REJLERS

Sähköenergiajärjestelmän tilannekuva

Loppuraportti
4.12.2025

Selvitysontoteutettu Business Tampereen teettämänä selvityksenä, RECO Energy-hankkeen alla

Euroopan unionin osarahoittama

© Rejlers Finland Oy

Vastuuvapauslauseke

Rejlers Finland Oy (“Rejlers") on laatinut tämän raportin Tampereen kaupunkiseudun elinkeino-ja kehitysyhtiö Business Tampere Oy (“Asiakas”) käyttöön Rejlersinja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoihin perustuen. Näin ollen Rejlersinvastuu raportista perustuu ja rajoittuu yksinomaan kyseisiin sopimusehtoihin. Raportin päivämääränä vallitsevaan parhaaseen tietämykseensä perustuen Rejlers on siinä käsityksessä, että tässä raportissa esitetyt tiedot ovat paikkansapitäviä, perusteltuja ja mainitun sopimuksen ehtojen mukaisia. Asiakkaan tulisi käyttää omaa harkintaansa ja asiantuntemustaan hyödyntäessään tai tulkitessaan tätä raporttia tai siinä esitettyjä tietoja. Rejlers ei missään olosuhteissa vastaa mistään raporttiin tai siinä esitettyihin tietoihin tai arvioihin perustuvista tai niihinliittyvistä päätöksistä tai aiheutuneista vahingoista.
Kaikki esitetyt lausumat, pois lukien historiallisia tosiseikkoja koskevat lausumat, ovat tai niiden voidaan katsoa olevan tulevaisuutta koskevia lausumia. Tulevaisuuttakoskevatlausumatkuvastavattämänhetkiseen ymmärrykseen ja olettamuksiinperustuviatulevaisuutta

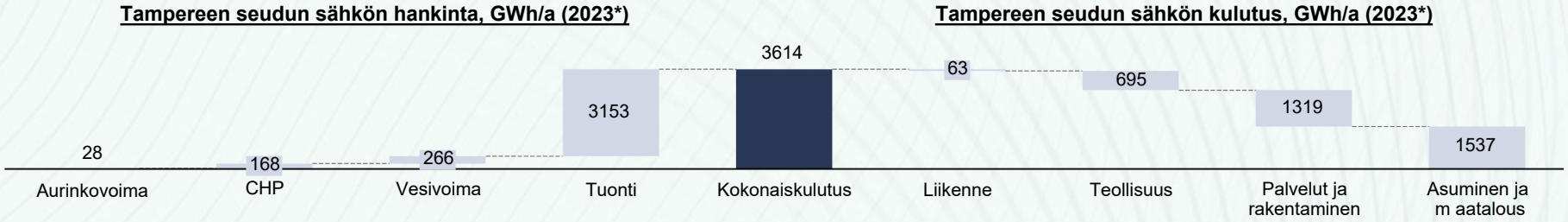
koskevia odotuksia. TällaisiinlausumiinliittyyRejlersinvaikutusvallanulkopuolella oleviatiedossa oleviajatuntemattomiariskejäja epävarmuustekijöitä, joiden takia todelliset tapahtumat, lopputulokset tai kehitys saattavat poiketa olennaisesti näissä lausumissa ilm aisusta.
Tulevaisuutta koskevia lausumia ovat esimerkiksi mahdollisia teknologia-ja markkinariskejä koskevat lausumat sekä näihin liittyviä odotuksia, uskomuksia, arvioita, ennusteita, ennakointeja ja olettamuksia koskevat lausumat. Useilla tekijöillä voi olla vaikutusta teknologian ja systeemitason kehitykseen, kaupallistamiseen ja markkinanäkymiin ja mikä tahansa näistä tekijöistä voisi aiheuttaa olennaisia poikkeamia siihen, mitä tässä raportissa olevissa tulevaisuutta koskevissa lausumissa on esitetty.
Rejlers ei anna minkäänlaisia takuita tässä raportissa esitettyjen tulevaisuutta koskevien lausumien osalta eikä ole miltään osin velvollinen tarkistamaan mitään tulevaisuutta koskevia lausumia mahdollisten uusien tietojen, tulevaisuuden tapahtumien tai muiden tietojen seurauksena.
Rejlers pidättää itsellään kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet). Asiakkaalla on oikeus hyödyntää raportin sisältöä toiminnassaan. Muut osapuolet eivät saa toisintaa mitään osaa tästä raportista missään muodossa tai millään keinoin ilman Rejlersin etukäteen antamaa kirjallista lupaa. Kaikki luvallinen käyttö ja toisintaminen edellyttää kaikkien tässä vastuuvapauslausekkeessa esitettyjen ehtojen ja rajoitusten jatkuvaa täyttymistä.

Seudun tuontipainotteisessasähköenergiajärjestelmässä kulutus keskittyy palveluihin ja rakentamiseen sekä asumiseen ja maatalouteen

Kokonaissähkötase ja kulutus sekä tuotanto

Tampereen seudun sähkötase on voimakkaan tuontipainotteinen. Seudun noin 3 600 GWh:nsähkönkulutuksesta vain noin 13 % (462 GWh) tuotetaan alueella. Merkittävimpinä kulutuksen kohteina on Tampereelle painottunut asumisen, palveluiden ja rakentamisen sähkönkulutus.

Voimakas tuontipainotteisuus tarkoittaa, että sähköverkoilta vaaditaan hyvää siirtokyvykkyyttä kulutuskohteisiin. Alati kasvava kulutus teollisten hankkeiden ja väestön kasvun myötä haastavat verkkoja entisestään ja siirtokyvykkyys on varmistettava oikein toteutetuilla ja ajoitetuilla investoinneilla.



- **Kaukolämpö**on muuttunut sähkön nettotuottajasta sähkön nettokuluttajaksi lisääntyvän sähköisen lämmöntuotannon ja vähentyneen sähköntuotannon vuoksi. Kaukolämpöä tuotetaan seudulla noin 2 600 GWh/a (2023). Tuotanto kuluttaa sähköä arviolta **230 GWh/a** ja tuottaa sähköä **168 GWh/a.** Kaukolämmön tuotanto kuluttaa tulevaisuudessa yhä enemmän sähköä sähkökattiloiden ja lämpöpumppujen käytön lisääntyessä.
- **Teollisuuden sähkönkulutus** seudulla on yhteensä 695 GWh/a (2023). Valtaosa teollisesta sähkönkulutuksesta painottuu Tampereelle ja Nokialle. Nokia on selvästi seudun teollisin kunta perustuen teollisen sähkönkulutuksen osuuteen kokonaissähkönkulutuksesta.
- Asumisen ja maatalouden yhteenlaskettu tilastoitu kulutus oli **1 537 GWh/a** ja palveluiden ja rakentamisen **1319GWh/a.** Arvioidun kasvavan väestökehityksen seurauksena asumisen, rakentamisen ja palveluiden sähkönkulutus tulee kasvamaan tulevaisuudessa.
- Tampereen seudun sähköautokannan kokonaisenergiantarpeeksi arvioidaan noin **63GWh/a** . Arvio perustuu julkisen latausinfran energiankulutuksen arvioon latauspisteiden määrän mukaan, sen ollen noin **8GWh/a** sekä yksityisen latauksen energiankulutukseen, jonka laskennallinen arvio on **55GWh/a.Liikenneeivielänäyttäydy merkittävässäroolissaosanasähköenergiajärjestelmääseudulla,mutta tulevaisuudessasenodotetaankasvattavanrooliaanetenkinlatausasemien huipputehontarpeen osalta.**
- Tampereen seudun kokonaissähköntuotannoksi arvioidaan noin **462GWh/a** perustuen Tampereen energian, energiaviraston sähköverkkojen tuotantotietojen ja arvioitujen pienempien tuotantojen (mm. aurinkovoima, muu vesivoima kuin Tampereen Energian vesivoima, teollisuuteen liittyvä sähköntuotanto) kapasiteettitietojen avulla arvioituihin tuotantom ääriin.

*Päätilastot sähkön tuotantoon ja kulutukseen on selvityksen laadintahetkellä olleet saatavilla vuodelle 2023. Osa yhtiökohtaisista tiedoista on mukailtu vuoden 2024 toteuman mukaan

© Rejlers Finland Oy 4.12.2025

REJLERS

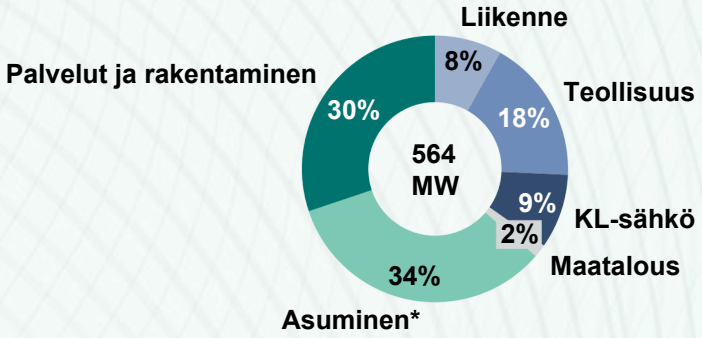
Huipputehontarve mukailee energian kulutuksen jakaumaa –Tehontarve ja energianmurros haastavat verkonhaltijoita kaikilla jännitetasoilla

Sähköverkkojen huipputehontarveja sähköverkon tila

Huipputehon tarve sähköverkossa

Nykyinen sähkönkulutuksen huipputehontarve tarkastelualueella on arvioitu olevan noin **564 MW**, mikä perustuu verkkoyhtiöiden ilmoittamiin huippukulutuksiin ja energiajärjestelmän kulutusjakaumaan. Tampereen Energia Sähköverkot (TES) arvioi Tampereen huipputehontarpeeksi noin 350 MW, jota on käytetty lähtökohtana myös seudullisen tarpeen arvioinnissa kulutusjakaumien kanssa. Huomionarvoista huipputehon arviossa on etenkin ero liikenteen painoarvossa tehontarpeena vs. vuosienergiana. Huipputehontarpeena liikenteen osuus on suurempi kuin energiana.

Arvioitu huipputehontarpeen jakauma seudulla



Energiamurros näkyy kaikilla sähköverkon tasoilla kasvavina kapasiteettitarpeina. Tampereen seudulla toimii useita verkonhaltijoita eri jännitetason sähköverkoilla. Verkkotasojen kannalta tuontipainotteisessa energiajärjestelmässä ylempien verkkotasojen tilanne vaikuttaa aina alempiin verkkotasoihin seuraavassa järjestyksessä:

1. Kantaverkko (400 kV ja 110 kV)
2. Suurjännitteiset jakeluverkot (110 kV)
3. Jakeluverkot (20 kV ja alemmat)

Liittymäkyselyiden määrä on kasvanut merkittävästi kaikilla jännitetasoilla, erityisesti uusien kulutusmuotojen kuten sähkökattiloiden, datakeskusten ja sähkövarastojen osalta. Verkon kapasiteetin rajallisuus korostaa huipputehon ja kulutuksen joustavuuden merkitystä liitettävyyden kannalta, mikähaastaa verkkoyhtiöitä vastaamaan kysyntään sähkömarkkinalain liittämisvelvollisuuden puitteissa, mutta samanaikaisesti taloudellisesti kannattavasti.

Energiaintensiivisen suurteollisuuden ja vetytalouden hankkeet kohdentuvat oletettavasti vähintään suurjännitteiseen jakeluverkkoon kapasiteettitarpeidensa vuoksi (100 MW+), Datakeskukset ja sähköakut kuormittavat kokoluokastaan riippuen kaikkia verkkotasoja, kun taas palveluiden ja asumisen toiminnot sekä sähköisen liikenteen latauskentät kohdistuvat jakeluverkon tasolle.

KL-sähkö = Kaukolämmön tuotantoon käytetty sähkö * Asumisen luvuista vähennetty asumisen kaukolämmön sähkön osuus (koska laskennallisesti kaukolämmön sähkö lukeutuu pääasiassa asumisen sähkön kulutukseen)

© Rejlers Finland Oy 4.12.2025

REJLERS

Kantaverkon sähköasemat toimivat merkittävimpinä pullonkauloina sähkönsiirrolle. Verkossa ei ole juurikaan vapaata sähkön kulutuskapasiteettia

Sähköverkon tila

Uuden sähkön kulutuksen liitettävyys sähköverkkoon

Nykytilanteessa Nokian Melon, Kangasalan ja Lavianvuorensähköasemien vapaa kulutuksen kapasiteetti rajoittaa kulutuksen liityntämahdollisuuksia seudulla, vaikka jakeluverkon kapasiteetit kulutukselle nimellisesti voisivatkin tarjota lisäliityntäkapasiteetteja asemakohtaisesti.

Kantaverkon tasolla Melon asemalla Nokian suunnalla ja Lavianvuorensähköasemalla ei ole käytännässävapaata kapasiteettia jaeltavaksi alemmille verkkotasoille seudulla. Kangasalan kantaverkon sähköasemalla tilanne on parempi kulutuskapasiteetin osalta, siellä ollen vielä vapaata kapasiteettia esim. yhden suuren kokoluokan teollisuushankkeelle liityttäväksi verkkoon.

Jakeluverkkotasolla 110 kV sähköasemien kapasiteettien perusteella seudulla olisi vielä vapaata liityntäkapasiteettia melko kauttaaltaan, yhteensä luokkaa 200-500 MW, mutta asemille ei voi liittää uutta kulutusta ennen kuin kantaverkon kautta saadaan lisää kapasiteettia seudulle.

Nokialle 2028-2029 valmistuva uusi Fingridinvoimalinja sähköasemineen tulee tarjoamaan merkittävän määrän uutta kulutuksen liityntäkapasiteettia seudulle. Lisäksi Lahdesjärvi-Melo 110 kV ja Kangasala-Lavianvuori (400 kV + 110 kV) voimajohtojen uusinnat vuonna 2033 parantavat osaltaan verkonsiirtokapasiteettia ja mahdollistavat osaltaan uuden kulutuksen liityntää seudulle.

Seudun neljälle tunnistetulle teollisuuden tulevaisuuden kulutusalueelle (Laajennettu Kolmenkulma, Laajennettu Tarastenalue, Saarenmaa ja Eteläinen alue) odotetaan kullekin merkittävää sähkönkulutusta tulevaisuudessa. Kolmenkulman ja Tarastenosalta kulutukselle on jo kaavailtuja satojen megawattien hankkeita (Freijan e-metaanihanke Kolmenkulmelleja Ren-Gasine-metaanihanke Tarastelle). **Tulevaisuudessa on varmistettava kaikkien verkkotasojen investointien ja kehityksen osalta, että hankkeilla on edellytykset toteutua seudulla.**

Uudensähköntuotantokapasiteetin liitettävyys sähköverkkoon

Tampereen kaupunkiseutu on varsinkin jatkossa eteläisen Suomen muiden kaupunkien tapaan sähkön osalta kulutuspainotteinen alue, jolloin **tuotannon liittämiskapasiteettikantaverkkoon onparempi kuinkulutuksen.SähköntuotantoeteläiseenSuomeenonjopatoivottavaa,jottapainekantaverkkoinvestoinneille vähenisi.** Samoin yleisestikin kulutuksen ja tuotannon sijoittuminen lähelle toisiaan parantaisi verkkojen tasapainoa ja siirtomahdollisuuksia.

Myös muiden verkonhaltijoiden suurjänniteverkossa ja sähköasemilla on pääsääntöisesti vapaata kapasiteettia kohtuullisen suuritehoisen sähköntuotannon liittämiselle. Tapauskohtaisia haasteita tuotannon liittämiselle saattaa ilmetä mm. voimajohtojen pitkien pituuksien takia. Kuten kulutuksenosalta, myös tuotannon osalta hankkeet ovat nykyisin suuria suhteessa verkon kapasiteettiin. Yksittäinen toteutuva hyvin suuritehoinen sähköntuotantohanke (luokkaa 100 MW+)voi varata koko voimajohdon vapaan k apasiteetin.

© Rejlers Finland Oy 4.12.2025

Teollisuuden ja liikenteen merkittävä sähkönkulutuksen kasvu mahdollistetaan oikein toteutetulla maankäytön suunnittelulla

Teollisuuden vihreä siirtymä, joustot ja hukkalämmöt	**Tampereen seudun teollisuus** sähköistyy voimakkaasti vihreän siirtymän myötä, mikä kasvattaa sähkönkulutusta jopa gigawattiluokkaan ja lisää painetta verkon kapasiteetille. Fossiilisista polttoaineista luopuminen edellyttää prosessimuutoksia ja siirtymistä biokaasuun, ja synteettisiinpolttoaineisiin. Uudet hankkeet ja investoinnit vaikuttavat merkittävästi alueen energiatarpeisiin. **Joustojen**hyödyntäminen on keskeistä sähköjärjestelmän kehityksessä, erityisesti teollisuusprosessien ohjauksessa ja lämmityksessä. Tariffirakenteilla ja kulutuksen ohjauksella voidaan optimoida verkon käyttöä ja vähentää huipputehon tarvetta. Kantaverkon joustot ja sähkövarastot tukevat kapasiteetin hallintaa ja kustannustehokkuutta. **Hukkalämmön hyödyntämisen** odotetaan kasvavan merkittävästi, ja sen osuus kaukolämmön tuotannossa voi nousta jopa 40 %:iin, mutta lisäkapasiteetti edellyttää uusia investointeja myös sähköverkkoon. Sähköjärjestelmän kapasiteetti ja joustot ovat kriittisiä vihreän siirtymän ja hukkalämmön integroinnin onnistumiselle, sillä viivästyneet sähköverkkoinvestoinnit voivat viivästyttää kehitystä jopa 5–10 vuotta.
Liikenteen tulevaisuuden näkymät	Liikenne sähköistyy kasvavaa vauhtia. Täyssähköautojen (BEV) määrän arvioidaan kasvavan voimakkaasti kaikissa ajoneuvoluokissa tulevaisuudessa. Henkilöautojen kanta yli kymmenkertaistuu (+922 %) ja kuorma-autojen yli nelinkertaistuu arvioissa vuoteen 2040 mennessä. Tämä muutos lisää latausinfrastruktuurin ja verkon joustojen tarvetta, koska huipputehontarve paikallisesti kasvaa merkittävästi, vaikka kokonaisenergiankulutus kasvaa suhteellisen maltillisesti. Hetkellinen tehontarve ja latauspiikit voivat aiheuttaa merkittäviä investointitarpeita sähköverkkoon, erityisesti jakeluverkossa ja huipputehon hallinnassa. Tarvitaan älykkäitä ohjausratkaisuja, joustoja ja latauksen optimointia, jotta kustannukset ja verkon kuormitus pysyvät hallinnassa.

© Rejlers Finland Oy 4.12.2025

REJLERS

Sähköverkonriittävät ja oikea-aikaiset kehitystoimet mahdollistavat megaluokan teollisuusinvestoinnit seudulle

Tulevaisuuden maankäytön ja kaavoituksen tarpeet	**Sähköverkon muutokset ja investoinnit:** Tarvitaan vahvistuksia kantaverkkoon ja jakeluverkkoon, jotta uudet energiainvestoinnit voidaan toteuttaa. Kaavoituksellisesti voimalinjahankkeet ovat merkittäviä. **Sähköautojen latausinfrastruktuuri:** Laajat latausverkostot ovat välttämättömiä liikenteen sähköistymisen vuoksi. Latausinfrastruktuurille on varattava tilaa esim. työpaikkojen läheisyydessä. **Sähkövarastot:** Keskeisiä huipputehon hallinnassa ja toimitusvarmuuden parantamisessa, vaativat kaavoituksessa melko pieniä tilavarauksia. **Datakeskukset:** Merkittävä energiankuluttaja, edellyttää kaavoituksessa huomiointia ja infrastruktuuriratkaisuja. **Vetyhankkeet:** Vaativat hyvät logistiset yhteydet ja varastointitilat, kaavoituksessa huomioitava jakelu ja varastointi. **Suuret teollisuushankkeet:** Lisäävät energiatarvetta ja vaativat kaavoituksessa tilaa sekä liikenneyhteyksiä. **Uusiutuvan energian tuotanto:** Edellyttää laajoja aluevarauksia ja verkon vahvistamista. Seudun tuulivoimapotentiaali on kaavoituksellisesti vähäinen.
Johtopäätökset	Tampereen seudun sähköenergiajärjestelmä on murroksessa, jossa kasvava sähkönkulutus, uudet teolliset investoinnit ja liikenteensähköistyminen lisäävät painetta sähköverkon kapasiteetille. Sähköverkon nykyinen tuontipainotteisuus ja rajallinen liityntäkapasiteetti erityisesti kantaverkossa muodostavat merkittävän haasteen uusien kulutuskohteiden ja investointien toteutumiselle. Verkon kehittäminen ja oikea-aikaiset investoinnit ovat kriittisiä, jotta voidaan mahdollistaa teollisuuden vihreä siirtymä, hukkalämpöjen hyödyntäminen sekä liikenteen sähköistyminen. Joustojen, sähkövarastojen ja älykkään ohjauksen rooli korostuu erityisesti huipputehon hallinnassa ja toimitusvarmuuden parantamisessa. Sähköverkon suunnittelussa ja kaavoituksessa tulee huomioida sekä nykyiset että tulevat kapasiteettitarpeet, jotta verkko ei muodostu kasvun pullonkaulaksi. Alueellinen yhteistyö kuntien, verkkoyhtiöiden ja investoreiden välillä on välttämätöntä, jotta kehitystä voidaan ennakoida ja mahdollistaa. Kokonaisuutena sähköverkon kapasiteetin riittävyys ja investointien oikea-aikaisuus sekä fiksusti suunniteltu ja toteutettu maankäyttö ja elinkeinopoliittiset valinnat ratkaisevat, kuinka hyvin Tampereen seutu pystyy vastaamaan energiamurroksen tuomiin mahdollisuuksiin ja haasteisiin sekä houkuttelemaan uusia energiaintensiivisiä hankkeita alueelle.

© Rejlers Finland Oy 4.12.2025

REJLERS