PHOENIX

Flaire Reilua ja joustavaa energiaa

Energiajärjestelmän joustot tuovat kilpailukykyä ja huoltovarmuutta

Suomi voi luoda fossiilivapaan ja edullisen energiajärjestelmän ensimmäisenä maailmassa. Onnistuminen edellyttää kuitenkin lisää joustoja energiamarkkinoille: kulutuksen ohjausta, energiavarastoja, älykkäitä rakennuksia ja ratkaisuja. Ne kannustavat käyttämään sähköä silloin, kun sitä on runsaasti saatavilla ja vähentämään, kun sähkötehosta on pulaa.

Politiikkasuositukset

1. Sähkömarkkinoiden sääntely: turvataan markkinaehtoisuus.
Sähkömarkkinoiden toimintaa ei saa häiritä energiankulutukseen kohdistuvilla hintatuilla tai muilla markkinaa vääristävillä toimilla, koska hintavaihtelut kannustavat investoimista kulutusjoustoon, energiavarastoihin ja älykkääseen energianhallintaan.

2. Sähkömarkkinoiden sääntely: velvoitetaan uudet sähkönkäyttäjät kulutusjoustoon.
Kaikki uudet suuret sähkönkulutuskohteet, kuten datakeskukset ja energiavarastot, tulee velvoittaa siihen, että ne ovat joustavia ja tukevat sähköjärjestelmää.

3. Maankäytön ohjaus: puretaan esteet uusiutuvan energian sijoittumiselle.
Poistetaan esteitä uusiutuvan energian maantieteellisesti laajan sijoittumisen tieltä, jotta voidaan tasata sääriippuvaisen tuotannon vaihteluita (esimerkiksi tuulivoimaa Itä-Suomeen) ja vähentää siirtoverkon alueiden välisiä pullonkauloja.

4. Kansainvälinen yhteistyö: edistetään rajat ylittävää sähkömarkkinoiden integraatiota.
Edes koko Suomi ei yksin ole riittävän iso alue tasaamaan sääriippuvaisen tuotannon vaihtelua. Siksi on tärkeää edistää myös sähkön siirtokapasiteetin vahvistamista ja sähkömarkkinoiden alueellista integraatiota Pohjoismaiden, Baltian ja Keski-Euroopan välillä käyttövarmuuden turvaamiseksi.

5. Rakentamisen sääntely: tehdään rakennuksista ja sähköautojen latauksesta joustokykyisiä.
Kun uusissa ja laajamittaisen korjauksen kohteena olevissa rakennuksissa on riittävät valmiudet joustoon osallistumiseksi (esimerkiksi lämmityksen, ilmanvaihdon ja sähköauton latauksen älykäs ohjaus), kotitalouksien kasvava joustopotentiaali voidaan liittää sähkömarkkinoihin ja energianhallintaan.

6. Energianeuvonta: tuetaan kotitalouksien päätöksentekoa joustavassa sähköjärjestelmässä.
Kun kotitaloudet saavat ymmärrettävää neuvontaa sähkösopimuksista ja kulutusjoustosta, ne voisivat valita omaan talouteensa ja riskinottokykyynsä parhaiten sopivan sopimuksen ja energiaratkaisut. Erityisesti haavoittuvassa asemassa olevia kotitalouksia kannattaa tukea neuvonnalla ja energialukutaidon vahvistamisella sen sijaan, että sähkömarkkinoiden toimintaa heikennetään yleisillä kulutustuilla.

PHOENIX

Sääntely päivitettävä energiamarkkinan uuteen toimintalogiikkaan

Edullinen ja vähäpäästöinen sähkö voi luoda Suomeen paljon uutta liiketoimintaa, työpaikkoja ja jopa kymmenien miljardien euron lisäarvon sekä parantaa huoltovarmuutta. Hyötyjen toteutuminen edellyttää kuitenkin joustoja sähkön tuotannossa ja kulutuksessa. Koska tuuli- ja aurinkovoima vaihtelevat sään mukaan, kulutuksen on mukauduttava tuotantoon ilman, että asumismukavuus tai yritystoiminta kärsii. Joustoa voidaan lisätä etenkin teollisuudessa, mutta myös palveluissa ja kaukolämmityksessä sekä kotitalouksissa sähkölämmityksen ja sähköautojen lataamisen kautta. Joustot parantavat järjestelmän vakautta ja tuovat jopa satojen miljoonien säästöt vuodessa.

Sähkön siirrossa syntyviä pullonkauloja voidaan vähentää sijoittamalla teollisuutta lähelle tuotantoa ja kehittämällä sähköverkkoa. Toimivat kannustimet pienentävät varmuuden vuoksi poikkeustilanteita varten rakennettavan kapasiteetin tarvetta, mikä säästää julkisia varoja.

Joustava energiajärjestelmä syntyy markkinaehtoisesti, jos valtio luo sille toimivat puitteet ennakoivilla päätöksillä sähkömarkkinoista, maankäytöstä, rakentamisesta, suurista sähkönkäyttäjistä ja kotitalouksien energianeuvonnasta sekä kansainvälisestä yhteistyöstä.

Suomen sähköistyminen luo uutta liiketoimintaa ja lisää jalostusarvoa – Ilman joustoja hyödyt jäävät vajaiksi

Edullinen ja lähes päästötön sähkö Suomessa luo teollisuudelle merkittävän kilpailuedun. Sitran arvion mukaan **uutta päästöttömään sähköön perustuvaa liiketoimintaa voi tulla jopa 20–40 miljardin euron arvosta**. Sähköistymisen myötä biogeeninen hiilidioksidi luo uutta liiketoimintaa vetyjohdannaisten muodossa, mikä on yksi tapa kasvattaa Suomen metsien jalostusarvoa ja tuottaa esimerkiksi lannoitteita ruokaomavaraisuuden parantamiseksi. Tällä hetkellä Suomi on täysin riippuvainen typpilannoitteiden keskeisen raaka-aineen ammoniakin osalta tuonnista, vaikka sitä voitaisiin tuottaa halvan sähkön avulla päästöttömästi kotimaassa.

Edullinen energia ja viileä ilmasto houkuttavat Suomeen myös datakeskuksia. Sopivasti sijoitettuina datakeskusten hukkalämmöt saadaan hyödynnettyä lämmityssektorilla. **Datakeskuksilta, suurilta sähkökattiloilta ja muilta merkittäviltä sähköistetyiltä teollisuuslaitoksilta tulisi kuitenkin edellyttää joustokykyä sekä uuden sähköntuotantokapasiteetin samanaikaista rakentamista Suomeen, vastaavasti kuten vihreän vedyn tuotantohankkeilta**.

Alla on avattuna energiajärjestelmän toimintaan liittyviä yhteiskunnallisia ja taloudellisia syitä joustojen aktiiviselle tukemiselle poliittisilla päätöksillä ja sääntelyllä.

PHOENIX

Markkinoihin puuttuminen vie kannustimet joustoilta

Vesivoimaan ja fossiilisiin polttoaineisiin perustuneessa energiajärjestelmässä tuotantoa lisättiin kulutuksen mukaan, mutta **uusiutuvaan energiaan perustuvassa sähköjärjestelmässä kulutuksen tulee mukautua paremmin tuotantoon**. Kantaverkkoyhtiö Fingrid hallinnoi säätösähkö- ja reservimarkkinoita, joiden avulla huolehditaan siitä, että verkon taajuus pysyy koko ajan samana (50 Hz). Reservimarkkinoita käytetään jatkuvasti hetkellisten tehotasapainon häiriöiden korjaamiseen. Tärkeimpiä reservilähteitä ovat vesivoima, teollisuuden kanssa tehdyt sopimukset sähkönkäytön vähentämisestä tai lisäämisestä, akut ja tuulivoiman alas- ja ylössäätö. Normaalioloissa tuotannon vajetta katetaan tuontisähköllä, mutta sähkön huoltovarmuuden turvaamiseksi käytössä on varavoimaloita, jotka voidaan ottaa käyttöön vakavissa kriisi- ja häiriötilanteissa. Kulutuksen joustot ovat yksi keino turvata myös energiajärjestelmän vakautta.

Sähkönkäyttö kasvaa nykyisestä moninkertaiseksi teollisuuden, liikenteen ja kaukolämmöntuotannon sähköistyessä. **Uutta sähköntuotantoa tarvitaan paljon, ja edullisin ja nopein tapa tuotantokapasiteetin kasvattamiseksi on lisätä tuuli- ja aurinkovoimaa**. Sääriippuvainen uusiutuva energia tarvitsee kuitenkin tuekseen joustoja. Joustojen hankinnan kustannuksista vastaa jokainen markkinatoimija. Esimerkiksi tuulivoimatuotantoa ennakoidaan edellisen vuorokauden sääennusteiden perusteella, jolloin tuulivoimatuottajan on hankittava ennustevirheiden vuoksi puuttuva sähkömäärä tasesähkömarkkinalta, ja tuottaja vastaa siten aiheuttamastaan jouston kustannuksesta. Tällä hetkellä trendinä on rakentaa tuulipuistojen yhteyteen energiavarastoja kustannusten pienentämiseksi.

Useimmat sähköä käyttävät kohteet voidaan tehdä joustaviksi. Hyviä esimerkkejä ovat kaukolämmön sähkökattilat, joiden yhteyteen rakennetaan usein myös lämpövarasto, ja sähköautojen latauksen ajoittaminen edullisimpiin ajankohtiin. Kulutusjouston hyödyntäminen mahdollistaa noin 600 miljoonan euron vuotuiset säästöt sähköjärjestelmän kokonaiskustannuksissa, kun kulutusjoustoa hyödynnetään laajasti sähköjärjestelmän tasapainottamiseen ja kysynnän ja tarjonnan yhteensovittamiseen.

Myös tuuli-, aurinko- ja ydinvoimassa on säätömahdollisuuksia. Käynnissä olevaa tuulivoiman tuotantoa voi aina säätää alaspäin, eli vähennetään tuotantoa. Ylössäätöpotentiaalia puolestaan syntyy silloin, jos tuotantoa ajetaan maksimitehoa pienemmällä teholla. Ydinvoimalla on teknistä säätökykyä, mutta taloudellisesti on yleensä kannattavinta ajaa vakioteholla. Ydinvoima voikin jopa pahentaa tehotasapainon hallinnan haasteita tilanteissa, joissa on paljon uusiutuvaa tuotantoa ja vähän kulutusta.

Tehon riittävyyden varmistamisessa merkittävä keino on riittävän suuren ja yhtenäisen markkina-alueen muodostaminen eli käytännössä riittävän sähkön siirtokapasiteetin varmistaminen. Maantieteellisesti tarpeeksi laajalle alueelle sijoittuva tuuli- ja aurinkovoiman tuotanto tasoittaa sääriippuvaisen tuotannon vaihteluita. Pienin mahdollinen yksikkö tässä on Pohjoismaat matalapaineiden suuren koon vuoksi. Siksi integraatiota Keski-Euroopan ja Baltian sähköverkkoihin tulee edistää. Mitä suurempi teknisesti yhtenäinen markkina-alue saadaan aikaiseksi, sitä vähäisemmillä joustoresursseilla tehotasapainon ylläpito onnistuu, hintavaihtelut tasoittuvat ja käyttövarmuus paranee.

Keskeistä tehotasapainon hallinnassa on, että hintojen annetaan vaihdella markkinaehtoisesti, jolloin markkina luo kannusteet myös joustolle. Investointeja joustoresursseihin syntyy ainoastaan, jos taloudellinen kannattavuus on riittävä.

PHOENIX

Kulutuksen joustot sähköverkon pullonkaulojen hallinnassa

Kun ratkaistaan tehotasapainon haaste, luodaan toinen ongelma sähköverkon pullonkaulojen muodossa. **Tehotasapainon ratkaiseminen edellyttää, että kulutus seuraa tuotannon vaihteluita**. Tämä lisää sähkön siirtotarvetta kantaverkossa, koska sähkön tuotanto ja kulutus sijaitsevat eri puolilla Suomea: tällä hetkellä tuotanto etenkin Pohjois- ja Länsi-Suomessa, kulutus puolestaan etelän kasvukeskuksissa.

Siirtoverkon kapasiteetin tarve on hyvin piikikästä, eli täysimääräistä siirtokapasiteettia tarvitaan äärimmäisen harvoin. Joustojen lisäämisellä sähköverkon investointitarpeet pysyvät hallinnassa. Vaihtoehtona on, että kulutus – erityisesti uusi teollisuuskulutus – sijoittuu lähemmäksi sähköntuotantoa. Uuden teollisuuden olisikin monessa mielessä järkevää sijoittua tuuli- tai aurinkopuiston läheisyyteen.

Verkon pullonkauloja voidaan hallita aktiivisella maankäytön politiikalla, eli uusiutuvan energian kattavalla edistämisellä ja uuden teollisuuden sijoittumisen ohjauksella. Myös paikallisilla joustomarkkinoilla ja verkkotariffeilla voidaan hallita pullonkauloja. Nämä toimet eivät korvaa investointeja itse sähköverkkoon, mutta luovat mahdollisuuden käyttää verkkoinfrastruktuuria taloudellisesti tehokkaammalla tavalla.

Joustot vastauksena kapasiteetin riittävyyteen

Haasteellisia tilanteita sähköjärjestelmässä ovat pitkät tuulettomat pakkasjaksot, joita tulee vastaan keskimäärin kerran kymmenessä vuodessa. Jos tähän tilanteeseen osuu vielä suuren voimalaitoksen tai siirtolinjan vikaantuminen, tulee sähkökapasiteetin riittävyyteen merkittäviä haasteita. Uuden tuotantokapasiteetin rakentaminen näiden harvinaisten tilanteiden varalle ei kuitenkaan ole taloudellisesti kannattavaa ja vaatisi siksi toteutuakseen paljon veronmaksajien rahaa. **Tässä kyse on arvovalinnasta: halutaanko sähkönkäyttö mahdollistaa kaikissa tilanteissa kustannuksista riippumatta, vai ollaanko valmiita vähentämään ei-kriittistä kulutusta tehopulan uhatessa?** Mitä paremmin tehotasapainon ylläpitämisen haaste ratkaistaan, sitä vähäisempi on myös kapasiteettijouston tarve.

Mikäli varakapasiteetti nähdään tarpeelliseksi, se tulee hankkia huutokauppojen perusteella myönnettävillä investointituilla. Tuilla voidaan hankkia joustavaa kapasiteettia harvinaisia tilanteita varten, koska nykyinen markkinamalli ei synnytä investointikannusteita. Huutokaupalla varmistetaan taloudellinen tehokkuus, eli kilpailun kautta valitaan edullisimmat ratkaisut.

PHOENIX

Kaikki kiinteistöt mukaan joustoon

Sähkölämmitteisissä pientaloissa on merkittävää kulutusjoutopotentiaalia, arviolta 2 000 MW. **Laajamittakaavainen kulutusjousto kotitalouksissa edellyttää, että tarjolla on monipuolisia ja helppokäyttöisiä kulutusjoustoratkaisuja, sekä edistyneitä älykotiratkaisuja että edullisia tapoja osallistua kulutusjoustoon**. Varsinkin sähköautojen yleistyessä joustopotentiaali kasvaa huomattavasti.

Sähköautojen latauksen tulisi olla älykkäästi ohjattua, jotta sähköautot saadaan mielekkäällä tavalla integroitua sähkömarkkinoille ja kotitalouden energiahallintaan. Tarvitaan standardoituja rajapintoja, jotta syntyisi uusia liiketoimintamalleja, joissa palvelun tarjoajat 'paketoivat' erillisistä pilvipalveluista hintaohjattujen laitteiden, kuten lämpöpumppujen ja sähköautojen kuormaa ja tarjoavat näitä jouston markkinapaikoille. Rakennusten älyvalmiuden huomioiminen olisi selvästi kustannustehokkaampaa rakentamisvaiheessa kuin jälkikäteen, ja kotitalouksien näkökulmasta joustokykyinen rakennus voi tuoda merkittäviä kustannussäästöjä tulevaisuudessa.

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin tuomissa lakimuutoksissa edellytetään automaatio- ja ohjausjärjestelmien asentamista muihin kuin asuinrakennuksiin. On tärkeää, että velvoitteet viedään aktiivisesti käytäntöön ja ulotetaan myös uusiin asuinrakennuksiin.

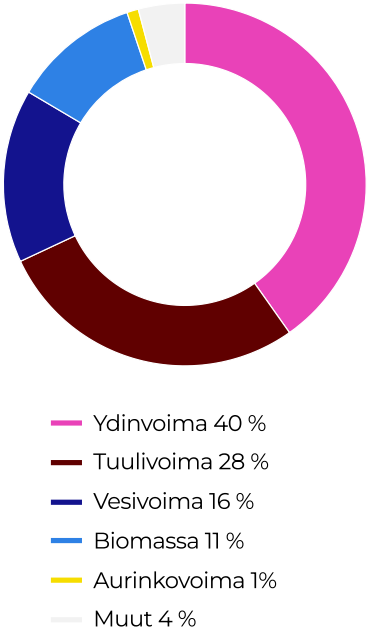
PHOENIX

Lopuksi: Onko sähkö Suomessa liian kallista?

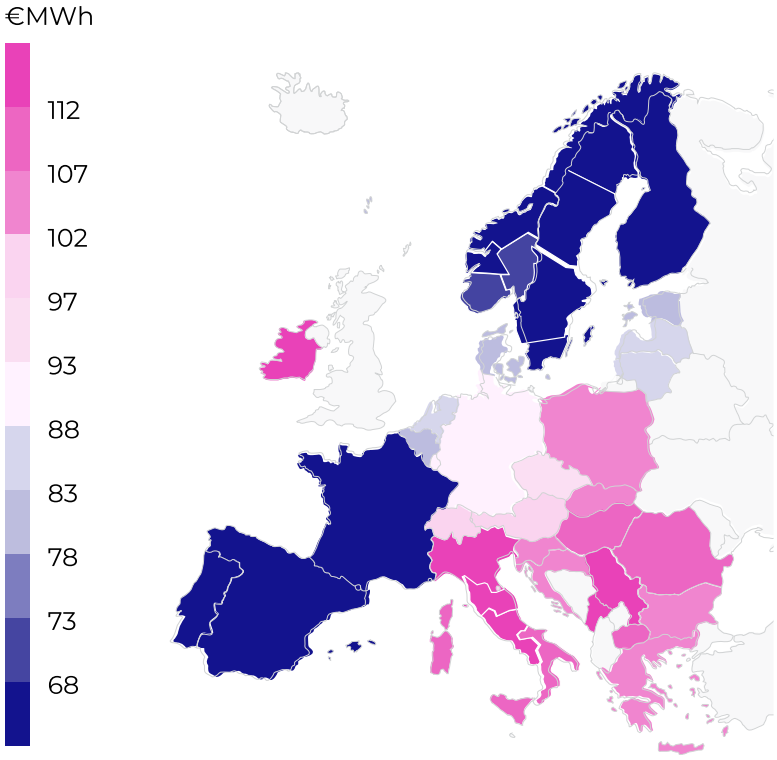
Energiaviraston mukaan Suomen kotitaloudet kuluttivat sähkölaskuihin keskimäärin 1000–3000 euroa vuoden 2025 aikana. **Kotitalouksien sähkön hinta on ollut pitkään laskussa ja se onkin eurooppalaisittain edullista.** Sähkölaskut koostuvat energia- ja siirtomaksusta. Pörssisähkön keskimääräinen veroton hinta Suomessa vuosina 2021–2025 on vaihdellut välillä 4 snt/kWh (2025) ja 15 snt/kWh (kriisivuosi 2022). Suomalaisen sähkön tukkuhinta oli vuonna 2025 Euroopan halvin pääkaupungit sisältävien hinta-alueiden vertailussa.

Pörssisähkösopimus on pitkällä aikavälillä usein edullisin sopimustyyppi etenkin niille kotitalouksille, joilla on varaavaa kuormaa, kuten lattialämmitys tai sähköauto, jonka latausta voi siirtää useille päiville. Pörssisähkösopimus edellyttää kuitenkin riskinsietokykyä. Kiinteähintainen sähkösopimus on usein parempi vaihtoehto riskiä kaihtaville sekä haavoittuvassa asemassa oleville kotitalouksille. Vuonna 2025 kotitaloudet maksoivat sähköenergiasta keskimäärin 8–10 snt/kWh (sis. ALV).

Sähkömarkkinoiden toimintaa ei häiritä energian kulutukseen kohdistuvilla hintatuilla tai muilla markkinaa vääristävillä toimilla. Paras tapa tukea kotitalouksia, myös haavoittuvassa asemassa olevia, on varata riittävästi resursseja tehokkaaseen energianeuvontaan. Neuvonnan avulla voidaan lisätä kotitalouksien energialukutaitoa ja kykyä valita itselleen edullisin sähkösopimustyyppi.



Kuva 1. Sähköntuotanto Suomessa vuonna 2025 (Lähde: Energiateollisuus, Energiavuosi 2025 Sähkö)



Kuva 2. Sähkön keskimääräinen veroton pörssihinta (€/MWh) Euroopassa vuonna 2025 (Lähde: Energy-Charts.info)

PHOENIX

Lähteet ja lisätietoja

Policy brief perustuu Strategisen tutkimuksen neuvoston tutkimushankkeiden PHOENIX ja FLAIRE tutkimukseen. PHOENIX arvioi energiajärjestelmän hyötyjen ja kustannusten/haittojen jakautumista Suomessa ja suunnittelee ratkaisuja ja käytäntöjä, jotka tukevat oikeudenmukaisempaa jakautumista. FLAIRE tutkii kulutusjoustoon perustuvien ratkaisujen mahdollisuuksia ja esteitä kotitalouksissa ja kunnissa energiajärjestelmän muutosjouston lisäämiseksi.

Lue lisää

Salmi, J., Salmelin, M., Honkapuro, S. Analyzing Potential Scarcity Events in a Wind Power-based Electricity System – Case Finland. Proceedings of 21st European Energy Market Conference (EEM 2025). https://lutpub.lut.fi/handle/10024/170253

Järventausta et al. 2015. Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli): Loppuraportti https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-3485-0

Energiavirasto: Kotitalouksien sähkölasku pieneni kaksi prosenttia – sopimuksen uusiminen kannatti vuonna 2025 https://energiavirasto.fi/-/kotitalouksien-sahkolasku-pieneni-kaksi-prosenttia-sopimuksen-uusiminen-kannatti-vuonna-2025

Sitra. Kasvuatlas 2026. https://www.sitra.fi/wp-content/uploads/2026/03/SitraKasvuatlas-2026.pdf

Yhteystiedot

Sami Repo, Tampereen yliopisto, sami.repo@tuni.fi, +358 40 849 0454

Samuli Honkapuro, LUT-yliopisto, samuli.honkapuro@lut.fi, +358 40 030 7728

Heli Saarikoski, Suomen ympäristökeskus, heli.saarikoski@syke.fi, +358 29 525 1589

Jani Lukkarinen, Suomen ympäristökeskus, jani.lukkarinen@syke.fi, +358 29 525 1893

Salla Annala, LUT-yliopisto, salla.annala@lut.fi, +358 40 837 2104

Tampereen yliopisto

Tutkimusraportit – Research Reports

ISBN 978-952-03-4667-6 (verkkojulkaisu)

Tampere, 2026

PHOENIX Flaire Reilua ja joustavaa energiaa

Tampereen yliopisto LUT University Suomen ympäristökeskus Finlands miljöcentral Finnish Environment Institute strateginen TUTKIMUS