



SÄHKÖVERKKOJEN MUUTTUVA TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Uudet uhkat, investoinnit ja energiaturvallisuus

SISÄLLYSLUETTELO

1. Tiivistelmä	1
2. Johdanto	2
<u>Määritelmiä</u>	3
3. Turvallisuusympäristö Euroopassa	4
4. Sähköverkkojen merkitys yhteiskunnalle	6
<u>Sähköverkkoihin kohdistuvat uhkat</u>	6
<u>Uhkiin varautuminen</u>	9
<u>Varautuminen käytännössä</u>	10
<u>Sähköverkot ja talous</u>	12
5. Sähköverkkojen geopolitiikka	15
<u>Rajat ylittävät sähköverkkoyhteydet</u>	16
6. Kansainvälisiä vertailukohtia	18
<u>Ukraina</u>	18
<u>Alankomaat</u>	20
<u>Viro</u>	21
7. Yhteenveto	23
<u>Lähteet</u>	25

TIIVISTELMÄ

1

Sähköverkkojen merkitys yhteiskunnan kannalta on korostunut. Energiasiirtymän ja sähköistymisen edetessä sähköverkoista on tullut yhteiskunnan toimivuuden kannalta entistä tärkeämpiä. Samaan aikaan sähköverkkoihin kohdistuneet uhkat ovat monipuolistuneet ja vakavoituneet. Sen myötä verkkojen kyky kestää häiriöitä, palautua nopeasti ja jatkaa toimintaa poikkeusoloissa on entistä tärkeämpää.

Perinteisten riskien, kuten teknisten vikaantumisten ja sään ääri-ilmiöiden rinnalle ovat nousseet kyberhyökkäykset, sabotaasi ja sotilaalliset iskut. Näistä etenkin kahden viimeisen merkitys on Ukrainan sodan ja yleisen turvallisuustilanteen heikentymisen myötä korostunut. Uhkien kehittymiseen vastaaminen vaatii sähköjärjestelmän hajautuksen edistämistä, varayhteyksiä, rajat ylittäviä siirtoyhteyksiä, panostuksia kyberturvallisuuteen sekä tarvittaessa kriittisten osien suojaamista fyysisillä suojarakenteilla.

Korjaus- ja palautumiskyky on usein tärkeämpää kuin suojaaminen. Kaikkia sähköverkon kriittisiä osia ei ole välttämättä taloudellisestikaan mahdollista suojata riittävillä suojarakenteilla. Ukrainan kokemukset osoittavat, että nopea vaurioiden korjaaminen, osaavan henkilöstön saatavuus sekä kriittisten varaosien varastointi ovat ratkaisevia tekijöitä järjestelmän kestävyuden kannalta.

Sähkön kulutuksen ja tuotannon kasvun myötä investointitarpeet kasvavat, mutta sääntely ja rahoitus laahaavat perässä. Energiasiirtymän ja sähköistymisen eteneminen edellyttää investointeja sähköverkkojen ja etenkin jakeluverkkojen siirtokapasiteetin kasvattamiseen. Nykyinen investointitehokkuutta painottava sääntelykehikko

ei kuitenkaan mahdollista riittäviä investointeja kulutuksen ja tuotannon kasvun tai sähköverkon turvallisuuden vahvistamisen kannalta.

Sähköverkkoihin liittyy myös geopoliittisia näkökulmia. Rajat ylittävät siirtoyhteydet ja synkronialueet parantavat sähköverkkojen toimitusvarmuutta, mutta luovat myös uusia keskinäisriippuvuuksia, joihin voi liittyä riskejä. Sähköistämisen myötä riippuvuus fossiilienergiasta vähenee, mutta tilalle syntyy uusia, ulkoisia riippuvuuksia energiateknologioista ja raaka-aineista.

Kansainväliset verrokkimaat tarjoavat Suomelle keskeisiä oppeja. Ukrainan, Alankomaiden ja Viron esimerkit osoittavat, kuinka etukäteinen varautuminen uusiin ja kehittyviin uhkiin, tuotannon ja kulutuksen kasvun ennakointi sekä selkeä vastuunjako valtion, viranomaisten ja verkkoyhtiöiden välillä ovat ratkaisevia onnistumisen kannalta.

JOHDANTO



Moderni yhteiskunta pysähtyy ilman tasaista ja ennustettavaa energiansaantia. Energian eri muodoista sähkön merkitys on tulevana vuosikymmeninä kasvamassa, kun lämmitys, liikkuminen ja eri teollisuudenalat sähköistyvät. Sähkön kysynnän kasvu edellyttää sähkön tuotannon kasvattamista. Se puolestaan vaatii sähkönsiirtoverkkojen (lyhyemmin sähköverkkojen) laajentamista ja vahvistamista, jotta uusi kysyntä ja tuotanto saadaan liitettyä verkkoon.

Tässä raportissa luodaan kuva siitä, miten sähköverkkoihin kohdistuneet ulkoiset uhkat ovat kehittyneet ja muuttuneet etenkin Venäjän aloittaman hyökkäyssodan jälkeen, ja miten niihin varaudutaan. Raportissa tarkastellaan verkkoihin liittyviä turvallisuus- ja geopoliittisia näkökulmia sekä verkkojen merkitystä talouden ja investointien kannalta. Aihetta käsitellään myös kolmen valikoidun valtion – Ukrainan, Alankomaiden ja Viron – kokemusten kautta. Raportissa tunnistetaan kolme keskeistä, sähköjärjestelmän ja -verkon toimintaympäristöä muovaavaa tekijää:

- 1 Sähköverkoista on tullut sotilaallisen vaikuttamisen ja sabotaasin kohde.** Venäjän hyökkäykset Ukrainan sähköjärjestelmään sekä Suomenlahden alla kulkeviin energia- ja tietoliikenneinfrastruktuuriin kohdistuneet vahingoittamiset ovat johtaneet kriittiseen infrastruktuuriin kohdistuvien uhkakuvien realisoitumiseen. Mitä enemmän yhteiskunnan toiminta nojaa sähköön, sitä suurempia myös vahingoittamisen vaikutukset ovat.
- 2 Energiasiiirtymän myötä talous ja yhteiskunta sähköistyvät, mikä kasvattaa sähkön tuotantoa ja kulutusta.** Samaan aikaan sähkön on myös säilyttävä kohtuuhintaisena ja toimitusvarmana. Tämä luo painetta laajentaa ja investoida sähkön tuotantoon ja varastointiin, mikä taas edellyttää investointeja sähkönsiirtoon. Riittämätön sähkönsiirto- ja jakelukapasiteetti hidastaa energiasiiirtymää ja pahimmassa tapauksessa talouskasvua.
- 3 Energiakriisi ja Ukrainan sota herättivät Euroopan ulkoisen energiariippuvuuden riskeihin.** Riippuvuus venäläisestä tuontienergiasta osoitti konkreettisesti ne riskit, jotka liittyvät energian tuontiin ja etenkin liialliseen riippuvuuteen yksittäisestä tuontimaasta. Tämä korostaa sähköistämisen ja oman sähköntuotannon kasvattamisen tärkeyttä, jotta ulkoisia energiariippuvuuksia saadaan vähennettyä.

Vaikka raportin ensisijainen fokus on juuri sähköverkoissa, on verkkoihin kohdistuvia uhkia usein vaikea erottaa laajemmin sähköjärjestelmään kohdistuvista uhkista. Selkeyden vuoksi raportissa mainitaan erikseen, jos käsitelty uhka tai ilmiö koskee erityisesti sähköverkkoja tai sähköjärjestelmää kokonaisuutena.

Raportin on toteuttanut Nordic West Office Caruna Networks Oy:n toimeksiannosta. Nordic West Office on turvallisuus- ja geopolitiikkaan keskittyvä konsulttiyritys ja ajatuspaja sekä osa Miltton Groupia. Raportti perustuu Nordic West Officen tekemään tutkimustyöhön sekä kahdeksaan asiantuntijahaastatteluun, jotka on toteutettu marraskuun 2025 ja helmikuun 2026 välillä. Haastateltavat ovat sähköverkkojen sekä huoltovarmuusalan asiantuntijoita yksityiseltä sekä julkiselta sektorilta. Asiantuntijoita tai heidän organisaatioitaan ei nimetä raportissa.

Määritelmiä

Sähkö on yksi energian muoto. Sähköä voidaan tuottaa monella eri menetelmällä: uusiutuvilla tuotantomuodoilla (kuten tuuli-, aurinko- ja vesivoimalla sekä bioenergialla), fossiilisilla tuotantomuodoilla (kaasu, hiili, öljy) sekä muilla vähäpäästöisillä mutta uusiutumattomilla tuotantomuodoilla (ydinvoima). Suomen energian kokonaiskulutuksesta, joka koostuu sekä Suomessa tuotetusta että ulkomailta tuodusta energiasta, suurin osa perustuu nykyisin sähköön.

Sähkö siirretään loppukäyttäjille **sähköverkkojen** kautta. Sähköverkon osia ovat sähköä kuljettavat ilmajohdot ja maakaapelit sekä sähköasemat ja muuntajat. Sähköverkot jaetaan kahteen osaan: **kantaverkkoon** ja **jakeluverkkoon**. Kantaverkko on niin kutsuttu sähkön moottoritie, joka kuljettaa sähköä pitkiä matkoja maiden sisällä ja niiden välillä rajat ylittävien **siirtoyhteyksien** kautta. Kantaverkkoja hallinnoivat usein valtiomisteiset kantaverkkoyhtiöt. Kantaverkkoon liittyy suoraan suuria sähkön tuotantolaitoksia ja tehtaita.

Jakeluverkot kytkeytyvät kantaverkkoon, ja yhdistävät sähköverkkoon teollisuutta ja yrityksiä, vesivoimalaitoksia, sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksia sekä aurinko- ja tuulivoimaa. Jakeluverkot vievät sähkön myös kotitalouksille. Suomessa jakeluverkkoja hallinnoivat joko yksityisyrietykset tai kunnat.

Energian huoltovarmuudella tai **energiahuollolla** tarkoitetaan energian riittävää saatavuutta häiriötilanteissa sekä viime kädessä kykyä huolehtia, että yhteiskunnan kriittisempien toimintojen energiansaanti pystytään turvaamaan. Sähkön kannalta energian huoltovarmuus tarkoittaa esimerkiksi sitä, että sairaalat saavat sähköä, vaikka sähkönsaanti keskeytyisi muualla yhteiskunnassa.

Se eroaa niin sanotusta **toimitusvarmuudesta**, joka tarkoittaa energian riittävää, luotettavaa ja mahdollisimman häiriötöntä saatavuutta normaalina aikana. Sähkökatkot ovat harvinaisia ja mahdollisimman lyhytkestoisia. Sähköjärjestelmän **resilienssi** tai **kestävyys** tarkoittaa järjestelmän kykyä jatkaa toimintaa niihin kohdistuvista uhkista riippumatta, sekä palautua nopeasti keskeytyksistä.

Energiaturvallisuuden käsite sisällyttää toimitus- ja huoltovarmuuden ja resilienssin lisäksi myös laajempia, energijärjestelmän pidemmän aikavälin kehitykseen liittyviä näkökulmia esimerkiksi sen osalta, millaisiin energialähteisiin järjestelmän halutaan jatkossa nojaavan.

TURVALLISUUS-
YMPÄRISTÖ
EUROOPASSA

3

Euroopan turvallisuusympäristö on siirtynyt pitkäkestoiseen epävarmuuden ja epävakauden aikaan, jota määrittävät ennen kaikkea Venäjän hyökkäyssota Ukrainassa, Yhdysvaltojen nykyisen hallinnon transatlanttista suhdetta epävakauttava toiminta, sekä sääntöpohjaisen kansainvälisen järjestyksen heikkeneminen.

Suomen vuoden 2024 ulko- ja turvallisuuspoliittinen selonteko korostaa, ettei Venäjän sotilaallisen toiminnan laajenemista Ukrainan ulkopuolelle voida sulkea pois. Tästä syystä Suomen ja Euroopan unionin on varauduttava pitkittyneeseen epävakauteen ja strategiseen kilpailuun autoritaaristen toimijoiden kanssa.

Suomen ja Euroopan unionin on varauduttava pitkittyneeseen epävakauteen ja strategiseen kilpailuun autoritaaristen toimijoiden kanssa.

Nato-jäsenyyden myötä Suomen sotilaallista turvallisuutta tulee tarkastella Naton yhteisen puolustuksen viitekehyksessä, vaikka Suomi jatkossakin vastaa ensisijaisesti oman itsenäisyytensä, alueellisen koskemattomuutensa ja yhteiskunnan toimintakyvyn turvaamisesta. Yhdysvaltojen istuvan hallinnon Eurooppaan kohdistama paine on omalta osaltaan lisännyt epävarmuuden määrää sekä alueellisesti että globaalisti.

Geopoliittisesti epävarmoissa oloissa Suomen kattava kokonaisturvallisuusajattelu muodostaa perustan kansallisen kriinkestävyyden

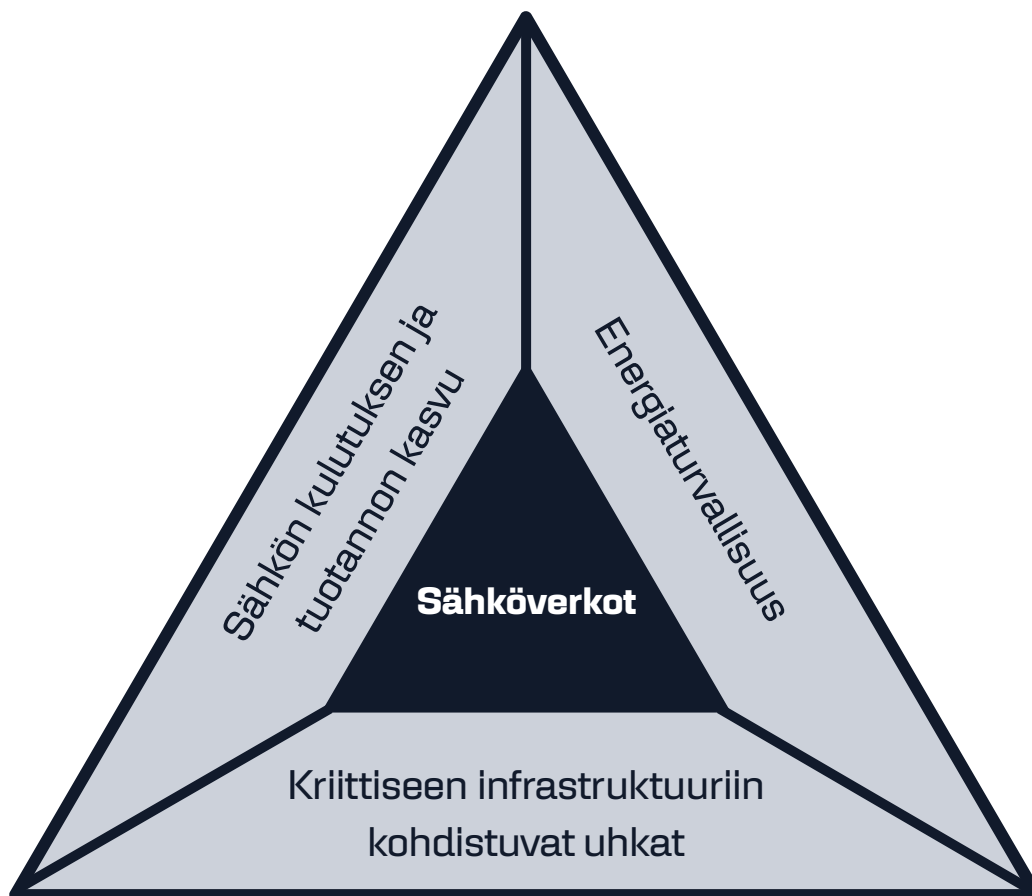
vahvistamiselle. Malli korostaa viranomaisten, elinkeinoelämän, järjestöjen ja kansalaisten yhteistyön merkitystä yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen ylläpitämisessä.

Vuonna 2025 päivitetty kokonaisturvallisuusmalli ja -strategia, sekä Huoltovarmuuskeskuksen uusi virastomalli vastaavat muuttuneeseen turvallisuusympäristöön, Ukrainan sodasta saatuihin kokemuksiin ja viime vuosien toistuviin, kriittiseen infrastruktuuriin kohdistuviin häiriöihin.

Vallitseva tilanne korostaa entistä vahvemmin nopeaa kykyä reagoida häiriöihin sekä koko yhteiskunnan resilienssiä ja varautumista valtiollisten toimijoiden vihamieliseen vaikuttamiseen. Suomi on jo vuosia pyrkinyt edistämään vastaavien kokonaisturvallisuuden periaatteiden käyttöönottoa EU:n ja Naton toiminnassa.

Toiminnan tavoitteena on, että kokonaisturvallisuusajattelu näkyisi puolustusta, varautumista ja sisäistä turvallisuutta ohjaavissa strategioissa ja konkreettisissa toiminna sekä heijastaisi kasvavaa ymmärrystä kansallisen ja eurooppalaisen resilienssin keskinäisriippuvuudesta.

Resilienssi nähdään nykyisin keskeisenä tavoitteena niin Pohjoismaiden kuin monen muun eurooppalaisen maan turvallisuusasiakirjoissa. Tämä näkyy myös laajemmissa Euroopan tilannetta käsittelevissä raporteissa. Vuonna 2024 julkaistiin sekä presidentti Sauli Niinistön Euroopan varautumista käsittelevä raportti että Italian entisen pääministerin, Euroopan keskuspankin pääjohtaja Mario Draghin raportti. Molemmissa raporteissa Euroopan turvallisuus kytkettiin yhä selvemmin sen pitkän aikavälin kilpailukykyyn.



Kuvaaja: Kolme keskeistä tekijää, jotka muokkaavat sähköverkkoihin ja sähköjärjestelmän kehittämisen toimintakenttää. Ne kytkeytyvät myös tiiviisti toisiinsa.

Draghin raportissa todetaan, että strategiset riippuvuudet ulkoisista toimijoista muodostavat suoria turvallisuusriskejä. Niiden vähentäminen edellyttää huomattavia rakenteellisia investointeja sekä koordinoitua toimintaa EU-tasolla. Näin kilpailukyky ja strateginen autonomia voidaan turvata suurvaltakilpailun, toimitusketjujen häiriöiden ja energiaan liittyvän epävarmuuden keskellä.

Suomen näkökulmasta nämä toimet vahvistavat kansallisen ja pohjoismaisen turvallisuusajattelun keskeistä johtopäätöstä: resilienssi ei ole vain kansallinen kysymys, vaan myös Euroopan yhteisen

kyvyn mittari sietää geopoliittisia sokkeja, vähentää riippuvuuksia ja varmistaa ne yhteiskunnalliset perusrakenteet, jolle pitkän aikavälin vakaus perustuu. On keskeistä huomata, että resilienssin lisäämiseen pyrkivät konkreettiset toimet rakennetaan usein kansallisesti ja alueellisesti naapurivaltioiden kanssa.

SÄHKÖVERKKOJEN
MERKITYS
YHTEISKUNNALLE

4

Energian luotettava ja tasainen saatavuus on yksi modernin yhteiskunnan peruspilareista. Kun yhä suurempi osa yhteiskuntaa siirtyy käyttämään eri energiamuodoista juuri sähköä, johtaa se sähkön ja sähköjärjestelmän merkityksen korostumiseen muihin energialähteisiin verrattuna. Tämän myötä myös häiriöiden vaikutukset ovat suurempia. Myös talous vahingoittuu, kun tehtaiden tuotanto keskeytyy, kaupat eivät voi käsitellä maksuja eikä tietoliikenneyhteyksistä riippuvainen työ ole mahdollista.

Kun sähköt katkesivat Espanjassa ja Portugalissa keväällä 2025, junat ja metrot pysähtyivät, liikennevalot sammuivat ja tietoliikenneyhteydet häiriintyivät. Suomen kaltaisessa maassa puolestaan lämmityksen keskeytymisellä olisi vakavia seurauksia etenkin talviaikaan.

Käytännössä laajamittainen sähkökatko keskeyttää modernin yhteiskunnan toiminnan niin kauaksi aikaa, kunnes sähköt on saatu palautettua. Mitä pidempään sähkökatko kestää, sitä suurempia haittavaikutukset ovat.

Käytännössä laajamittainen sähkökatko keskeyttää modernin yhteiskunnan toiminnan niin kauaksi aikaa, kunnes sähköt on saatu palautettua.

Sähkön toimitusvarmuuden varmistaminen ja vahvistaminen voidaan asettaa yhdeksi kolmesta niin kutsutun energiatripleman tavoitteesta, joita energijärjestelmän kehityksessä tulisi ratkaista yhtäaikaisesti.

Toinen tavoite on energian vähäpäästöisyys, jonka avulla voidaan rajoittaa energian tuotannosta ja kulutuksesta syntyviä päästöjä ja siten hillitä ilmastonmuutosta ja luontokatoa. Kolmas tavoite on kohtuullisen hintatason takaaminen, joka on edellytys etenkin energiaintensiivisen teollisuuden kilpailukyvyille.

Kaikkien kolmen tavoitteen ratkaiseminen vaatii tuotannon kasvattamista, mikä taas edellyttää investointeja sähköverkkojen – ja etenkin jakeluverkkojen – vahvistamiseen. Jos tuotantoa katetaan uusiutuvalla energialla, kuten tuuli- ja aurinkovoimalla, edellyttää se myös jakeluverkkojen lisärakentamista, jotta maantieteellisesti hajautettu tuotanto voidaan liittää verkkoon. Sähköverkkojen kehityksessä tulisi lisäksi ottaa huomioon kiristynvä turvallisuustilanne sekä uhkakuvien kehittyminen.

Sähköverkkoihin kohdistuvat uhkat

Sähköjärjestelmään kohdistuvat uhkat eroavat jonkin verran toisistaan muun muassa sen perusteella, mihin osaan järjestelmästä ne kohdistuvat ja mikä vaikutus uhkan realisoidumisella on osan toiminnalle. Myrskyn kaatama puu tuskin vaikeuttaa ydinvoimalaitoksen toimintaa, mutta voi muodostaa merkittävän, toimitusvarmuutta heikentävän uhkan sähköverkolle.

Monet uhkista, kuten vikaantumiset ja kyberuhkat, kohdistuvat kuitenkin koko sähköjärjestelmään. Niitä voidaan jaotella niiden toteutumisen todennäköisyyden ja vaikuttavuuden mukaan. Jälkimmäinen tarkoittaa, kuinka suuri vaikutus uhkalla on, ja miten pitkäkestoinen sen toteutumisen aiheuttama häiriö (useimmiten sähkökatko) yleensä on.

Vikaantumiset ovat arkinen osa teknisten laitteiden toimintaa, ja niihin varautuminen on laitteita hallinnoiville organisaatioille tuttua. Sään ääriolosuhteisiin lukeutuu taas esimerkiksi myrskyjä tai suuria lumikuormia, jotka voivat aiheuttaa sähkökatkoja. Vikaantumisten aiheuttamat häiriöt ja sähkökatkot eivät yleensä ole kovinkaan pitkäkestoisia.

Sään ääriolosuhteiden aiheuttamat häiriöt voivat vaihdella paljon alueittain. Kaupunkialueilla, joissa sähköverkko on pitkälti maan alla, eivät myrskyt tai lumikuormat välttämättä johda kovinkaan pitkäkestoisiin sähkökatkoihin. Haja-asutusalueella katkot voivat kuitenkin olla hyvinkin pitkäkestoisia, ja myrskyn vakavuudesta riippuen palauttaminen voi kestää päiviä tai jopa viikkoja.

Säästä syntyvät uhkat ja riskit ovat pysyvä ja jossain määrin ennustettava ilmiö. Sään ääri-ilmiöiden merkitys on korostunut Suomessa riskiajattelussa etenkin 2010-alussa tapahtuneen Tapani-myrskyn vuoksi. Se aiheutti sähkökatkoja osissa maata, mikä johti puolestaan sähköverkkoja koskevan lainsäädännön uudistamiseen toimitusvarmuuden parantamiseksi. Vaikka sään ääri-ilmiöt ovatkin tavanomaisia, ja niiden toteutuminen on ennustettavissa, tulevat niihin liittyvät riskit ja uhkat kasvamaan ilmastonmuutoksen edetessä seuraavina vuosikymmeninä.

Kyberturvallisuusuhkat, kuten erilaiset tunkeutumisyrietykset ja kiristysohjelmahyökkäykset, ovat melko arkipäiväisiä, mutta Suomessa ne harvemmin johtavat merkittäviin haittoihin tai pitkäkestoisiin sähkökatkoihin. Sähköjärjestelmän monimutkaistuminen – muun muassa vaihtelevan uusiutuvan tuotannon ja hajautetun kulutuksen myötä – vaatii sähköverkkotoimijoilta enemmän digitaalisia ratkaisuja (Eurelectric 2025a).

Mitä enemmän järjestelmä nojaa digitalisaatioon ja tietoverkkoihin, sitä haavoittuvampi se on kyberhyökkäyksille, ja myös mahdollisten hyökkäysten vaikutukset voivat olla potentiaalisesti suurempia. Jos hyökkääjä saa kaapattua sähköjärjestelmän osan hallintaansa, voi tämä aiheuttaa sähköverkolle myös fyysistä vahinkoa (Eurelectric 2026a).

Hyökkääjätaholla on paljon merkitystä kyberhyökkäyksen vaikuttavuuteen. Jos tekijänä on rahallista hyötyä hakeva rikollinen organisaatio, voi kyberhyökkäys olla melko yksinkertainen ja jäädä vaikutuksiltaan vähäisiksi. Jos taas tekijänä tai tekijän taustavaikuttajana on valtio, voivat hyökkäykset olla hyvin kehittyneitä, jolloin myös niiden haittavaikutus voi olla suurempi.

Etenkin Ukrainan sodan alkamisen jälkeen kyberuhkia koskevassa ajattelussa on korostunut yhä enemmän valtiollisten tai valtioiden tukemien toimijoiden uhka, vaikka tällaisten toimijoiden muodostama uhka ei ole uusi.

Venäjä kohdisti jo vuonna 2015 kyberhyökkäyksen ukrainalaisiin jakeluverkkoyhtiöihin, jolla se kaappasi verkon hallintaansa, ja onnistui katkaisemaan sähköt yli 200 000 kuluttajalta 1–6 tunniksi.

Sabotaasit ja sotilaalliset iskut ovat epätavanomaisempia uhkia, joiden taustalla on yleensä jokin ääriryhmä tai valtio. Ne voivat vaihdella yksittäisistä, pienimuotoisista sabotaasi-iskuista jatkuviin sotilaallisiin iskuihin.

UHKA	ESIMERKKI	VAIKUTUS
Vikaantuminen	Vaihejohtimen katkeaminen aiheutti sähköverkon ylikuormittumisen ja kaatumisen Tšekissä heinäkuussa 2025.	Sähkösaanti keskeytyi kuudessa läänissä (maassa on kaikkiaan 14 läänii) 6–10 tunnin ajaksi.
Sään ääri-ilmiö	Éowyn-myrsky ja sen kaatamat puut aiheuttivat mittavia vahinkoja sähköverkolle Irlannissa tammikuussa 2025.	Sähkösaanti keskeytyi 768 000 ihmiselle. Sähköjen palauttaminen vei 3–18 päivää.
Kyberhyökkäys	Kyberisku tuuli- ja aurinkovoimalaitoksiin Puolassa loppuvuonna 2025. Jes	Sähkösaanti ei keskeytynyt. Etäohjauksen kaatuminen laitosten ja sähköyhtiön välillä.
Sabotaasi	Poliittinen ääriryhmä toteutti polttoiskun korkeajännitesähköjohtoihin Saksassa tammikuussa 2026.	Sähkösaannin keskeytyminen 45 400 kodille ja 2 200 yritykselle pahimmillaan 5 päivän ajaksi.
Sotilaallinen isku	Venäjän ohjus- ja lennoki-iskut 27.12. 2025 katkaisivat sähköt sadoilta tuhansilta kotitalouksilta Kiovan alueella.	Sähköverkkoyhtiö DTEK kertoi sähköjen palautuneen kaikille 356 500 kotitaloudelle Kiovan alueella noin 10 päivää myöhemmin.

Taulukko: Sähköverkkoon kohdistuvia riskejä, esimerkkejä niiden toteutumisesta sekä niiden vaikutus. Lähteet järjestyksessä: Center for Eastern Studies (2025); ESB Networks (2025); CERT Polska (2026); Clean Energy Wire (2026); DTEK (2026). DTEK:n tiedotteen perusteella ei ole täysin varmaa, sisältyykö lukumäärään myös Venäjän aiemmin joulukuussa tekemien iskujen seurauksena sähkönsä menettäneitä kotitalouksia.

Niiden vaikutukset sähköverkolle riippuvat toteuttavan tahon osaamisesta, kyvykkyydestä ja tavoitteista. Vaikutukset voivat kuitenkin olla hyvinkin merkittäviä silloin, kun iskujen taustalla on valtio, joka pystyy valjastamaan mittavia sotilaallisia sekä tiedustelullisia resursseja sähköjärjestelmän kriittisempien ja haavoittuvimpien osien tunnistamiseksi. Hyökkäävä valtio voi kehittää toimintaansa nopeasti reaktion puolustavan tahon yrityksiin suojata infrastruktuuriaan, ja hyödyntää esimerkiksi kybertyökaluja sotilaallisten iskujen rinnalla ja iskujen suunnittelussa.

Vaikka sabotaasin ja sotilaallisten iskujen uhka on aiemminkin tiedostettu etenkin viranomaisten keskuudessa, Euroopassa ne ovat konkretisoituneet vasta Ukrainan sodan alkamisen jälkeen. Uhkakuvien muutos heijastuu myös valtioneuvoston sisäisen turvallisuuden selonteossa (2025), jonka mukaan kriittisen infrastruktuurin tahalliseen vaurioittamiseen tulee varautua Suomessakin aiempaa paremmin.

Huoltovarmuuskeskuksen uusimmassa strategiassa sotilaallinen uhka on nostettu yhdeksi kolmesta keskeisimmästä skenaariosta, joihin Suomen on syytä varautua huoltovarmuusjärjestelyissä (Huoltovarmuuskeskus 2024).

Vaikka sotilaallisen iskun kohdistus energia-
infrastruktuuriin ei sinänsä ollut uusi asia – Venäjä
iski ukrainalaiseen lämpövoimalaitokseen jo vuonna
2015 – on iskujen merkittävä painotus juuri
sähköjärjestelmään ollut osin yllätys, sillä sähkö-
järjestelmällä on vähän suoraa merkitystä
maanpuolustukselle.

Maanpuolustuksessa käytetään edelleen laajasti
fossiilienergiaa, ja sektorin kriittinen sähkönsaanti
on ainakin rajoitetun ajan turvattu muun muassa
omilla generaattoreilla ja varavoimaratkaisilla.
Sähköjärjestelmään iskemisen taustalla onkin
todennäköisesti pyrkimys heikentää koko
yhteiskuntaa suoraan puolustuskyvyn
heikentämisen sijasta.

Iskujen merkittävä painotus juuri sähköjärjestelmään on ollut osin yllätys.

Vaikutus puolustukseen on epäsuorempi: jos
puolustussektori joutuu keskittämään resurssejaan
siviili-infrastruktuurin suojaamiseen, ovat ne
resurssit pois puolustuksesta tai muusta
suojaustoiminnasta. Jos taas iskut kohdistuvat
esimerkiksi laajemmin energian tuontiketjuihin, voi
tällä olla epäsuorasti vaikutusta myös
puolustukseen. Maanpuolustussektori on lopulta
riippuvainen myös siviilitoimijoiden tuontiketjuista.

Uhkiin varautuminen

Paras tapa suojata sähköverkkoa on varautua uhkiin
jo sähköjärjestelmän suunnittelussa, mikä on myös
kustannustehokkaampaa kuin muutosten
tekeminen olemassa olevaan verkkoon.
Käytännössä se tarkoittaa sitä, että verkon
suunnittelun pohjana toimii kattava riskienarviointi
sekä riskien kehittymisen seuranta.

Kohdattavasta uhkasta riippumatta sähkö-
järjestelmän kestävyyttä voidaan parantaa
järjestelmän hajautuksella. Se tarkoittaa, että
sähkön tuotanto nojaa pienempiin, maan-
tieteellisesti hajautettuihin yksiköihin suurien,
yksittäisten laitosten sijaan.

Hajautus edellyttää sähköverkon lisärakentamista,
jotta laitokset saadaan yhdistettyä verkkoon. Toinen
keino suojata siirtoreittejä on varayhteyksien
rakentaminen, jolloin sähkön saanti turvataan myös
useampaa kuin yhtä siirtoreittiä pitkin, täten yhden
siirtoreitin vikaantuminen ei keskeytä sähkön
saantia (International Energy Agency 2026).

Muihin, isomman kuvan toimenpiteisiin kuuluvat
sähköverkon yhdistäminen naapurimaan verkkoon,
mikä parantaa kummankin maan energiahuoltoa ja
sähkön toimitusvarmuutta. Esimerkiksi kevään
2025 Espanjan ja Portugalin sähkökatkoksen aikaan
Ranskan ja Marokon kautta tuotava sähkö auttoi
niemimaata palautumaan katkoksesta nopeammin.

Sähköverkon kestävyyttä voi vahvistaa myös
kasvattamalla tuotanto- ja siirtokapasiteettia
sähkön kulutuskysyntää suuremmaksi. Näistä
toimista on hyötyä sähköjärjestelmän kestävyuden
parantamisessa kohdattavasta uhkasta
riippumatta.

Sähköverkon vahvistamisessa epätavanomaisten uhkien varalta on kuitenkin pitkälti kyse muutosten tekemisestä jo olemassa olevaan verkkoon ja muun muassa varaosavarastojen kerryttämisestä. Kumpikin toimenpide vaatii mittavia lisä-investointeja. Nykyinen, sähköverkko-investointien tehokkuutta maksimoiva lähestymistapa ei välttämättä riitä vastaamaan sähköverkon ughiin.

Investointien rahoittaminen vaatiikin suoria investointeja valtiolta, mikä voi tulla kyseeseen kantaverkkoyhtiön kohdalla. Yksityis- ja kunta-omistuksessa olevien jakeluverkkoyhtiöiden kohdalla se tarkoittaisi myös sääntelyn muuttamista, jotta ne tekevät investoinnit itse. Tämä taas korostaa ajantasaisen uhka-arvion merkitystä, jotta mahdollisesti mittaviakin investointeja voidaan mitoittaa oikein kohdattaviin ughiin nähden.

On myös punnittava, kuinka nopeasti investointeja ja vahvistustoimia voidaan tehdä, jos jäädään odottamaan tilannetta, jossa uhkien realisoinnin todennäköisyys kasvaa merkittävästi.

Samalla on myös punnittava, kuinka nopeasti investointeja ja vahvistustoimia voidaan tehdä, jos jäädään odottamaan tilannetta, jossa uhkien realisoinnin todennäköisyys kasvaa merkittävästi. Etenkin aikaa vievien suojaustoimien, kuten järeiden suojarakenteiden, toteutus voi kestää useita kuukausia, ja kriittisten varaosavarastojen kerryttäminen voi kestää eri osien toimitusaikojen vuoksi pitkiäkin aikoja.

Toimien aloittaminen liian myöhään voi tarkoittaa, että tärkeitäkin osia verkosta jää kokonaan ilman suojaa, mikä taas heikentää sähköverkon kestävyttä poikkeuksellisessa tilanteessa. EU:n ja Suomen tasolla on valmisteltu ja valmistellaan useita lakihankkeita, joilla kriittisen infrastruktuurin, kuten sähkönsiirron, kestävyttä pyritään vahvistamaan. Näihin lukeutuvat esimerkiksi CER- ja NIS2-direktiivit sekä valmiuslaki.

Toimenpiteet ovat kuitenkin olleet usein melko reaktiivisia: niin Tapani-myrskyn säävahinkojen kuin vedenalaisten kaapelirikkojen kohdalla vahvistamis- ja suojaustoimien konkreettiseen tarpeeseen herättiin uhkien realisoinnin jälkeen.

Varautuminen käytännössä

Sähköverkkojen kehityksessä on luonnollisesti keskitytty vastaamaan tavanomaisimpiin ughiin. Teknisellä kehityksellä ja huoltotöillä voidaan vähentää vikaantumisen riskiä, ja sään ääri-ilmiöiden vaikutuksia on vähennetty esimerkiksi maakaapeloimalla ilmajohtoja.

Koska tuhansien kilometrien pituista sähköverkkoa on vaikea suojata, on fyysisissä suojaustoimissa priorisoitu sen solmukohtia, kuten sähköasemia. Niitä suojellaan vahingoilta muun muassa aitauksilla, vartioinnilla ja kameravalvonnalla. Keskeisiin varautumistoimiin on Suomessa kuulunut myös riittävä korjaushenkilöstön sekä ajoneuvojen saatavuuden varmistaminen.

Suomessa on laadittu sähköasemien suojaukseen poikkeustilanteessa tähtääviä suunnitelmia, ja kulunvalvontaa on vahvistettu sähköverkon keskeisissä solmukohtissa.

Ukrainan kokemusten pohjalta kyky korjata aiheutuneita vahinkoja nopeasti on kriittisen tärkeää.

Ukrainan sodan alkamisen myötä kyberturvallisuuteen on panostettu aiempaa enemmän. Keskeisiin varautumistoimiin kuuluvat lisäksi muun muassa kattava tiivis viranomaisyhteistyö ja säännöllinen harjoittelu poikkeuksellisia tilanteita varten. Suunnittelua ja muita sisäisiä toimenpiteitä voidaan tehdä ilman tarvetta merkittäville investoinneille (Sivonen ja Kivimaa 2024, Eurelectric 2026b).

Ukrainan kokemusten pohjalta kyky korjata aiheutuneita vahinkoja nopeasti kriittisen tärkeää, sillä sähköverkon jokaista osaa ei ole mahdollista suojata fyysisesti. Etenkin konfliktitilanteessa korostuu lisäksi henkilöstön turvallisuudesta huolehtiminen, jossa taas yhteistyö viranomaisten ja puolustusvoimien kanssa on keskeistä.

Haasteena on kuitenkin toimien reaktiivisuus: nopeakaan korjaus ei luonnollisesti auta vahvistamaan verkon osaa seuraavaa hyökkäystä varten, ellei korjauksen yhteydessä vahvisteta myös kestävyyttä. Sotatilanteessa kaikkia vahingoittuneita osia ei todennäköisesti pystytä tai ehditä korjaamaan.

Korjaustoimet voivat lisäksi osoittautua kohteesta riippuen hyvin kalliiksi ja aikaa vieviksi: yksi äärimmäinen esimerkki on vedenalaisen Estlink 2 -merisähkökaapelin vahingoittuminen, jossa korjaustöiden haasteellisuuden vuoksi kaapeli palautui sähkönsiirtokäyttöön vasta puoli vuotta myöhemmin.

Korjaustöiden kustannukset kohosivat yli 50 miljoonaan euroon (European Union Institute for Security Studies 2025). Vaikka käytännössä maanpäällisen sähköverkon korjaaminen on luultavasti tätä halvempaa, voivat korjaukseen vaaditut rahasummat kasvaa nopeasti etenkin sotatilanteessa.

Korjaustöissä merkitystä on myös varaosien ja varakaluston saatavuudella etenkin järjestelmän kannalta kriittisten, vaikeasti korjattavien ja korvattavien sähköverkon osien, kuten muuntajien, osalta. Niiden valmistus- ja toimitusajat ovat pitkiä, ja niiden nopea saaminen on osoittautunut Ukrainassa hankalaksi. Eurelectricin (2026b) mukaan eurooppalaiset energiayhtiöt ovat tunnistaneet varaosavarastojen puutteellisuuden yhdeksi tämänhetkisistä varautumisen heikkouksista.

Toinen kokonaisuus on sähköverkon kriittisempien osien proaktiivinen suojaaminen, jolla osien tuhoutuminen voidaan estää tai iskujen vaikutuksia lieventää. Osa suojaustoimista kuuluu puolustusvoimille, ei sähköverkkoyhtiöille: tähän lukeutuu esimerkiksi ilmatorjunta.

Verkon osien fyysisessä suojauksessa esimerkiksi suojarakenteilla tai lennokkeja estävillä verkoilla vastuu toteutuksesta voi kuitenkin kohdistua pääasiassa sähköverkkoyhtiöille, vaikka rahoitusta voidaankin jakaa valtion kanssa. Proaktiiviset suojaustoimet ovat julkisten tietojen perusteella jääneet Suomessa toistaiseksi melko vähäiseksi.

Toisin kuin korjauskyvyn parantamisesta, ei sabotaasia ja sotilaallisia iskuja silmällä pitäen toteutetuista suojarakenteista ole välttämättä suoranaista hyötyä muita uhkia kohtaan, vaikka esimerkiksi sähköaseman suojaukset voivat vahvistaa verkon kestävyyttä sään ääriolosuhteiden varalta. Koska suojarakenteet ovat kalliita, on kohteiden valinnassa tärkeää priorisoida kriittisimmät kohteet, mikä vaikuttaa myös toteutettavien suojarakenteiden laajuuteen ja vahvuuteen.

Puolassa ja Liettuassa kantaverkkoyhtiöt ovat kertoneet varautuvansa sabotaasiin ja sotatilanteeseen siirtämällä sähköasemia tai osia niistä bunkkereihin, asentamalla verkkoja ja betonisuojauksia keskeisten sähköverkon osien suojelemiseksi lennokeilta sekä kerryttämällä kriittisten varaosien varastoja. Yhtiöt investoivat toimiin itse, jonka lisäksi maat ovat hakeneet EU-tukea toimia varten (Reuters 2025). Suomessa vastaavanlaisista toimista ei ole ainakaan laajasti kerrottu julkisuudessa.

Sähköverkot ja talous

Sähköverkkojen merkityksen kasvu tulevina vuosikymmeninä linkittyy talouden sähköistymiseen, kun sähkön odotetaan korvaavan fossiilienergiaa teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen käyttövoimana. Niiden rinnalla sähkön kysyntä kasvaa datakeskusten sekä kehittyvän vetytalouden myötä. Se taas edellyttää vähäpäästöisen sähköntuotannon kasvattamista, jotta sähkön hinta säilyy kohtuullisella tasolla kysynnän kasvaessa.

Teollisuuden maksama sähkön hinta on EU-alueella keskimäärin jo keskeisiä verrokkimaita, kuten Yhdysvaltoja, korkeammalla. EU:ssa 60 prosenttia energian kulutuksesta pyritään kattamaan sähköllä vuoteen 2050 mennessä, kun sen nykyinen osuus on noin 20 prosenttia.

Sähköverkkoja tarvitaan yhdistämään sähköistyneet ja uudet yritykset, sähkövarastot sekä enenevässä määrin myös kotitalouksien aurinkopaneelit ja sähköautojen lataustolpat sähköjärjestelmään. Toisin kuin perinteiset fossiilienergialla toimivat voimalat, sijaitsevat aurinko- ja tuulivoimalat usein kaukana kulutuskeskuksista: näin on esimerkiksi Suomessa, jossa tuulivoimalat sijaitsevat länsirannikolla, mutta kulutus pääasiassa eteläisessä Suomessa.

Kaikki tämä edellyttää investointeja jakelukapasiteetin kasvattamiseen, uusien sähköverkkojen rakentamiseen, verkkojen vahvistamiseen sekä esimerkiksi uusiin rajat ylittäviin siirtoyhteyksiin.

Energiasiirtymän eteneminen edellyttää lisäksi verkkojen modernisointia parantamalla verkkojen joustavuutta: niiden on kyettävä turvaamaan sähköverkon tasapaino vaihtelevan kulutuksen ja tuotannon kasvaessa. EU-alueen verkot ovat kuitenkin melko ikääntyneitä: esimerkiksi sähkönsiirtokaapelit ovat EU:n alueella keskimäärin 40–60 vuotta vanhoja (Euroopan tilintarkastustuomioistuin 2025).

Sähköverkkoja tarvitaan yhdistämään sähköistyneet ja uudet yritykset, sähkövarastot sekä enenevässä määrin myös kotitalouksien aurinkopaneelit ja sähköautojen lataustolpat sähköjärjestelmään.

Sähköistämällä on laajempiakin hyötyjä. Kun energiaa saadaan yhä enemmän uusiutuvilla tuotantomuodoilla, jolla tuotettu sähkö on fossiilienergialla tuotettua sähköä halvempaa, madaltaa se pitkällä aikavälillä yritysten sekä kotitalouksien energiakustannuksia.

Samalla se vähentää riippuvuutta fossiilienergian tuonnista, jossa hintoihin vaikuttavat huomattavasti geopoliittiset kriisit. Tämä riski realisoitui niin vuosina 2021–2023, jolloin Venäjän aloittama hyökkäys pahensi jo aiemmin alkanutta energia-kriisiä, kuin myös alkuvuonna 2026, jolloin Israelin ja Yhdysvaltojen sekä Iranin välinen sota johti merkittävään öljyn ja kaasun hinnannousuun.

Sähköistäminen ja investoinnit vähäpäästöisiin energiateknologioihin luovat myös uutta taloudellista toimintaa, mikä vahvistaa eurooppalaista teollisuutta, ainakin silloin, kun niiden tuotantoketjut sijaitsevat osittain tai kokonaan Euroopassa (Eurelectric 2025b).

Eurelectricin ja EY:n arvion (2024) mukaan kulutuksen kasvuun EU:n alueella tulisi investoida pelkästään jakeluverkkojen osalta 67 miljardia euroa vuodessa vuosien 2025 ja 2050 välillä,

jotta EU-tasolla asetetut energiasiirtymätavoitteet voitaisiin saavuttaa. Jakeluverkkojen rooli on erityisen korostunut: vuoteen 2040 mennessä neljä viidestä uusiutuvasta energiantuotantolaitoksesta liittyy verkkoon jakeluverkkojen kautta (Eurelectric ja EY, 2024; Euroopan tilintarkastustuomioistuimien 2025).

Jos sähköverkkojen kapasiteettia ei vahvisteta, johtaa se korkeampiin sähkön hintoihin, mikä vahingoittaa talouskasvua ja kilpailukykyä. Kapasiteetin puuttuessa tuotantoa ja kulutusta voidaan joutua rajoittamaan esimerkiksi vähentämällä hetkellisesti tuulivoimalaitoksen tuotantoa.

Esimerkiksi vuonna 2024 Euroopassa jouduttiin rajoittamaan Itävallan vuotuisen sähkönkulutuksen verran uusiutuvaa energiatuotantoa riittämättömän verkkokapasiteetin vuoksi. Myös uusia tuotanto- ja kulutushankkeita joudutaan myöhästyttämään, jos kapasiteettia ei ole riittävästi liittämään niitä verkkoon.

Nykyisellä tasolla EU:ssa tehtävät verkko-investoinnit eivät riitä energiasiirtymätavoitteiden saavuttamiseen, joskin skenaariopohjaisiin ennusteisiin kulutuksen ja tuotannon määrän kasvusta ja siten tarvittavista verkkoinvestointien tasosta liittyykin epävarmuuksia etenkin pitkällä aikavälillä. Aurora Energy Researchin (2025) mukaan vuoteen 2040 ulottuvien jakeluverkkoyhtiöiden sitoumusten perusteella verkkoinvestoinnit jäävät 60 prosentin päähän vaaditusta tasosta.

Riittämättömän kapasiteetin kasvattamisen taustalla on osin sähköverkkohankkeiden luvitusprosessin pitkäkestoisuus useassa EU-maassa, kustannusten kasvu sekä sähköverkon osien ja laitteiden pitkät toimitusajat.

Sähköverkkoyhtiöt investoivat verkkoyhteyksiin muun muassa EU:n, kansallisen ja yhtiötason kehityssuunnitelmien pohjalta, joissa investointeja mitoitetaan sähkön kulutuksen ja tuotannon kasvua koskeviin ennusteisiin sekä liityntäkyselyihin perustuen. Taustalla on pyrkimys investointitehokkuuteen: verkkoinvestointeja ei tehdä, jos kulutuksen ja tuotannon kasvunäkymiin liittyy liikaa epävarmuutta.

Tämä on investointien ja verkkokapasiteetin täysimääräisen hyödyntämisen kannalta tehokasta, mutta ei välttämättä yhteensovitettavissa energiasiirtymään sekä sähköverkon muiden, kuten verkkojen resilienssiin liittyvien kehityspaineiden kanssa.

Ratkaisuiksi on ehdotettu muun muassa ennakoivia investointeja, jossa sähköverkkoa vahvistettaisiin etukäteen ennusteiden pohjalta, vaikka jonkun kulutus- tai tuotantohankkeen toteutuminen olisikin epävarmaa. Se vaatisi kuitenkin muutoksia nykysääntelyyn, jonka puitteissa ennakoivat investoinnit eivät ole tällä hetkellä mahdollisia.

SÄHKÖVERKKOJEN
GEOPOLITIIKKA

5

Riippuvuus ulkoa tuotavasta fossiilienergiasta on yksi Euroopan keskeisiä energiaturvallisuuden riskejä. Vuonna 2023 Euroopan unionin energiantarpeesta 58 prosenttia katettiin öljyllä ja maakaasulla, jotka tuodaan lähes kokonaan unionin ulkopuolelta (Eurostat 2025).

Jos energian tuonti häiriintyy, johtaa se nopeasti ongelmiin, kuten kasvaviin energian hintoihin tai pahimmillaan energian saannin keskeytymiseen. Ulkoiseen energiantuontiin liittyvät uhkat realisoituivat etenkin Venäjän hyökättyä Ukrainaan, jonka jälkeen venäläisen fossiilienergian tuontia vähennettiin merkittävästi, ja sähkönsiirto maasta keskeytettiin.

Yhden tuontimaan korvaaminen useammalla maalla ei kuitenkaan vähennä kokonaisuutena ulkoisia riippuvuuksia, jos tuonnin määrä ei vähene. Erimielisyydet EU:n ja tuottajamaiden välillä, tai konfliktit ja turvallisuustilanteen heikkeneminen Euroopan nykyisin merkittävässä tuontimaissa, kuten Algeriassa, Qatarissa tai Yhdysvalloissa, voivat edelleen johtaa vaikeuksiin energian saannissa.

Koska EU:n oman fossiilienergian tuotantoa on haastava kasvattaa – ainakaan riittävästi unionin kysynnän kattamiseksi – on sähköistäminen, eli fossiilienergian korvaaminen sähköllä liikkumisessa, lämmityksessä ja teollisuudessa, nähty keskeisenä tapana vahvistaa energiaturvallisuutta.

Uusiutuva tuotanto ei kaasu- tai hiilivoimalaitokseen verrattuna riipu ulkoa tuotavasta polttoaineesta: jos kaasun saanti lakkaa tai vaikeutuu, ei kaasuvoimala toimi, mutta jo kytketyn aurinkopaneelin toiminta ei riipu niiden lisätuonnista.

Sähköistäminen tarkoittaa kuitenkin käytännössä energiariippuvuuden korvaamista raaka-aineisiin ja teknologioihin liittyvillä tuontiriippuvuuksilla, jos niitä ei voida tuottaa tai valmistaa riittävästi omalla maaperällä. Euroopan komission (2025) arvion mukaan EU:n kysyntä esimerkiksi harvinaisten maametallien osalta – jotka ovat keskeisiä myös sähkön tuotannon kannalta – tulee kuusin-kertaistumaan vuoteen 2030 mennessä osin sähköistymisen vuoksi.

Etenkin Kiinan rooli keskeisten raaka-aineiden ja teknologioiden, kuten magneettien, lähteenä on korostunut: noin 70 prosenttia EU:hun tuotavista harvinaisista maametalleista on peräisin Kiinasta (Euroopan keskuspankki 2025). Sen vuonna 2025 asettamat vientirajoitteet ulottuvat EU:n energia-sektorinkin kannalta keskeisiin mineraaleihin ja niistä johdettaviin komponentteihin, kuten magneetteihin.

Vaikka rajoitteet eivät estäisikään mineraalien saamista kokonaan, voi tuonnin väliaikainenkin hidastuminen tai vaikeutuminen johtaa tuotannon keskeytymisiin sekä kasvattaa raaka-aineiden hintoja, mikä taas heijastuu tuotantokustannuksiin.

Raaka-aineita hyödynnetään poltettavaa fossiilienergiaa pitkäjänteisemmin esimerkiksi osana tuulivoimalaa tai muuntajaa.

Puhtaisiin energiateknologioihin liittyvä raaka-aineriippuvuus ole kuitenkaan täysin rinnastettavissa fossiilienergiariippuvuuteen. Raaka-aineita hyödynnetään poltettavaa fossiilienergiaa pitkäjänteisemmin esimerkiksi osana tuulivoimalaa tai muuntajaa.

Raaka-aineita on mahdollista tuottaa Euroopassa ja hankkia useasta muustakin maasta sekä kierrättää rajoitetusti uusiokäyttöön. Oman tuotannon kasvattaminen ja vaihtoehtoisten tuontimaiden etsiminen vie kuitenkin aikaa, jonka aikana alttiut riippuvuuksien käyttämiseen painostusvälineenä on edelleen mahdollista (Eurelectric 2025b).

Energiateknologioiden kohdalla riippuvuudet vaihtelevat eri teknologioiden välillä. Euroopalla on vahvaa omaa tuotantoa sähkönsiirron teknologioissa, kuten sähkönsiirtokaapeleissa, ja tuulivoimaloissa sekä kasvavissa määrin myös akkuvarastoissa. Kiina on markkinajohtaja aurinkopaneeleissa, sähköautoissa sekä akuissa, ja maa kilpailee eurooppalaistuottajien kanssa enenevässä määrin myös unionin vahvoilla osaluilla.

Kiinalla on lisäksi EU:hun verrattuna laajemmin hallussa teknologioiden koko tuotantoketju raaka-aineista lähtien, kun taas eurooppalaisvalmistajat ovat usein vähintään epäsuorasti riippuvaisia raaka-aineiden ja komponenttien tuottajamaista (Euroopan komissio 2024).

Ulkopuolelta tuotaviin energiateknologioihin voi liittyä myös potentiaalisia turvallisuusriskejä. Esimerkiksi sähköverkkojen keskeiset komponentit, kuten aurinkovoimaloiden vaihtosuuntaajat sekä niitä hallinnoivat ohjelmat, ovat laajalti peräisin Kiinasta, ja myös niitä kontrolloivat ohjelmistot ja serverit sijaitsevat Kiinassa (Gehrke 2025).

Toinen tunnistettu riski on, että valmistajat joutuisivat luovuttamaan valtiolle esimerkiksi Euroopan kriittiseen sähköinfrastruktuuriin liittyviä tietoja. Vaikka merkkejä kyseisen haavoittuvuuden hyödyntämisestä ei vielä ole, muodostavat ne jatkuvan riskin sähköverkon turvallisuudelle.

Rajat ylittävät sähköverkko-yhteydet

Sähkö on fossiilienergiaan verrattuna erilainen energiamuoto. Sähkö siirtyy symmetrisesti kumpaankin suuntaan. Toisin kuin öljyä tai kaasua, ei sähköä voi varastoida merkittäviä määriä pitkäksi aikaa, jonka vuoksi sähkön tuotannon ja kulutuksen on oltava aina tasapainossa: sähkö kulutetaan liki heti, kun se tuotetaan.

Sähköä ei myöskään kuljeteta toiselta puolelta maailmaa, jonka vuoksi sähköverkot yhdistävät ensisijaisesti naapurimaita toisiinsa. Rajat ylittävien siirtoyhteyksien toteuttaminen vaatii poliittista sopimista, yhteisiä teknisiä standardeja sekä pitkäjänteistä sitoutuneisuutta verkko-yhteyden ylläpitämiseen (Fang ja muut, 2024).

Rajat ylittävät sähköverkko-yhteydet vahvistavat energian toimitusvarmuutta, jonka lisäksi niillä on myös taloudellisia hyötyjä. Ne mahdollistavat sähköntuotannon kasvattamisen ja sähkön tehokkaamman hyödyntämisen, kun sähköä voidaan siirtää laajemmalla alueella tarpeen mukaan. Se vähentää tarvetta jokaisen maan omille ratkaisuille esimerkiksi sähköjärjestelmän jouston suhteen: esimerkiksi Suomi hyötyy Ruotsissa tuotettavasta säätövoimasta ja sen siirtämisestä rajan yli.

Taloudelliset syyt voivat toisinaan myös estää siirtoyhteyshankkeita toteutumasta. Ruotsi kaatoi yhden Saksaan suunnitellun siirtoyhteyshankkeen, sillä maan hallitus näki, että siirtokapasiteetin kasvattaminen Saksaan johtaisi korkeampiin sähkön kuluttajahintoihin (Friedrich-Ebert-Stiftung 2024, Westphal ja muut 2022).

Synkronialue Yhden tai useamman maan sähköverkkojen yhdistäminen toisiinsa vaihtosähköyhteyksillä, jolloin niiden sähköverkkojen taajuus ja jännite ovat samalla tasolla, silloin sähkö kulkee maiden välillä sujuvasti ilman tarvetta muuntajille. Esimerkiksi pohjoismaiden yhteinen sähköjärjestelmä tai yleiseurooppalainen CESA (Continental Europe Synchronous Area) ovat synkronialueita.

Jos fossiilienergiassa kuluttajamaat ovat riippuvaisia tuottajamaista, on sähköverkkojen yhdistämisestä syntyvä riippuvuus tasa-arvoisempi, kun kummankin maan sähköjärjestelmän toimivuus riippuu ainakin osin toisen maan järjestelmästä. Tällöin kummallakin on yhteinen intressi pitää siirtoyhteydestä hyvää huolta.

Jos toisessa maassa tuotantoa on huomattavasti enemmän – tai se hallinnoi yhdistetyn synkronialueen taajuutta – luo tämä suhteeseen epätasa-arvoa, mikä voi altistaa painostukselle. Koska sähkönsiirron keskeytymisellä tai häiriintymisellä olisi välitön negatiivinen vaikutus esimerkiksi sähkökatkojen muodossa, liittyy rajat ylittäviin siirtoyhteyksiin myös turvallisuuspoliittisia riskejä, joita valtiot ovat tunnistaneet.

Vuonna 2025 Latvia, Liettua ja Viro irtautuivat Venäjän hallinnoimasta IPS/UPS-synkronialueesta ja liittyivät osaksi eurooppalaista CESA-synkronialuetta. Ukrainan sodan alkaminen toi siirtymiselle vauhtia, vaikka sen suunnittelu oli aloitettu jo kauan aiemmin.

Suomessa sähkönsiirto Venäjältä keskeytettiin Venäjän toimesta keväällä 2022, kun Venäjään kohdistuneiden pakotteiden vuoksi sähköstä ei enää kyetty maksamaan. Se vastasi kymmentä prosenttia Suomen sähkön kokonaiskulutuksesta.

Sähköverkkojen yhdistämisestä syntyvät yhteisöt ja niihin liittyminen voidaan myös laajemmin mieltää poliittisiksi kannanotoiksi. Tässä kontekstissa Baltian maiden sekä Ukrainan siirtyminen aiemmin Neuvostoliiton rakentamasta sähköjärjestelmästä osaksi Euroopan sähköverkkoyhteisöä on symbolinen osoitus maiden poliittisesta ja taloudellisesta kiinnittymisestä osaksi poliittista länttä.

Poliittiset näkökulmat voivatkin painaa päätöksenteossa toisinaan muita tekijöitä enemmän: vaikka Ukrainan sähköverkkojen integroinnilla nähtiin olevan teknisellä tasolla mahdollisesti epätasapainottava vaikutus CESA-synkronialueella, myös EU:n vaakakupissa päätöksessä painoi enemmän laajempi tavoite tuoda Ukraina tiiviimmäksi osaksi unionia (Westphal ja muut, 2022).

Rajat ylittävistä sähkönsiirroista syntyvät riskit eivät kuitenkaan ole pelkkä Venäjään liittyvä asia. Slovakia uhkasi alkuvuonna 2026 Ukrainaa sähkönsiirron keskeyttämisellä maiden välisen poliittisen, fossiilienergian vientiin liittyvän kiistan aikana. Se on osoitus, kuinka uhkaukset rajat ylittävän sähkönsiirron keskeyttämisestä voi toimia poliittisena painostuskeinona (Politico Europe 2026).

KANSAINVÄLISIÄ
VERTAILUKOHTIA

6

Ukraina

Ukrainalla oli ennen hyökkäystä pitkälti Neuvostoliiton aikana rakennettu sähköjärjestelmä, johon kuului kulutukseen nähden ylimääräistä tuotantokapasiteettia. Toisaalta järjestelmä oli hyvin keskitetty, ja maan sähköverkossa oli useita kriittisiä kohteita, joiden vikaantumisella tai tuhoutumisella oli merkittäviä vaikutuksia koko järjestelmälle. Järjestelmä ei kyennyt myöskään toimimaan hajautettuina sähkösaarekkeina (International Energy Agency 2026).

Energiaturvallisuuden merkitys korostui etenkin vuonna 2014 alkaneen sodan myötä, minkä seurauksena maa aloitti systemaattisesti vähentämään energiariippuvuuttaan Venäjältä. Maa irrottautui venäläisestä kaasusta, monipuolisti ydinpolttoaineensa lähteitä ja vähensi sähkön tuontia Venäjältä minimiin.

Venäjältä tai Valko-Venäjältä ei ole siirretty Ukrainaan sähköä vuoden 2015 jälkeen muuta kuin se määrä, mitä verkon tasapainon ja taajuuden säilyttämiseksi on tarvittu. Vuonna 2017 Ukraina solmi sopimuksen siirtymisestä pois Venäjän hallinnoimasta IPS/UPS-synkronialueesta osaksi CESA-synkronialuetta. Liittyminen toteutui lopulta nopeutetulla aikataululla keväällä 2022 Venäjän hyökkäyksen jälkeen (Rasmussen Global 2025).

Ukrainan sähkö- ja energiajärjestelmästä on tullut keskeinen sotilaallisen voimankäytön kohde Venäjän keväällä 2022 aloittamassa täysimittaisessa sodassa. Venäjä on iskenyt maan sähköjärjestelmään ohjuksilla, tykistöllä ja lennokeilla sekä vallannut suoraan tuotantolaitoksia, kuten maan eteläosassa sijaitsevan Zaporizhžjan ydinvoimalaitoksen, jolla on merkittävä rooli Ukrainan energian tuotantojärjestelmässä.

Koska Ukrainan sähköverkko on alun perin suunniteltu Neuvostoliiton aikaan – jonka ansiosta sähköjärjestelmä on Venäjälle edelleen tuttu – on Venäjä kyennyt kohdentamaan iskujaan järjestelmän kriittisimpiin osiin (International Energy Agency 2026).

Rasmussen Globalin (2025) mukaan Venäjän syksyllä 2022 aloittaman iskukampanjan mittava painotus juuri energiainfrastruktuuria kohtaan tuli energiayhtiöille yllätyksenä. Laajamittainen kampanja alkoi vasta sen jälkeen, kun Ukrainan nopea valloittaminen oli epäonnistunut, jolloin Venäjä ei enää nähnyt mahdollisuuksia hyödyntää valloitetujen alueiden energiainfrastruktuuria.

Energiayhtiöiden valmistelemat varautumissuunnitelmat olivat yleistasoisia, ja niitä pystyttiin päivittämään vasta iskukampanjan alun jälkeen, kun yhtiöt ymmärsivät, mihin osiin energiajärjestelmästä Venäjä kohdisti iskujaan.

Hyökkäys alkoi iskuilla sähkön siirtoinfrastruktuurin eri osiin, jonka tarkoituksena oli hajottaa keskitetyn sähköjärjestelmän yhtenäisyys. Ukraina kykeni kuitenkin tehokkaasti minimoimaan ensimmäisen iskukampanjan vaikutuksia, mistä syystä Venäjä siirsi hyökkäysten painopistettä tuotantolaitoksiin, kuten vesivoimaloihin ja niiden sähköasemiin.

Iskut vähensivät syksyyn 2023 mennessä Ukrainan sähköntuotantoa 50 prosentilla sotaa edeltävään aikaan verrattuna. Venäjä iski myös hajautettuihin tuuli- ja aurinkovoimaloihin, mikä osoittautui kuitenkin melko tehottomaksi: yksittäisen laitoksen vaikutus koko järjestelmälle on pieni, ja vahinkojen korjaaminen on melko nopeaa suuriin laitoksiin verrattuna (Eurelectric 2026b, Eurelectric 2025b, Rasmussen Global 2025).

Ukraina on vastannut hyökkäyksiin hajauttamalla järjestelmää esimerkiksi rakentamalla aurinkovoimaa, jolloin yksittäisten iskujen vaikutuksia saadaan vähennettyä. Niin ikään hajautetut sähkövarastot pystyvät syöttämään sähköä rajoitetun ajan sähkökatkojen sattuessa. Rajat ylittävä sähkönsiirtoyhteys Eurooppaan on osoittautunut tärkeäksi sähkön lähteeksi, kun oma tuotanto on vahingoittunut.

Koska koko järjestelmää ei pystytä suojaamaan, ovat energiayhtiöt keskittyneet rakentamaan kykyä järjestelmän mahdollisimman nopeaan korjaukseen ja palauttamiseen.

Sähkönsiirtoinfrastruktuuria on suojattu hyökkäyksiltä muun muassa kivikoreilla ("gabion"), hiekkasäkeillä, verkoilla ja betonisilla suojarakenteilla, ja kriittisempiä kohteita suojellaan sijoittamalla ilma- ja ohjustorjuntajärjestelmiä niiden läheisyyteen. Eurooppalaiset standardit, kuten CER-laki sekä NIS2-standardi, ovat toimineet tavoitteina järjestelmän kehittämisessä.

Koska koko järjestelmää ei pystytä suojaamaan, ovat energiayhtiöt keskittyneet rakentamaan kykyä järjestelmän mahdollisimman nopeaan korjaukseen ja palauttamiseen. Jos jotakin järjestelmän osaa ei pystytä korvaamaan, saatetaan se purkaa ja hyödyntää varaosina toisaalla.

Haasteena korjaustöiden kannalta on ollut myös korvaavien laitteiden saatavuus: esimerkiksi muuntajan saamisessa voi kestää puoli vuotta tai vuosi, minkä vuoksi ne ovatkin olleet yksi iskujen pääkohteista (Eurelectric 2025b, Rasmussen Global 2025, Eurelectric 2026b).

Ukrainan reaktiot hyökkäyksiin ovat johtaneet myös Venäjän taktiikan ja lähestymistavan kehittymiseen. Jos sähköinfrastruktuuria on suojattu, voi hyökkäys olla kaksivaiheinen, jossa suojarakenteet ensin tuhoetaan lennokki-iskuilla, minkä jälkeen varsinainen kohde tuhoetaan täsmäohjuksilla. Lennokkeja ja ohjuksia ammutaan lukumäärällisesti paljon, mikä vaikeuttaa ilmatorjunnan mahdollisuuksia ampua kohteita alas.

Suojelutoimet vaikuttavat myös koko järjestelmän suojaukseen: Jos jokin kohde suojellaan erityisen hyvin, voi se siirtää iskujen painotusta vähemmän suojeltuihin kohteisiin. Järeästikin suojeltuun kohteeseen pystytään lisäksi vaikuttamaan esimerkiksi kyberiskuilla tai iskemällä esimerkiksi alihankkijoihin sekä toimitus- ja tuotantoketjuihin (Eurelectric 2026b).

Tärkeitä oppeja

Järjestelmän toimivuuden varmistaminen eri tilanteissa Sähköverkkojen tulee toimia tilanteesta huolimatta. Toimijoiden tulisi pohtia ja suunnitella hyvissä ajoin etukäteen, miten verkkojen toiminnasta pidetään huolta poikkeustilanteissa ja täysimittaisessa sotatilanteessa, jossa esimerkiksi korjaushenkilöstöä täytyy suojella.

Suojeltavien kohteiden priorisointi Sähköverkon keskeisiä kohteita tulee kategorisoida niiden merkityksen sekä esimerkiksi korjaustöiden keston perusteella, jonka pohjalta kohteita voidaan priorisoida suojaus- ja korjaustoimien suunnittelussa. Priorisoinnissa on ymmärrettävä, mitkä kohteet etenkin hyökkäävä taho näkee kriittisinä, mikä saattaa erota puolustavan tahon näkemyksestä. Samalla on päätettävä, miten suojaus- ja korjausvastuita jaetaan esimerkiksi yritysten ja puolustusvoimien välillä.

Aktiivinen tiedonjako Aktiivinen tiedonjako energia-alan, viranomaisten sekä puolustussektorin välillä on keskeistä uhkien ja niiden kehittymisen seuraamiseksi. Se taas tukee suojaus- ja korjaustoimenpiteiden suunnittelua ja toteutusta.

Alankomaat

Alankomaissa konkretisoituu, mihin riittävän sähköverkkokapasiteetin puuttuminen voi johtaa sähköistymisen edetessä ja uusiutuvan sähkön tuotannon kasvaessa. Alankomaat nojasi pitkään maan omaan maakaasuun teollisuudessa ja lämmityksessä sekä sähköntuotannossa. Maa päätti kuitenkin vuonna 2019 luopua maakaasusta vähitellen ja irtautua siitä kokonaan vuoteen 2050 mennessä, ja sen sijaan vauhdittaa uusiutuvaa energiaa sekä yhteiskunnan sähköistämistä (Regulatory Assistance Project 2024).

Ukrainan sodan myötä räjähdysmäisesti kasvanut kaasun hinta johti skenaariopohjaisia odotuksia nopeampaan sähkön kulutuksen ja tuotannon kasvuun. Teollisuusyritykset aikaistivat sähköistämissuunnitelmiaan ja kotitaloudet korvasivat kaasukäyttöisiä ilmalämpöpumppuja sähköisillä ilmalämpöpumppuilla.

Samalla etenkin aurinkovoiman tuotanto kasvoi nopeasti, mikä kasvatti tuotantoa, mutta sen vaihtelevuus kasvatti myös verkon kuormitusta. Boston Consulting Groupin (2024) mukaan kulutuksen ja liityntäkyselyiden kasvu oli niin kovaa, että esimerkiksi vuoteen 2030 asti suunniteltu verkkokapasiteetti Rotterdamin sataman alueella varattiin täyteen jo vuonna 2022.

Sähköverkkojen vahvistamisessa oli priorisoitu investointien tehokkuutta, minkä myötä verkossa ei ollut riittävästi tilaa liittää kaikkea uutta tuotantoa ja kulutusta, vaikka verkon toimitusvarmuus on vahvalla tasolla. Samalla sähköverkkojen vahvistaminen ja lisärakentaminen on pienessä ja tiheästi asutussa maassa hankalaa ja aikaavievää, joten kasvuun ei ole pystytty vastaamaan yhtä nopeasti.

Sähköverkon ylikuormitus (engl. grid congestion): Tilanne, jossa sähköverkon siirtokapasiteetti ei riitä sille sähkön määrälle, mitä verkkoon syötetään tai verkon kautta yritetään kuluttaa.

Alankomaissa kärsitään siksi liian täydestä sähköverkkokapasiteetista, jonka myötä maassa priorisoidaan, kuka sähköliitynnän saa. Koulut, asunnot, terveyskeskukset ja kansallisen turvallisuuden kannalta tärkeät toiminnot liitetään ensin, kun taas uudet kulutuskohteet – kuten datakeskukset sekä asunnot – sekä liityntä-kapasiteetin korotusta toivovat yritykset voivat joutua pahimmillaan jonottamaan liityntää 2030-luvulle asti.

Ylikuormitustilanteen ratkaiseminen vie kuitenkin vuosia – samalla, kun sähkön kulutuksen odotetaan vain kasvavan.

Alankomaissa on pyritty edistämään joustavaa tuotantoa ja kulutusta niin yritysten kuin kuluttajien keskuudessa, mikä vähentää akuuttia kapasiteetin kasvattamistarvetta, mutta ei poista sitä. Haasteena kuitenkin on, että yritykset, joilla on jo liityntäyhteys, ei ole riittävästi kannustimia hyväksyä ”huonompaa” sopimusta.

Sähköverkon kapasiteettia pyritään kuitenkin lisäämään laajentamalla nykyisten linjojen siirto-kykyä sekä rakentamalla tarvittaessa uusia linjoja. Maan sähköverkkoyhtiöt ovat lisäksi asentaneet kaasukäyttöisiä turbiineja säätövoiman tuotantoon huippukulutuksen aikoina. Tilanteen ratkaiseminen vie kuitenkin vuosia – samalla, kun sähkön kulutuksen odotetaan vain kasvavan.

Tärkeitä oppeja

Investointitehokkuuden haasteet

sähköistymisen edetessä Investointitehokkuutta painottanut lähestymistapa verkkoinvestointeihin on varmistanut Alankomaissa, että siirto-kapasiteetti on mitoitettu riittäväksi tarvittavalle kulutukselle ja tuotannolle. Jos kulutus ja tuotanto kuitenkin kasvavat odotuksia nopeammin, ei sähköverkkojen kehitys välttämättä pysy perässä: sähköverkon vahvistaminen voi olla vuosien prosessi suunnittelusta luvitukseen ja rakentamiseen asti.

Jos laajennusta ei saada tehtyä riittävän nopeasti, voi edessä olla kapasiteetin riittämättömyys, mikä taas hidastaa huomattavasti sähköä käyttäviä investointeja. Yksi ratkaisu ovat niin kutsutut ennakoivat investoinnit, joita myös ylempänä käsiteltiin. Lähestymistapaan liittyy kuitenkin sääntelyyn sekä rahoitukseen liittyviä haasteita.

Viro

Viron sähköverkko rakennettiin alun perin toimimaan saumattomasti osana Neuvostoliiton yhteistä sähköjärjestelmää, eikä maalla ollut sinänsä itsenäistä sähköverkkoa. Viron itsenäistyttyä maa jatkoi osana Venäjän hallinnoimaa IPS/UPS-synkronialuetta. Kummallakin maalla oli yhteinen intressi huolehtia järjestelmästä: verkkojen irtoaminen toisistaan olisi johtanut ongelmiin kummallakin puolella rajaa.

Baltian maat olivat vuosituhaten vaihteen alussa EU ja Nato-jäsenyyksistään huolimatta muun läntisen Euroopan näkökulmasta sähkösaarekkeita, jota ei ollut liitetty osaksi unionin laajempaa sähköjärjestelmää. Venäjä, Baltian maat sekä Valko-Venäjä sopivat samaan aikaan sähköverkkoihin liittyvän yhteistyön jatkamisesta niin kutsutulla BRELL-sopimuksella (”Belarus, Russia, Estonia, Latvia, Lithuania”), jonka mukaan Baltian maat säilyisivät jatkossakin osana IPS/UPS-synkronialuetta.

Venäjä tunnisti kuitenkin yhtenä keskeisenä heikkoutenaan Kaliningradin enklaavin, jonka sähkösaanti riippui Baltian maiden sähköverkoista. Venäjän aloitti vahvistamaan kykyään toimia itsenäisesti ilman riippuvuutta Baltian maiden sähköverkoista sekä Kaliningradin mahdollisuuksia toimia saarekkeena. Hankkeiden valmistumisen myötä Venäjä pystyisi erottamaan Viron ja Baltian maat verkostaan ilman, että sähkösaanti Kaliningradissa katkeaisi (Fang ja muut, 2024).

Kehitys yhdistettynä Venäjän kykyyn hallita synkronialuetta nähtiin altistavan Viron Venäjän potentiaaliselle poliittiselle ja taloudelliselle vallankäytölle. Tämän konkreettisen, teknisesti mahdollisen uhkan taustalla vaikutti laajempi näkemys Venäjästä Viron kannalta keskeisenä turvallisuushkana myös energian osalta (Sivonen ja Kivimaa 2024).

Lisäksi Venäjän päätös keskeyttää vuonna 2006 öljyn vienti Liettuaan ainakin osin poliittisista syistä toimi Baltian maille konkreettisenä osoituksena Venäjän valmiudesta käyttää energiariippuvuuksia painostuksen välineenä (Tatarélyté 2025).

Kehitysten seurauksena Viro ja Baltian maat tavoittelivat irrottautumista kokonaan IPS/UPS-synkronialueesta ja liittymistä osaksi CESA-synkronialuetta. Hanke sai myös EU-rahoitusta, ja se nimettiin yhdeksi EU:n tukemista PCI-hankkeista (Project of Common Interest). Liittyminen vaati uusien sähkönsiirtoyhteyksien rakentamista erityisesti Puolaan ja Ruotsiin, kun tätä ennen kaikkien kolmen maiden yhteys EU:n sähköverkkoon toteutui vain Suomen ja Viron välillä kulkevien Estlink 1 ja 2 -siirtokaapeleiden kautta.

Alkuperäisten suunnitelmien perusteella liittyminen osaksi CESA-verkkoa olisi toteutunut loppuvuodesta 2025. Ukrainan sodan alkamisen jälkeen sähkönsiirto Venäjältä kuitenkin lopetettiin, mikä johti myös liittymisen vauhdittamiseen.

Virossa vuoden 2022 jälkeen maan kantaverkkoyhtiön rooli on kasvanut, kun energia on nähty yhä tärkeämpänä kansallisen turvallisuuden sekä puolustuksen kannalta.

Synkronisaatio toteutui lopulta helmikuussa 2025, jolloin myös sähköverkkoyhteydet Venäjälle katkaistiin. Synkronisaation taustalla oli vuosia kestänyt hanke, jossa Viro ja alueen maat olivat vahvistaneet valtakunnallisia ja alueellisia sähköverkkojaan, jotta ne kykenisivät toimimaan itsenäisenä sähkösaarekkeena, mikä oli myös edellytys CESA-alueeseen liittymiselle.

Synkronisaation rinnalla Virossa on maan kantaverkkoyhtiön rooli kasvanut vuoden 2022 jälkeen, kun energia on nähty yhä tärkeämpänä kansallisen turvallisuuden sekä puolustuksen kannalta. Turvallisuusasioita on priorisoitu maassa muiden kehitystavoitteiden yläpuolelle, ja esimerkiksi yhteistyö energiasektorin ja Viron puolustusvoimien välillä energian tuotantolaitosten turvaamiseksi on tiivistynyt (Sivonen ja Kivimaa 2024). Samalla Viro on myös investoinut 200 miljoonaa euroa sähköverkon proaktiiviseen suojaukseen lennokeilta (ERR 2025).

Tärkeitä oppeja

Sähkösaarekkyky on kriittinen turvallisuuden kannalta Kyky toimia ulkoisista siirtoyhteyksistä itsenäisenä sähkösaarekkeena, sekä kyvykyys käynnistää sähkökatkon sattuessa järjestelmä uudestaan ilman riippuvuutta ulkoisista siirtoyhteyksistä, on tärkeää yhteyksien niin vioittumisen kuin tuhoutumisenkin varalta. Tämä korostui esimerkiksi Estlink 2 -sähkönsiirtoyhteyden vahingoittamisen jälkeen, jonka takia hyvin luotettavinakin pidettyihin siirtoyhteyksiin ei voi enää täysin luottaa sähköjärjestelmän toiminnan suunnittelussa.

Korjauskyvykyden merkitys Vaikka suojarakenteista on hyötyä vahinkojen vähentämisessä, nopea korjaus- ja palautuskyky on sähköjärjestelmän ja siten yhteiskunnan kannalta proaktiivista suojausta tärkeämpää etenkin valtiollisia uhkia silmällä pitäen. Valtiollisen hyökkääjän nähdään kehittävän keinon sähköverkon kohteiden tuhoamiseksi niiden suojauksesta riippumatta.

YHTEENVETO

7

Sähköverkot ovat nousseet viimeisen vuosikymmenen aikana yhteiskunnan perusinfrastruktuurista energiasiirtymän ja energiaturvallisuuden mahdollistajiksi. Verkoista puhuttaessa korostuu etenkin jakeluverkkojen merkitys: jakeluverkkoyhtiöt hallinnoivat 96 prosenttia Euroopan sähköverkosta verkkojen kokonaispituudella mitattuna. Ne yhdistävät sähköjärjestelmään niin uusiutuvan energian tuotantolaitokset, pienet ja keskisuuret yritykset kuin kotitaloudetkin.

Samalla myös sähköverkkoihin kohdistuvat uhkat ovat kehittyneet ja vakavoituneet Euroopan turvallisuustilanteen heikkenemisen ja etenkin Ukrainan sodan myötä. Kun kyberiskujen, sabotaasin ja sotilaallisten iskujen taustalla on valtio, luodaan niillä helposti vakavia uhkia koko sähköjärjestelmän ja siten yhteiskunnan toimintakyvylle.

Uhkien tarkastelussa Venäjän rooli on korostunut. On avoin kysymys, kuinka laajasti toinen valtio pyrki vahingoittamaan tai sotatilanteessa iskemään toisen maan sähköjärjestelmään, vaikka energiajärjestelmät laajemmin ajateltuna voivat olla iskujen kohteena.

Kuten Ukrainan sodan kohdalla on tapahtunut, voi iskujen painotus riippua paljon hyökkääjän tavoitteista. Hyökkäys sähköverkkoon voi näyttäytyä houkuttelevana tapana heikentää vastustajan yhteiskuntaa, jos sodassa ei pyritä valloittamaan toista maata. Samalla mitä enemmän maanpuolustus ja puolustusteollisuus puolestaan nojaavat sähköön, sitä enemmän iskuilla sähkönsiirtoon voidaan pyrkiä vaikuttamaan myös puolustuskykyyn.

Uhkakuvien muutos edellyttää sähköverkkojen vahvistamista sekä myös sähköverkkotoimijoiden sisäisen varautumistoiminnan kehittämistä. Ukrainan kokemusten perusteella juuri nopea verkon korjaus- ja palautuskyky on uhkista riippumatta kriittisen tärkeää.

Vaikka osan kyvystä voi kehittää sisäisen toiminnan kehityksellä, vaatii se myös panostuksia esimerkiksi varaosavarastojen kerryttämiseen. Riittävä varaosien taso taas riippuu siitä, mihin uhkaan halutaan varautua. Mitä laaja-alaisemmin koko sähköverkkoon kohdistuva uhka on kyseessä, sitä enemmän varaosia tarvitaan.

Keskeinen kysymys koskeekin turvallisuuspanostusten rahoitusta, varsinkin, jos vakavimmat uhkat – joihin varautuminen vaatii suurimmat ja aikaa vievimmät panostukset – eivät vaikuta realisoituvan keskipitkällä tai lyhyellä aikavälillä.

Kanta- ja jakeluverkkoyhtiöiden ja valtioiden on punnittava, millaisia suojaustoimia on järkevää tehdä hyvissä ajoin etukäteen. Niiden on myös suunniteltava, millaisia toimia on mahdollista tehdä lyhyellä aikavälillä, jos uhkien realisoituminen vaikuttaa yhtäkkiä akuutilta.

Muut panostukset verkon kestävyys- ja turvallisuuden ääriolosuhteiden sekä kehittyvien kyberuhkien osalta ovat todennäköisesti joka tapauksessa kannattavaa investointeja, ja voivat myös vahvistaa verkkojen kestävyttä myös vakavampien uhkien varalta.

Panostukset verkkojen modernisointiin sekä siirtokapasiteetin kasvattamiseen ovat edellytys liikkumisen, teollisuuden ja lämmityksen sähköistymiselle, ja siten fossiilienergia-riippuvuuden vähentämiselle. Alankomaiden esimerkki osoittaa, että etenkin kriisien aikaan kasvavat fossiilienergian hinnat voivat edesauttaa ennakoitua nopeampaa sähköistymistä.

Jos sähköverkkoinvestoinnit eivät pysy sähköistymisen tahdissa, johtaa se energia-siirtymän hidastumiseen ja pahimmillaan talouskasvun hidastumiseen, kun uutta tuotantoa ja kulutusta ei kyetä liittämään verkkoon. Se taas pidentää riippuvuuksia ulkoa tuotavan fossiilienergian kestosta, joihin liittyvät riskit ovat realisoituneet useaan kertaan pelkästään viimeisen viiden vuoden aikana.

Riskien vaikutusten vähentäminen vaatii laaja-alaista ennakointia, suunnittelua ja jatkuvaa tilannekuvan seurantaa.

Sähköistäminen johtaa kuitenkin myös uudenlaisiin ulkoisiin riippuvuuksiin, jotka voivat osoittautua riskeiksi energiaturvallisuudelle. Rajat ylittävät sähkönsiirtoyhteydet ja synkronialueet parantavat muun muassa sähköverkon tehokkuutta mahdollistamalla sähkön siirron laajemmalla alueella ja tarpeen mukaan sinne, missä sitä eniten tarvitaan.

Toisaalta siirtoyhteydet voivat osoittautua ongelmallisiksi, jos toisella maalla on vahvempi sähköjärjestelmä sekä kyky hallinnoida synkronialuetta. Se luo potentiaalisen painostus-keinoon, jos maa voi uhata esimerkiksi sähkönsiirron keskeyttämisellä.

Sähköverkkojen kehityksessä on otettava nykyisin huomioon energiatriemman ohella yhä enemmän uhkakuvien kehittyminen, verkkojen kestävyys, tarve verkkojen vahvistamiselle uuden tuotannon ja kulutuksen liittämiseksi sekä geopoliittiset riippuvuudet.

Riskien vaikutusten vähentäminen vaatii laaja-alaista ennakointia, suunnittelua ja jatkuvaa tilannekuvan seurantaa. Sähköverkkojen yhteiskunnallisen kriittisyyden vuoksi riskeihin varautuminen vaatii myös viranomaisyhteistyön tiivistämistä ja syventämistä.

Lähteet:

Verkkosivut

CERT Polska (2026): [Energy Sector Incident Report – 29 December 2025](#).

Eurostat (2025): [Shedding light on energy in Europe – 2025 edition](#).

Euroopan komissio (2025): [Critical Raw Materials Act](#).

Raportit ja tutkimukset

Aurora Energy Research (2025): “The State of European Power Grids: A Meta-Analysis”.

Boston Consulting Group (2024): “Solving the gridlock: Six interventions to accelerate congestion relief on the Dutch grid”.

Centre for Eastern Studies (2025): [“Czech Republic without power: lessons from the blackout”](#).

ESB Networks (2025): “Storm Éowyn Review”.

Eurelectric ja EY (2024): “Grids for Speed”.

Eurelectric (2025a): “Cybersecurity in the power sector”.

Eurelectric (2025b): “Redefining Energy Security in the age of electricity”.

Eurelectric (2026a): “How power utilities can defend critical infrastructure”.

Eurelectric (2026b): “Battle-tested power systems Resilience and preparedness for Europe's electricity sector”.

Euroopan keskuspankki (2025): “How vulnerable is the euro area to restrictions on Chinese rare earth exports?”.

Euroopan komissio (2024): “The Net-Zero manufacturing industry landscape across the Member States”.

Euroopan tilintarkastustuomioistuin (2025) : “Making the EU electricity grid fit for net-zero emissions”.

European Union Institute for Security Studies (2025): “On a war footing: Securing critical energy infrastructure”.

Fang, Songying; Jaffe, Amy Myers; Loch-Temzelides, Ted; Lo Prete, Chiara (2024): “Electricity grids and geopolitics: A game-theoretic analysis of the synchronization of the Baltic States’ electricity networks with Continental Europe” In Energy Policy Vol. 188.

Friedrich-Ebert-Stiftung (2024): “Europe and the Emerging Geopolitics of Electricity Grids”

Gehrke, Tobias (2025) : “How China could crash Europe’s energy grid and what the EU can do about it” European Council for Foreign Relations.

Huoltovarmuuskeskus (2024): ”HVK:n strategia 2024–2027”.

International Energy Agency (IEA) (2026): “Energy System Resilience: Lessons learned from Ukraine”.

Tatarélytè, Laura (2025): “The era of Russian energy manipulations is over” Friedrich Naumann Foundation.

Rasmussen Global (2025): “Resilience Under Fire: How Ukraine’s Energy Sector is Adapting – and What It Means for Europe”.

Regulatory Assistance Project (RAP) (2024): “Gridlock in the Netherlands”.

Sivonen, Marja; Kivimaa, Paula (2024): “Securitization of Energy Transitions in Estonia, Finland and Norway”.

Valtioneuvosto (2025): ”Valtioneuvoston selonteko sisäisestä turvallisuudesta”.

Westphal, Kirsten; Pastukhova, Maria; Maria Pepe, Jacopo (2022): “Geopolitics of Electricity: Grids, Space and (Political) Power: ” German Institute for International and Security Affairs.

Uutiset ja tiedotteet

ERR (2025): [“Elering plans to invest €200 million to protect infrastructure from drones”](#).

Clean Energy Wire (2026): [“Germany’s energy infrastructure risks move into focus after Berlin power grid sabotage”](#).

DTEK (2026): [“In December, energy workers of DTEK Kyiv Regional Grids restored electricity to almost 400,000 homes after enemy attacks”](#).

Reuters (2025): [“On NATO’s eastern flank, bunkers and anti-drone nets set to protect power grids”](#).

Politico Europe (2026): [“Fico threatens to cut Ukraine’s emergency power over oil transit dispute”](#).

