft%3D1593167892101&usq=AOvVaw1dPnlKaJ4hP-9QIGIBaHRE](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahU-KEwif_cTw1fPwAhWxK3cKHVqRDUQQFjAAegQIAxAD&url=https%3A%2F%2FEnergiavirasto.fi%2Fdocuments%2F11120570%2F12768744%2FLiittymien-hinnoittelumenetelm%25C3%25A4t.pdf%2F4f688ec1-4da9-bf7c-2314-087ed394ac4c%2FLiittymien-hinnoittelumenetelm%25C3%25A4t.pdf%3Ft%3D1593167892101&usq=AOvVaw1dPnlKaJ4hP-9QIGIBaHRE).

Euroopan komissio. 2018. Preparatory study on Smart Appliances (Lot 33). Saatavissa: <https://eco-smartappliances.eu/en>.

Euroopan komissio. 2020. Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings. Saatavissa: <https://smartreadinessindicator.eu/milestones-and-documents>.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001 uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (uudelleenlaadittu). Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>



Fingrid, VJV 2018. Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset. Viitattu 4.6.2021. Saatavissa: <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/liitynta-kantaverkkoon/voimalaitosten-jarjestelmatekniset-vaatimukset/> .

General requirements for Home and Building Electronic Systems (HBES) and Building Automation and Control Systems (BACS). EN 50491:2010.

HE 24.4.2021 Hallituksen esitys eduskunnalle maankäyttö- ja rakennuslain muuttamiseksi.

Harsia, P., Järventausta, P., Hilden, A., Kallioharju, K., Kortetmäki, A., Koskela, J., Mutanen, A., Rautiainen, A., Supponen, A., Uusitalo, S., Heljo, J. 2019. Opas pientalojen suunnitteluun: Sähkötehojen hallinta osana rakennuksen energiatehokkuutta. Tampereen yliopisto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1078-3>.

Home and Building Electronic Systems (HBES) and Building Automation and Control Systems (BACS). IEC 63044:2018.

Huurinainen, Ville. Tukes. Puhelinkeskustelu 21.4.2021

Kotien ja rakennusten elektroniikkajärjestelmät (HBES) ja rakennusautomaatio- ja ohjausjärjestelmät (BACS). SFS-EN 63044:2017.

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130050> .

Lintula, R. SÄTY. Puhelinkeskustelu 21.4.2021.

Motiva. 2020. Rakennusten älyindikaattori Smart readiness indicator (SRI), Testausvaiheen esiselvitys Suomessa. Webinaariesitys 12.4.2021. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/files/18612/12.4.2021\\_Rakennusten\\_alyindikaattori\\_Jaakko\\_Ketomaki\\_Motiva\\_Oy\\_Pekka\\_Kalliomaki\\_Ymparistoministerio.pdf](https://www.motiva.fi/files/18612/12.4.2021_Rakennusten_alyindikaattori_Jaakko_Ketomaki_Motiva_Oy_Pekka_Kalliomaki_Ymparistoministerio.pdf) (Luettu 2.6.2021)

Pahkala, T., Uimonen, H., Väre, V. 2018. Joustava ja asiakaskeksäinen sähköjärjestelmä. Älyverkkotyöryhmän loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161119>.

Ritaranta, S. 2010. Suojaimet. Työterveyslaitos. Luettu 29.3.2011. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/rats/sivut/suojaimet.aspx>.

Saajo V-P. & Vestman, H. 2015. Sähköverkon rakentamisen ja sähköverkkotoiminnan luvanvaraisuus. Energiaviraston lausunto Finzeb-hankkeelle. Saatavissa: <http://www.finsolar.net/wp->

[content/uploads/2015/11/Energiaviraston-lausunto-17.11.2015-FinSolar-hanke-dnro-2378-403-20151.pdf](https://content/uploads/2015/11/Energiaviraston-lausunto-17.11.2015-FinSolar-hanke-dnro-2378-403-20151.pdf) (Luettu 3.6.2021).

SESKO RY, SK 69. Serantakomitea SK 69 Sähköajoneuvojen latausjärjestelmät. Luettu 4.6.2021. Saatavissa: [https://www.sesko.fi/osallistuminen/komiteaesittelyt/sk\\_69\\_sahkoautot\\_ja\\_latausjarjestelmat](https://www.sesko.fi/osallistuminen/komiteaesittelyt/sk_69_sahkoautot_ja_latausjarjestelmat).

SESKO RY, SR 21. Seurantaryhmä SR 21 Akut ja energiavarastot. Luettu 4.6.2021. Saatavissa: [https://www.sesko.fi/osallistuminen/komiteaesittelyt/sr\\_21\\_akut\\_ja\\_energiavarastot](https://www.sesko.fi/osallistuminen/komiteaesittelyt/sr_21_akut_ja_energiavarastot).

SFS 6000 (2017) Standardisarja Pienjännitesähköasennukset. SFS 2017.

SFS 6000-1:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. SESKO 2017.

SFS 6001 (2018) Suurjännitesähköasennukset. SFS 2018.

SFS 6008-1 Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-1: Toiminnallisuus. Energiatehokkuus. SFS 2020.

SFS 6008-2 Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-2: Toiminnallisuus. Tuottaja-kuluttajan pienjännitesähköasennukset SFS 2020.

SFS-EN IEC 62485-2 (2018) Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikalliset. SFS 2018.

SFS-EN IEC 63044 Kotien ja rakennusten elektroniikkajärjestelmät (HBES) ja kiinteistöautomaatio- ja ohjausjärjestelmät (BACS). SFS 2020.

SFS-EN 50491 Yleiset vaatimukset kotien ja rakennusten elektroniikkajärjestelmille (HBES) sekä rakennusautomaatio ja ohjausjärjestelmille (BACS). SFS 2010.

Sähkömarkkinalaki 588/2013. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588>.

Säköturvallisuuslaki. 1135/2016. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>.

Tukes, S10-2019. Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit (Luettelo S10-2019). Luettu 4.6.2021. Saatavissa: <https://tukes.fi/teollisuus/standardit>.

VNa 1434/2016 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta. Viitattu 31.5.2021 Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161434>.

VNa 1436/2016 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta. Viitattu 31.5.2022. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161436>.

VNa 1437/2016 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden turvallisuudesta. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161437>.

VNa (767/2021) Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksistä ja mittauksesta Esitys <https://valtioneuvosto.fi/delegate/file/93529> . Hyväksytty esitys 767/2021. Kumoo VNA 66/2009 ja sen muutoksen 1133/2020. Viitattu 8.9.2021

VNa 1133/2020 Valtioneuvoston asetus sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20201133>.

Vuokra-asuntolainojen ja asumisoikeustalolainojen korkotuesta annettu laki (604/2001).

YMa 1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>.

YMa 4/13 Ympäristöministerin asetuksessa rakennukset energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25\\_2\\_2013YM\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN-\(2\)-924394EF\\_BED0\\_42F2\\_9AD2\\_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdfef5/NUMEROITU-25\\_2\\_2013YM\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN-\(2\)-924394EF\\_BED0\\_42F2\\_9AD2\\_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdfef5/NUMEROITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911)

YMa 2/17 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/43242>.

YMa 1048/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjAo6XDxPvwAhVHmYsKHT6eDJcQFJAegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.finlex.fi%2Ffi%2Flaki%2Falkup%2F2017%2F20171048&usq=AOvVaw3uZ7xEynsjp1afluoAgP4U>

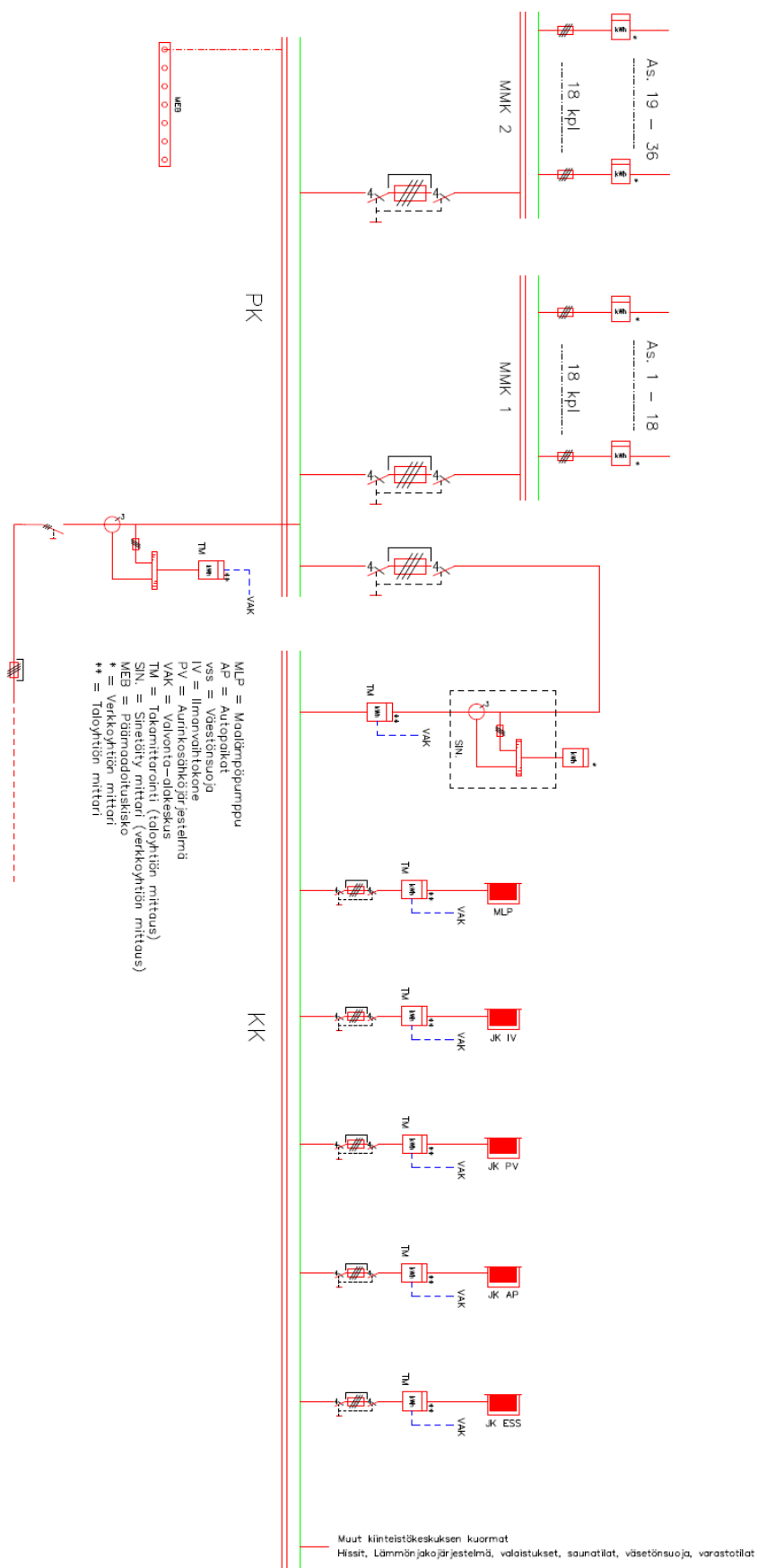
Ympäristöministeriö. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskenta, ohjeet, 2018. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa [Rakentamismääräykset - Ympäristöministeriö](#).

VNa788/2017 Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista. Viitattu 31.5.2021. Saatavissa <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170788>.

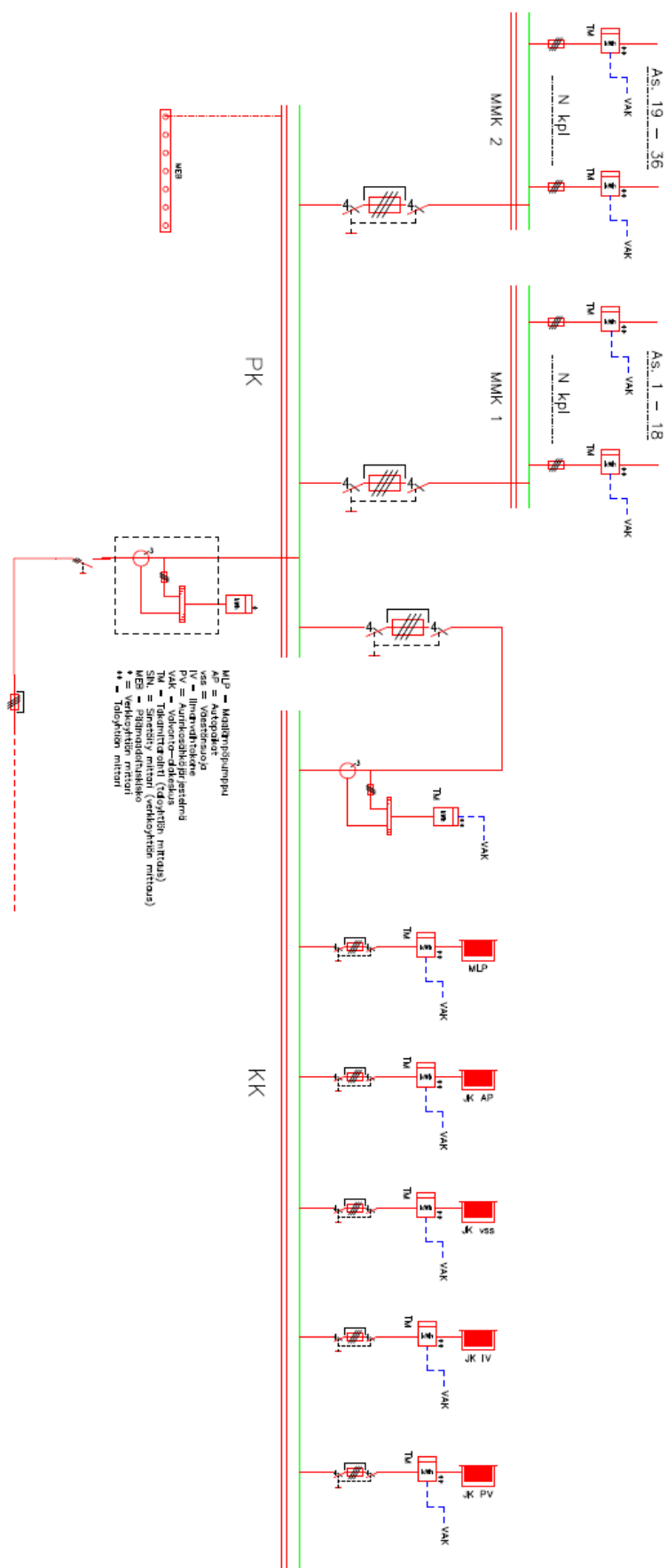
Yleiset vaatimukset kotien ja rakennusten elektroniikkajärjestelmille (HBES) sekä rakennusautomaatio ja ohjausjärjestelmille (BACS). SFS-EN 50491:2010.

## LIITTEET

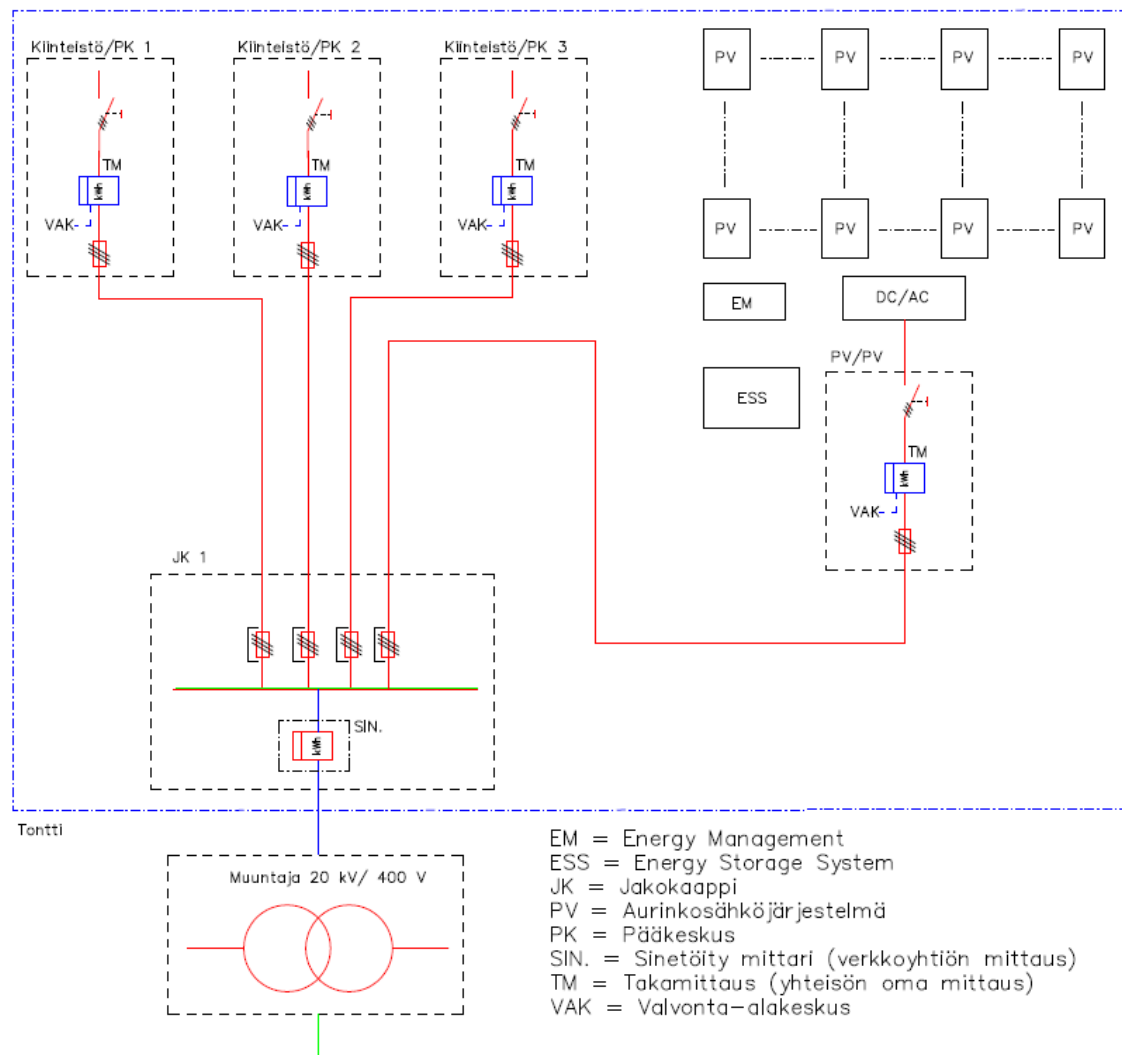
Liite 1. Järjestelmäkaavio CASE 1A, kerrostalo omilla käyttöpaikoilla.



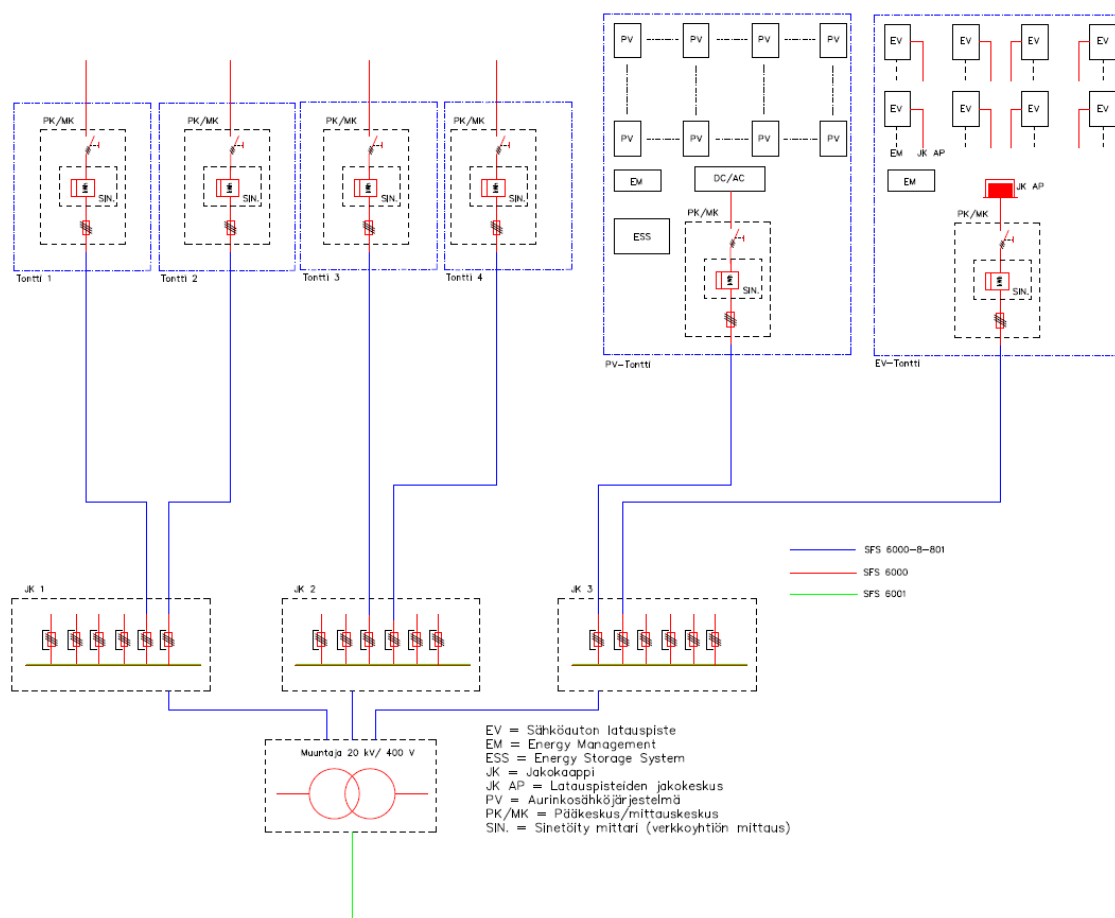
Liite 2. Järjestelmäkaavio CASE 1B, kerrostalo takamittauksilla.



## Liite 3. Järjestelmäkaavio CASE 2A, yhteinen kiinteistöverkko.



## Liite 4. Järjestelmäkaavio CASE 3, paikallinen virtuaalinen energiayhteisö.



## Liite 5. Aurinkosähköjärjestelmäasennuksiin liittyviä erityispiirteitä

Standardien puuttuessa verkonhaltija voi antaa kansainväliseen käytäntöön ja hyvään sähkölaitteistojen rakennus- ja käyttötapaan perustuvia suosituksia tai ohjeita käyttäjän laitteistojen ja laitteiden verkkoon liittämiseksi. (Energiateollisuus, Verkkopalveluehdot VPE 2019) Suomen voimajärjestelmään kytkeytyvien nimellisteholtaan yli 0,8 kW voimalaitosten tulee täyttää voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV). (Fingrid, VJV 2018)

Sähköliittymään voidaan liittää tuotantoa liittymissopimuksessa määritellyn tehon mukaisesti, jos tuotantolaitoksen käynnistyminen tai verkosta pois putoaminen ei aiheuta yli 4% jännitteen muutosta ja sähkön laatu liittämiskohdassa pysyy aina SFS-EN 50160 rajoissa. Lisäksi mikrotuotantolaitoksen käynnistysvirta ei saa ylittää liittymissopimuksen maksimitehon mukaista virran huippuarvoa. (Energiateollisuus, Verkostosuositus 9:13)

Kun käyttöpaikkaan lisätään mikrotuotantolaitos, tulee jännitteen laadun säilyä liittämiskohdassa standardin SFS-EN 50160 Yleisen jakelujännitteen ominaisuudet vaatimukset mukaisena. Harmoninen kokonaissärö saa liittämiskohdassa olla maksimissaan 8 %. Kokonaissärön määrä ei saa ylittyä, vaikka liittymään liitettäisiin mikrotuotantoa. Lisäksi standardissa on annettu rajat liittämiskohdasta mitattaville yksittäisille harmonisille yliaalloille, välkynnälle ja jännitetasojen vaihteluille. (Energiateollisuus, Verkostosuositus 9:13)

Sähköturvallisuusstandardien mukaan tuotantolaitos tulee olla erotettavissa verkosta ja erotuslaitteessa tulee olla näkyvä ilmaväli tai luotettava mekaaninen asennonosoitus ja erottimen käyttömekanismi tulee olla lukittavissa (SFS6002). Lisäksi jakeluverkon haltijalla täytyy olla joko rajoittamaton pääsy erottimelle tai kaukokytkentämahdollisuus (SFS6000). Erotuslaite voi olla myös verkonhaltijan verkossa ennen liittämiskohtaa oleva kytkin. Esimerkiksi pylväsvarokeytkin ilmajohtoverkossa tai kaapelijakokaapissa oleva jonovarokeytkin kaapeliverkossa. Mikrotuotantolaitteisto on varustettava suojalaitteilla, jotka kytkevät laitteiston irti yleisestä verkosta, jos verkkosyöttö katkeaa, tai jos jännite tai taajuus generaattorilaitteiston navoissa poikkeaa mikrotuotantolaitoksen sallitulle toiminnalle asetelluista jännite- ja taajuusarvoista. Mikrotuotantolähdöt tulee merkitä



asianmukaisesti sekä itse laitoksen, että verkon puolella. Käytännössä kaikki sellaiset paikat, jotka mikrotuotantolaitos voi tehdä jännitteiseksi, tulee merkitä. (Energiateollisuus, Verkostosuositus 9:13)

Mikäli kuluttaja haluaa käyttää verkon kanssa rinnankäyvää mikrotuotantolaitosta varavoimana, tulee asentaa kaksoiskytkentämahdollisuus, jossa toisella kytkennällä mikrotuotantolaitos toimii verkon kanssa rinnan ja toisella kytkennällä täysin verkosta erotetussa saarekkeessa. Tämä vaatii erillisen kytkimen ja lisälaitteiston. On ehdottomasti varmistuttava, ettei laitos voi missään olosuhteissa syöttää samanaikaisesti sekä verkkoa että verkosta erotettua saarekettä. (Energiateollisuus, Verkostosuositus 9:13)