

Selvitys Keski-Suomen energiamurroksesta ja sen vaatimista maankäytön ohjauksen ja kaavoituksen tarpeista

Luonto- ja ilmastotiedolla johtamisen seminaari

20.9.2024

Jaakko Tamminen / Rejlers Finland Oy



Selvitys täydentää Keski-Suomen energiaratkaisujen kokonaiskuvaa ja tukee maankäytön suunnittelua

Energiamurros etenee vauhdilla myös Keski-Suomessa. Keski-Suomen liitto päivitti energiateeman tilannekuvaa selvityksellä, joka valmistui toukokuussa 2024.

Laaja selvitys sisältää katsaukset vuoden 2022 maakunnallisesta energiataseesta, energiaratkaisujen tunnistetusta hankepotentiaalista, aurinkovoiman kehityksestä Keski-Suomessa, hankkeiden maankäytön näkökulmista, sekä energian varastointiratkaisujen mahdollisuuksista.

Luonto- ja ilmastotiedon johtamisen seminaarissa 20.9.2024 painotettavat osat selvityksestä:

- **Energian kulutus ja tuotanto Keski-Suomessa v. 2022**
- **Aurinkovoiman kehitysmahdollisuudet Keski-Suomessa**
- **Yhteenveto ja suositukset**

Koko selvityksen pääset lukemaan Keski-Suomen liiton sivuilla:

<https://keskisuomi.fi/2024/06/20/energiaselvitys-2/>



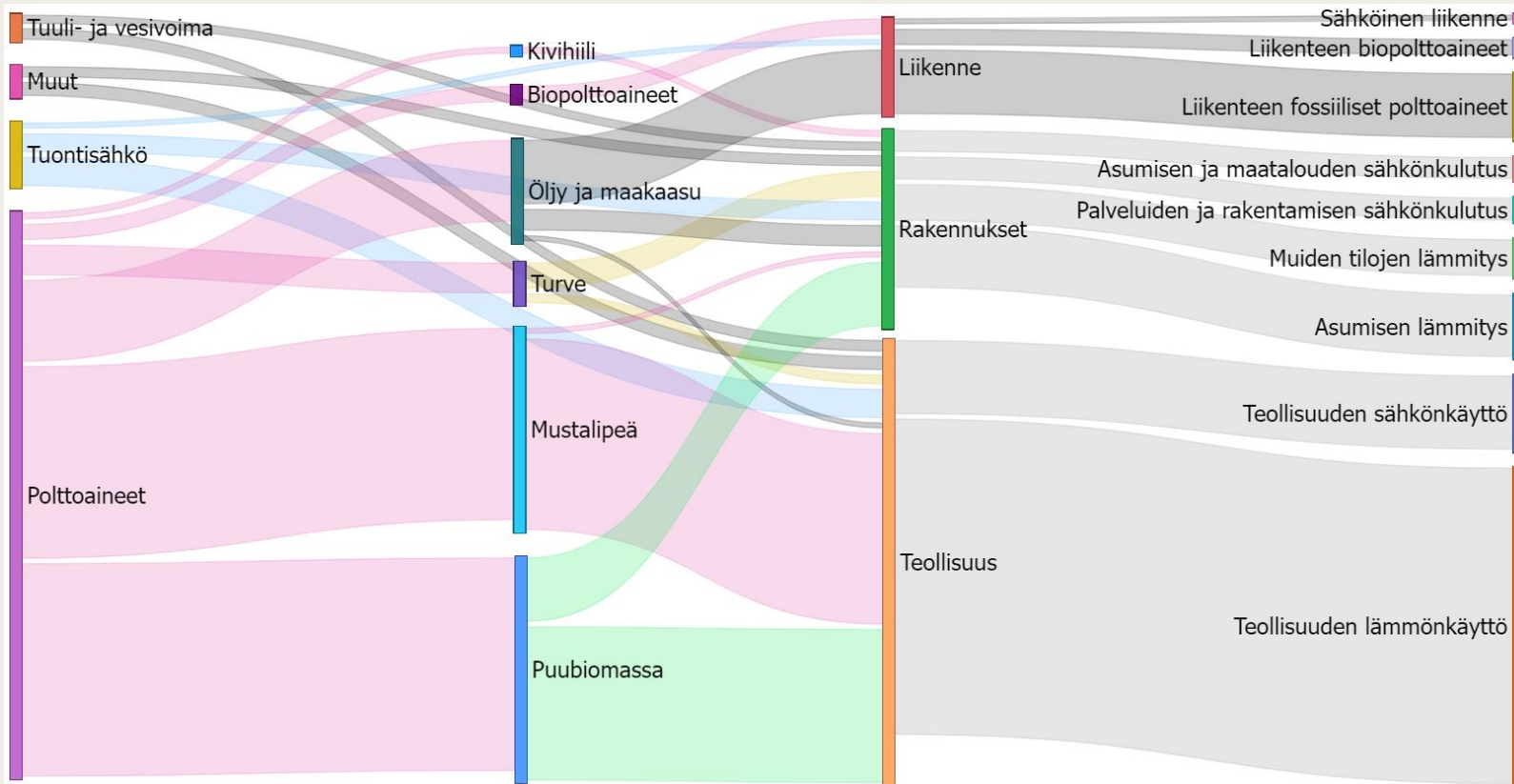


Energian kulutus ja tuotanto Keski-Suomessa v. 2022



Energiatase 2022: Teollisuuden vähentynyt sähkönkulutus korostaa biomassan ja mustalipeän roolia energiankäytössä

Keski-Suomen energiankäytön jakauman muutos vuosina 2019-2022 on maltillinen



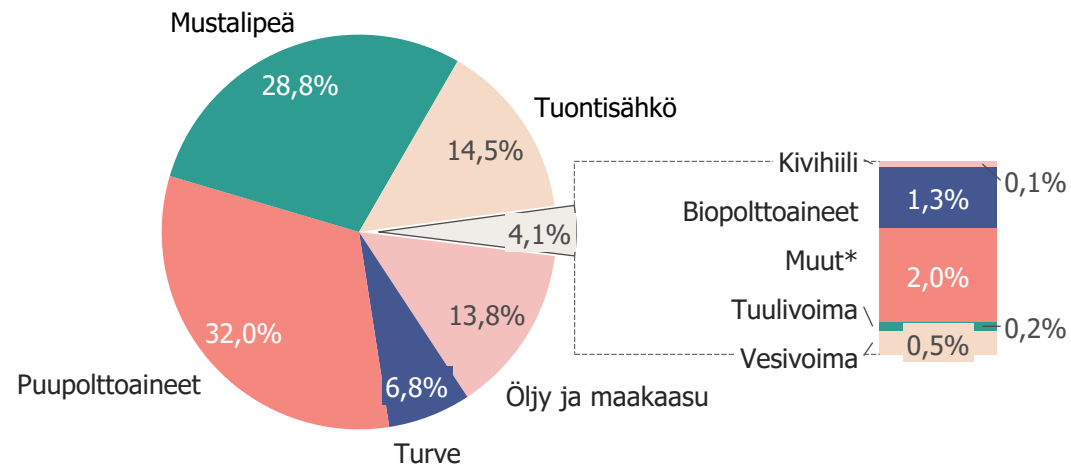
Energiatase 2022

- Energian tuotannon ja kulutuksen jakautumiset eri tuotantomuodoille ja kulutuspaikoille muuttuivat vain hieman vuodesta 2019 vuoteen 2022
- Vuonna 2022 biojakeiden osuus tunnistetuista polttoaineista oli 80%
- Selkein ero on teollisuuden sähkönkäytön pieneneminen, jolloin myös maakunnan ulkopuolelta tuotavan sähkön tarve on vähentynyt
- Turpeen käyttö väheni vertailuajanjaksolla 2019-2022, joskin sen tunnistettu käyttö teollisuudessa oli jo v. 2019 vähäisempää kuin käyttö kaukolämpölaitosten polttoaineena

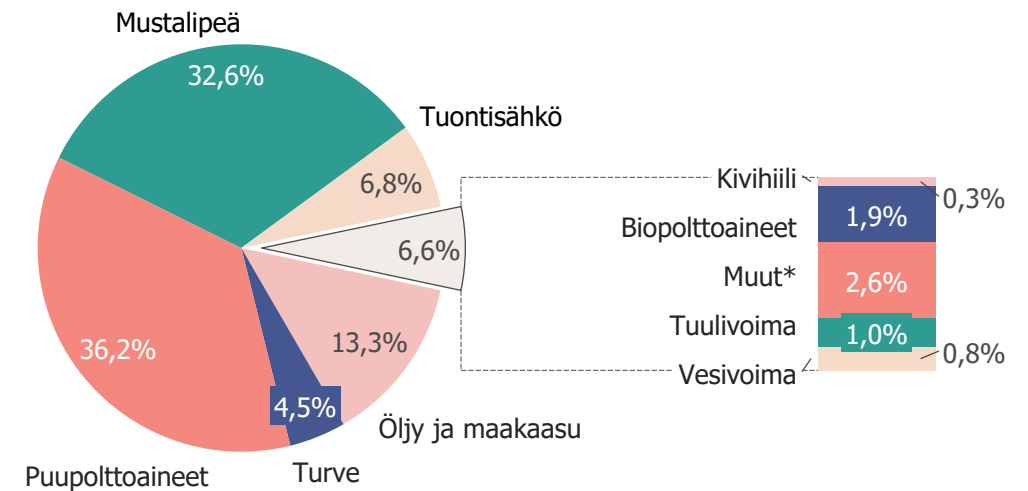


Energianlähteissä merkittävin muutos vuodesta 2019 vuoteen 2022 on vähentynyt tuontisähkön tarve

Keski-Suomen energialähteiden jakauma 2019



Keski-Suomen energialähteiden jakauma 2022

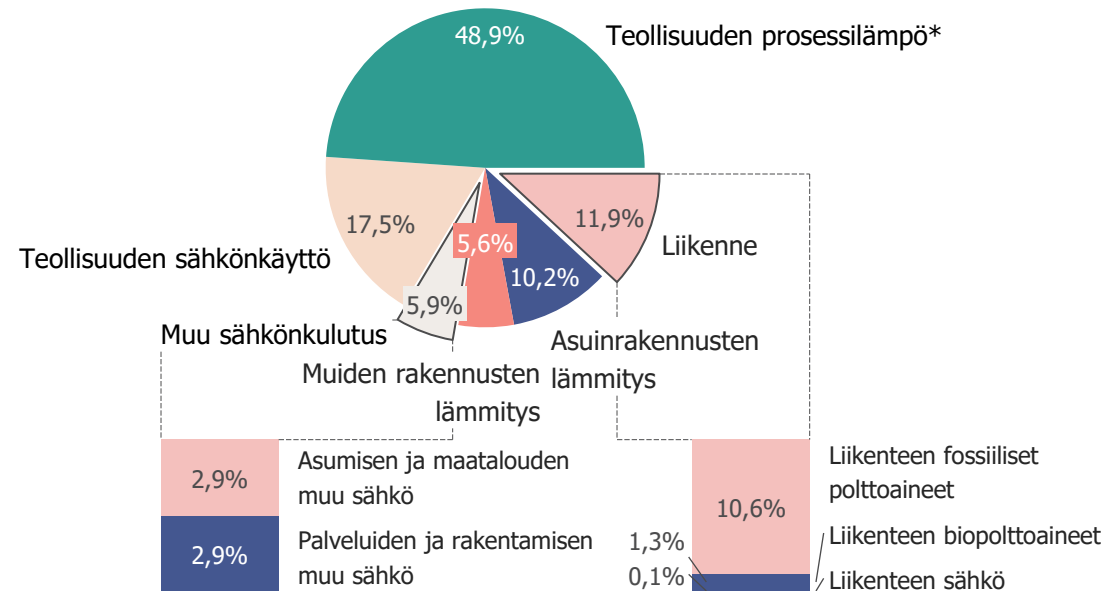


*) Muut energianlähteet käsittää tässä Äänekosken metanolin ja pikiöljyn käytön, lämpöpumppujen käytön sekä rakennusten tuntemattoman lämmitysmuodon osuuden

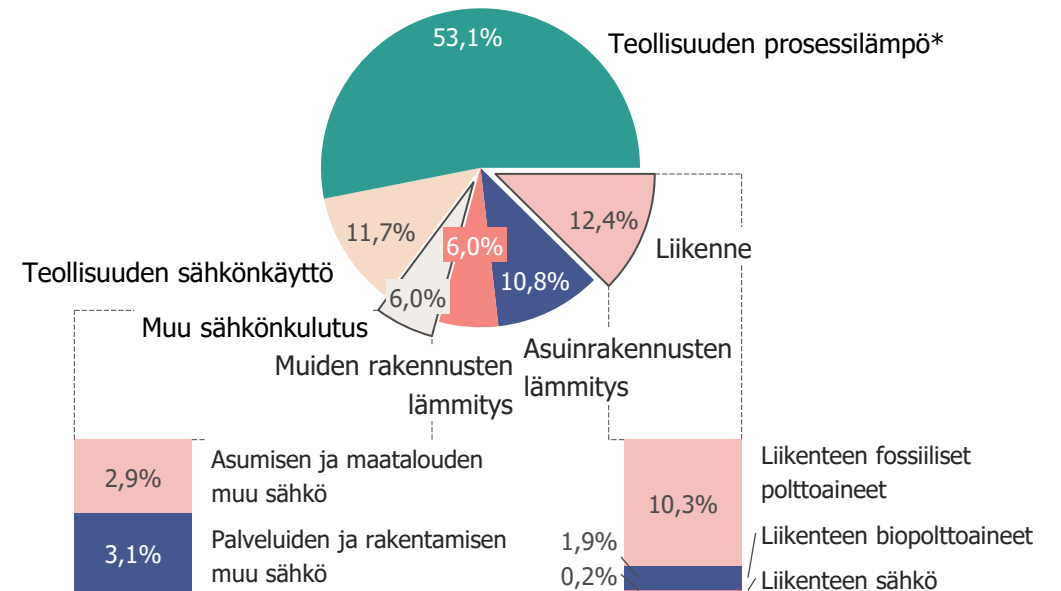


Energian kulutuksessa suurin muutos on teollisuuden sähkönkulutuksen väheneminen

Keski-Suomen energiankulutus eri sektoreilla 2019



Keski-Suomen energiankulutus eri sektoreilla 2022



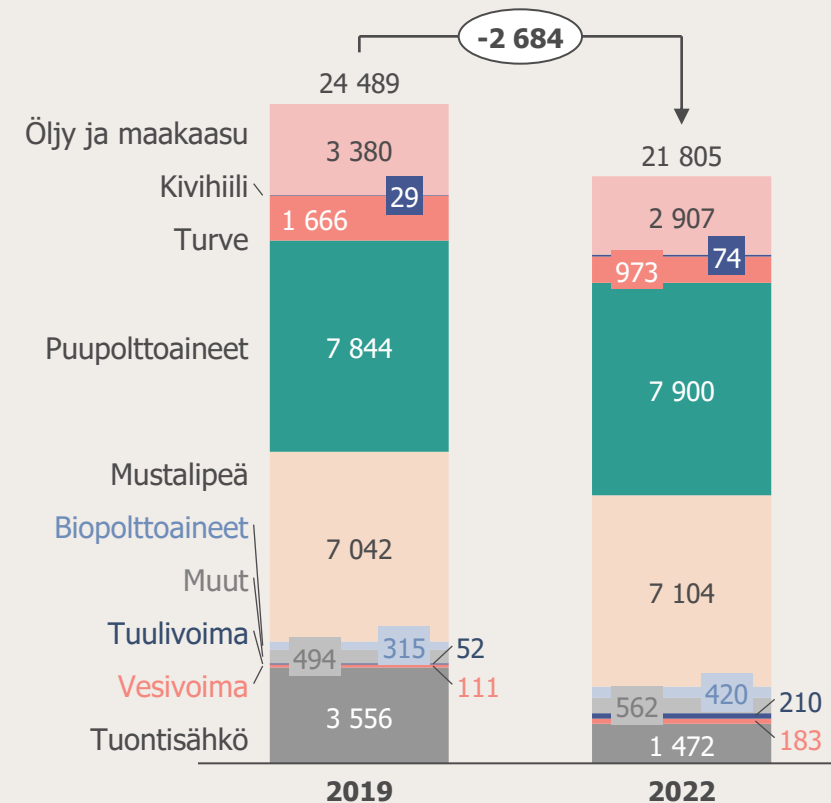
*) Teollisuuden prosessilämpö pitää sisällään tehtaiden prosessihöyryn lisäksi esimerkiksi Äänekosken biotuotetehtaan meesauunin tarvitseman kaasutetun puunkuoren energiasisällön



Keski-Suomen metsäteollisuus hallitsee energianlähteiden käytön kokonaiskuvaa

- Energian kokonaiskäyttö väheni lähes 11 % vuosien 2019 ja 2022 välillä
- Venäjän hyökkäyssodan Ukrainaan aiheuttamista markkinamuutoksista huolimatta esimerkiksi turpeen käyttö väheni selkeästi 2019-2022, ja kivihiilenkin rooli tukipolttoaineena pysyi pienenä v. 2022 poikkeusoloissa
- **Puupolttoaineet ovat merkittävin yksittäinen energianlähde**, ja niiden rooli korostuu entisestään, kun huomioidaan mustalipeänkin olevan peräisin puubiomassasta. Kaukolämmön tuotannossa puupolttoaineiden rooli korostui vertailujaksolla 2019-2022 turpeen käytön vähentyessä.
- Tuulisähkön tuotanto nelinkertaistui vertailujaksolla 2019-2022 ja vesivoimaloidenkin tuotanto kasvoi 65 %, mutta ne muodostivat 2022 yhteenlaskettunakin vain 1,8 % maakunnassa käytetyistä energianlähteistä.

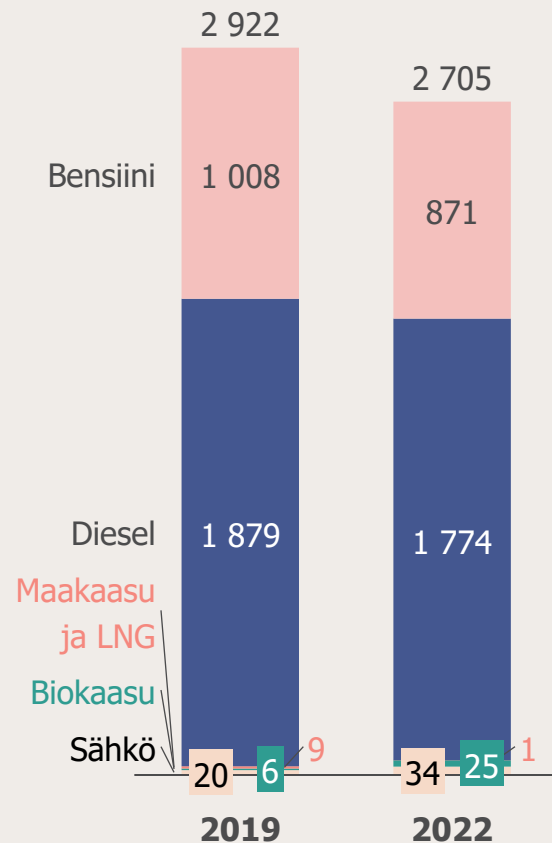
Energianlähteiden käyttö (GWh)



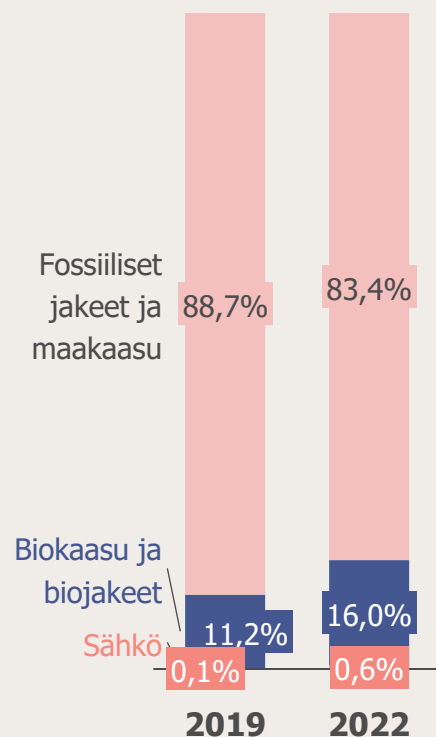


Liikenteen hiilineutraalius edellyttäisi merkittävää fossiilisen energian korvaamista

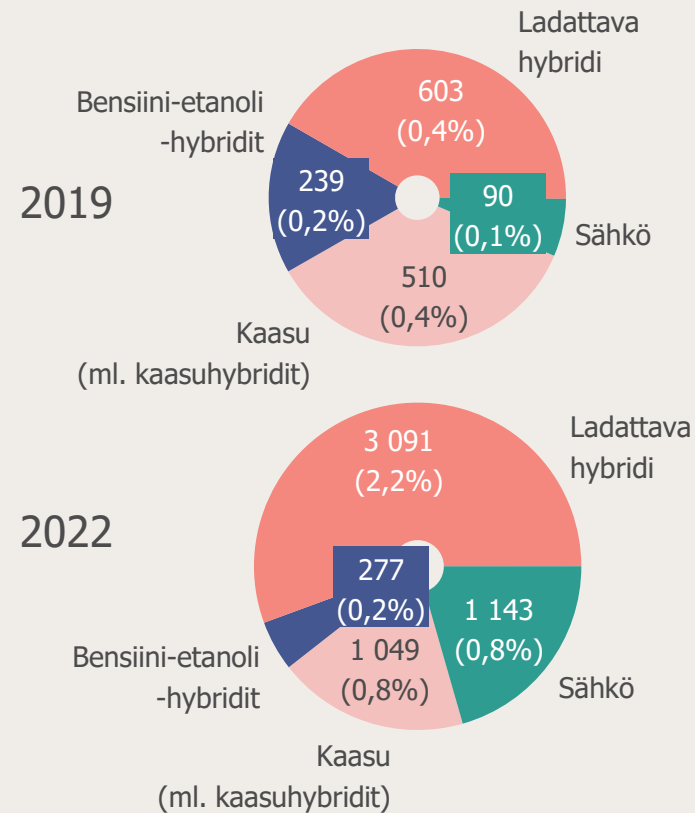
Liikenteen energiankulutus (GWh)



Tieliikenteen polttoaineiden jakauma



Keski-Suomeen rekisteröityjen henkilöautojen vaihtoehtoiset käyttövoimat (kpl, suluissa osuus kaikista Keski-Suomeen rekisteröidyistä henkilöautoista)

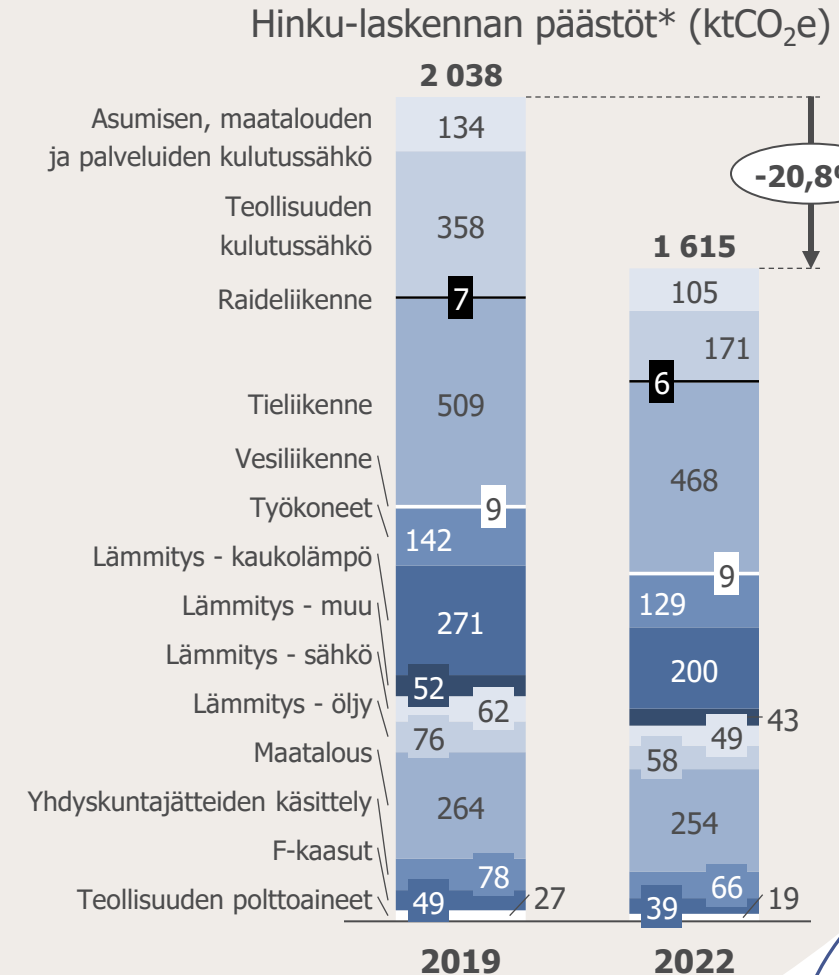




Keski-Suomen päästöt vähenivät kaikilla sektoreilla 2019-2022 – suurin muutos johtui teollisuuden sähkönkulutuksen vähenemisestä

- Keski-Suomen päästöt (CO₂-ekvivalenttina tarkastellen) putosivat n. 21 % aikavälillä 2019-2022
- Suurimmat muutokset päästölähteissä ovat teollisuuden sähkönkulutuksen pudotus sekä kaukolämmön fossiilisen energian vähentyminen
- Suurimmista päästösektoreista pudotus päästöissä oli vähäinen esimerkiksi maataloudessa, jonka päästöt vähenivät vain joitain prosentteja
- Oletuslaskentamallissa ei myöskään huomioida päästökaupan alaisten teollisuuslaitosten polttoaineiden käyttöä, teollisuuden jätteenkäsittelyn päästöjä eikä raskaan liikenteen läpiajoliikennettä

*) Laskelman on tehnyt Rejlers hyödyntäen Hinku-laskentamallia. Tavanomaisessa Hinku-laskennan mukaisessa päästökoosteessa ei huomioida teollisuuden kulutussähköä. Mikäli se jätetään pois tarkastelusta, on päästövähennä 2019-2022 n. 14 %.





Rakennusten lämmitysmuodoissa tarvitaan merkittäviä muutoksia hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi

- **Fossiilista energiaa käytetään Keski-Suomessa etenkin lämmityksessä ja liikenteessä.** Teollisuudessa ja sähkön tuotannossa fossiilisten energianlähteiden merkitys on vähäisempi, joskin turve on osana joidenkin yhdistetyn sähkön ja lämmöntuotannon laitosten sähköntuotantoa.
- Kaikki pieniä lämpölaitoksia operoivat **toimijat eivät välttämättä näe perusteita kokonaan turpeesta luopumiseen** tällä hetkellä, vaikka turpeen käytön suunta onkin laskeva. Turpeesta luopumisen ongelmallisuuden taustalla voi olla esimerkiksi:
 - Puuenergian hintataso (etenkin kotimaisen puun kysynnän nousua Venäjän hyökkäyksen Ukrainaan alettua helmikuussa 2022)
 - Pienempien lämpöyhtiöiden mahdollisuudet investoida polttoon perustumattomiin ratkaisuihin rahoituksen haasteiden vuoksi
 - Huoltovarmuusnäkökulmien korostuminen
- **Asuinrakennusten lämmityksessä ja kaukolämmön tuotannossa öljyn kulutus vähentyi v. 2022 selvästi verrattuna vuoteen 2019**, mutta öljylämmityksen osuus Keski-Suomessa kulutetusta fossiilisesta energiasta oli yhä merkittävä vuonna 2022. Valtaosa lämmityksen öljystä kulutettiin kiinteistöjen omissa lämmitysjärjestelmissä, kaukolämmön öljynkäytön ollessa alle 40 GWh (vrt. lämmityksen öljyn käyttö kokonaisuudessaan > 600 GWh).

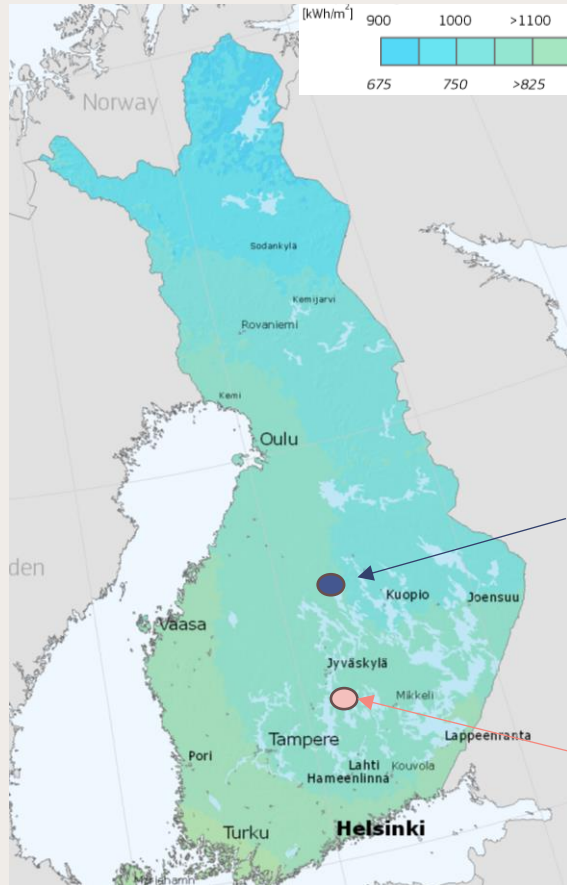




Aurinkovoiman kehitysmahdollisuudet Keski- Suomessa



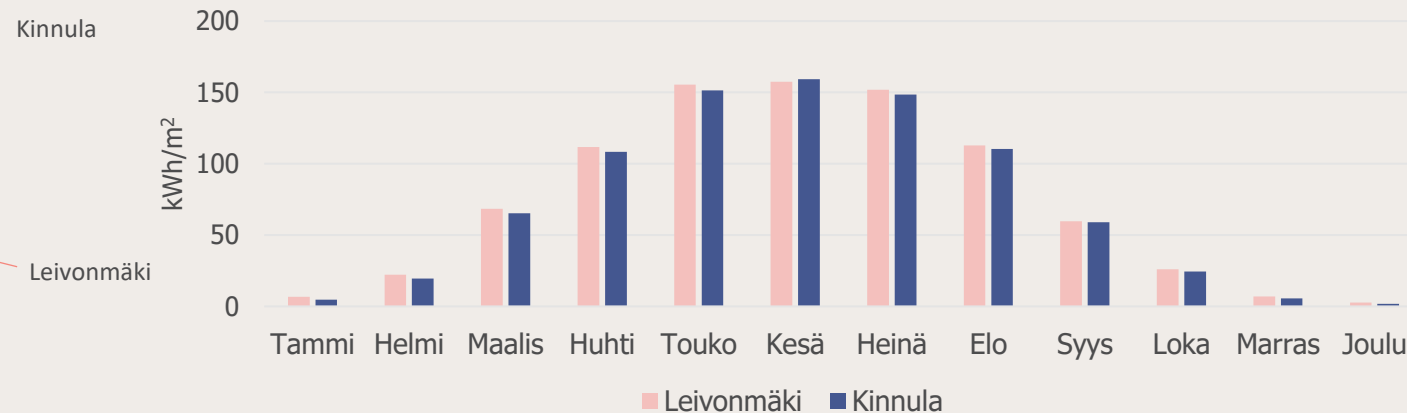
Auringon säteily määrä vaihtelee vuodenajan mukaan runsaasti, mutta alueelliset erot ovat Keski-Suomessa vähäiset



Koko Suomen alueelta on laskettu aurinkosähköpotentiaali optimaalisesti kallistetulta pinnalta (kuva oikealla PV-GIS/Euroopan yhteisöt). Potentiaali laskee hieman pohjoiseen. Paikkatietoaineiston yleispiirteisyyden takia säteilyn vaihtelua ei huomioitu paikkatietoanalyysissä vaan käytettiin yleisiä kertoimia, jotka ottivat riittävästi huomioon eri olosuhteet tuotantopotentiaalın kokonaisluvuissa.

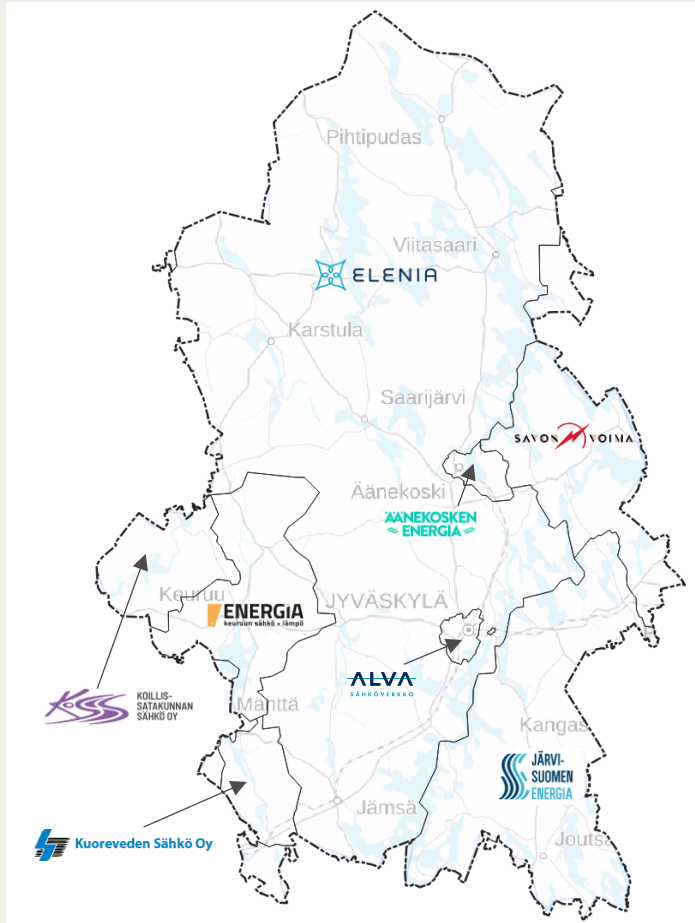
Kinnulasta maakunnan pohjoisosassa ja Leivonmäeltä maakunnan eteläosassa tehtiin auringon säteilyvoimakkuuden esimerkkitarkastelut PVGIS-tietokannan avulla. Kuvaajasta voi havaita säteilyn (ja tuotannon) painottumisen maaliskuun ja syyskuun väliselle ajalle, sen ollen pienimmillään tammi-joulukuussa. Maakunnan sisäiset erot säteilyintensiteetissä ovat selvästi pienemmät valtakunnallisen lounais-koillinen -linjan säteilyintensiteetin eroihin verrattuna.

Kuukausittainen globaalisäteily (vaakasuoralle pinnalle tuleva auringon suora- ja hajasäteily)





Aurinkovoiman pientuotannon kehitys on ollut nopeaa kaikkien Keski-Suomessa toimivien jakeluverkkoyhtiöiden alueilla



+50 %

Keskimääräinen vuosikasvu vuosina 2018-2022

Viimeisen viiden vuoden aikana alueen verkkoyhtiöissä pientuotantolaitteistojen määrä on lisääntynyt keskimäärin 150 % vuosittain

2 %

Osuus alueen käyttöpaikoista, joihin on asennettu pientuotantoa.

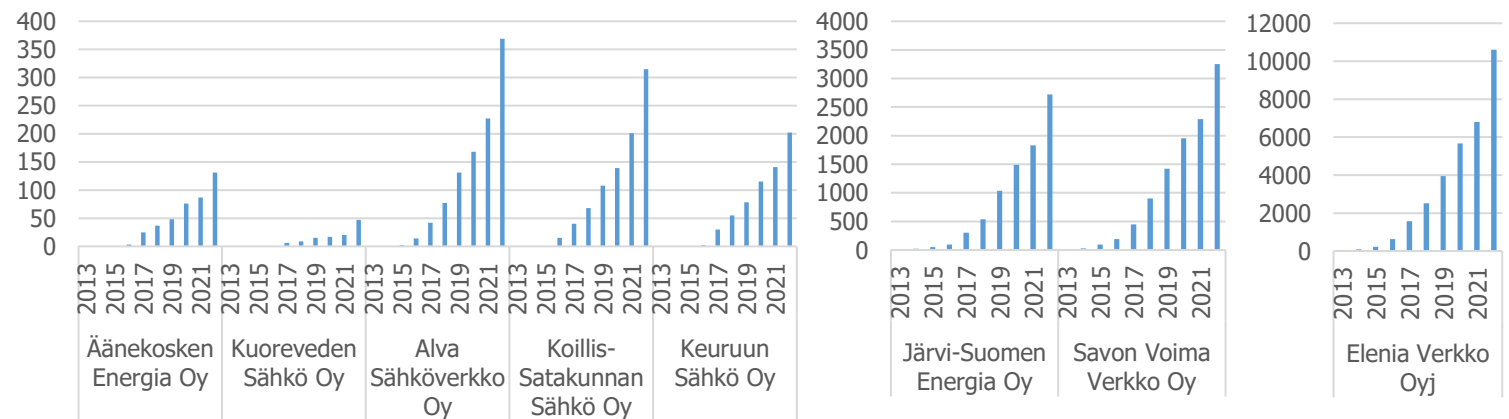
Keskimäärin kahteen prosenttiin alueen sähköverkkoyhtiöiden pienjännitteisistä käyttöpaikoista on asennettu pientuotantoa.

~4 000 kpl

Arvio pientuotantolaitteistojen määrästä vuonna 2023

Pelkästään Elenian vastuualueella Keski-Suomessa oli yli 3200 kpl verkkoon kytkettyjä aurinkosähkön pientuotantolaitteistoja

Pienjännitteisen verkon tuotannon verkkopalvelusopimuksien määrän kehitys alueen verkkoyhtiöissä

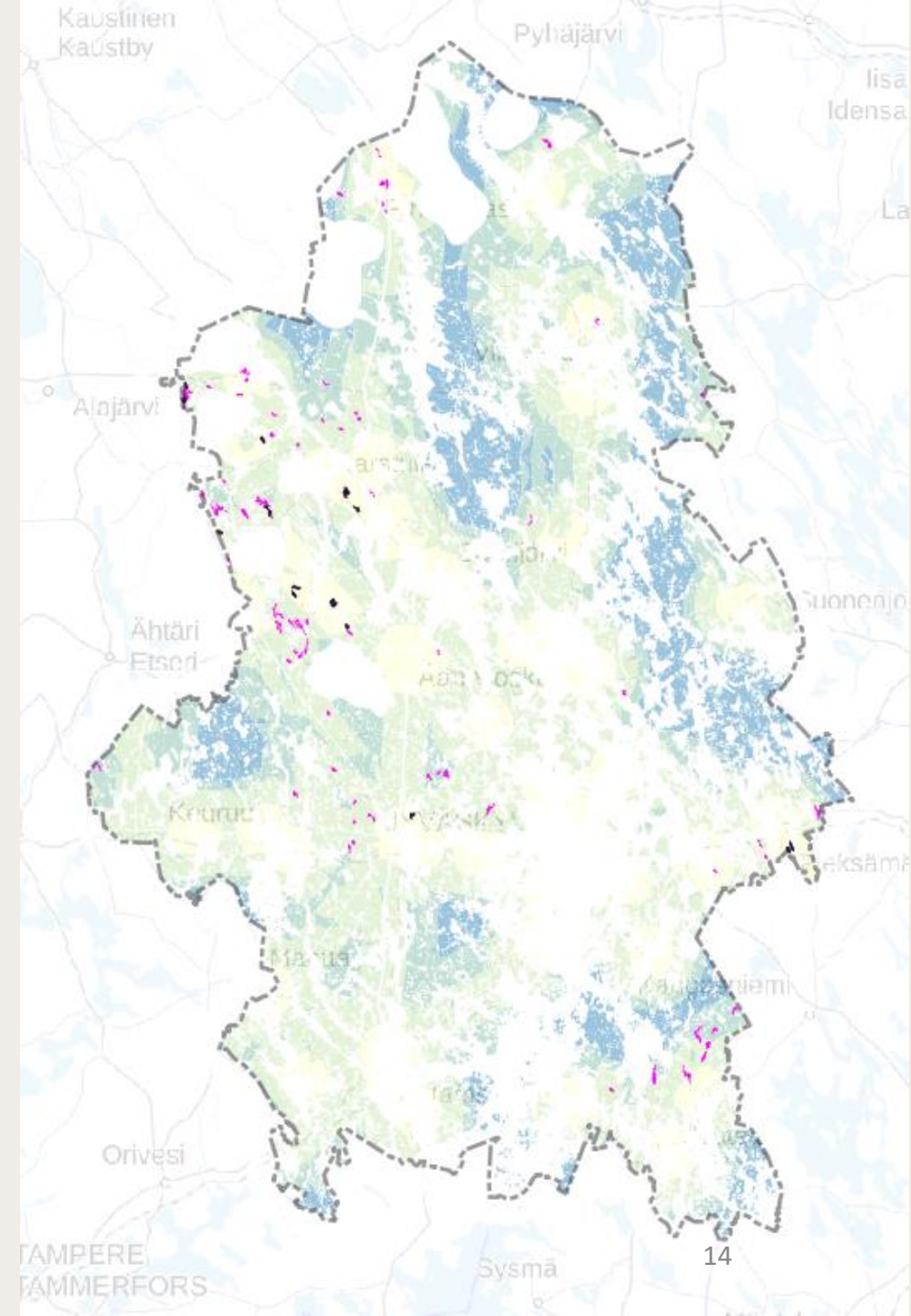


Potentiaaliset kohteet suurten aurinkopuistojen sijoittumiselle arvioitiin poissuljettavat kohteet ja infrastruktuurihuomioiden

Paikkatietoanalyysien perusteella potentiaalisimmat sijainnit suurille aurinkotuotantoalueille sijoittuvat maakunnan luoteiselle laidalle Karstulan suunnalle. Lisäksi muita alueita on mm. Jyväskylän ja Keuruun välillä, Pihtiputaalla, sekä Joutsan pohjoispuolella. Julkistettuja aurinkovoimahankkeita sijoittuu myös mm. Jämsään ja Jämsänkoskelle.

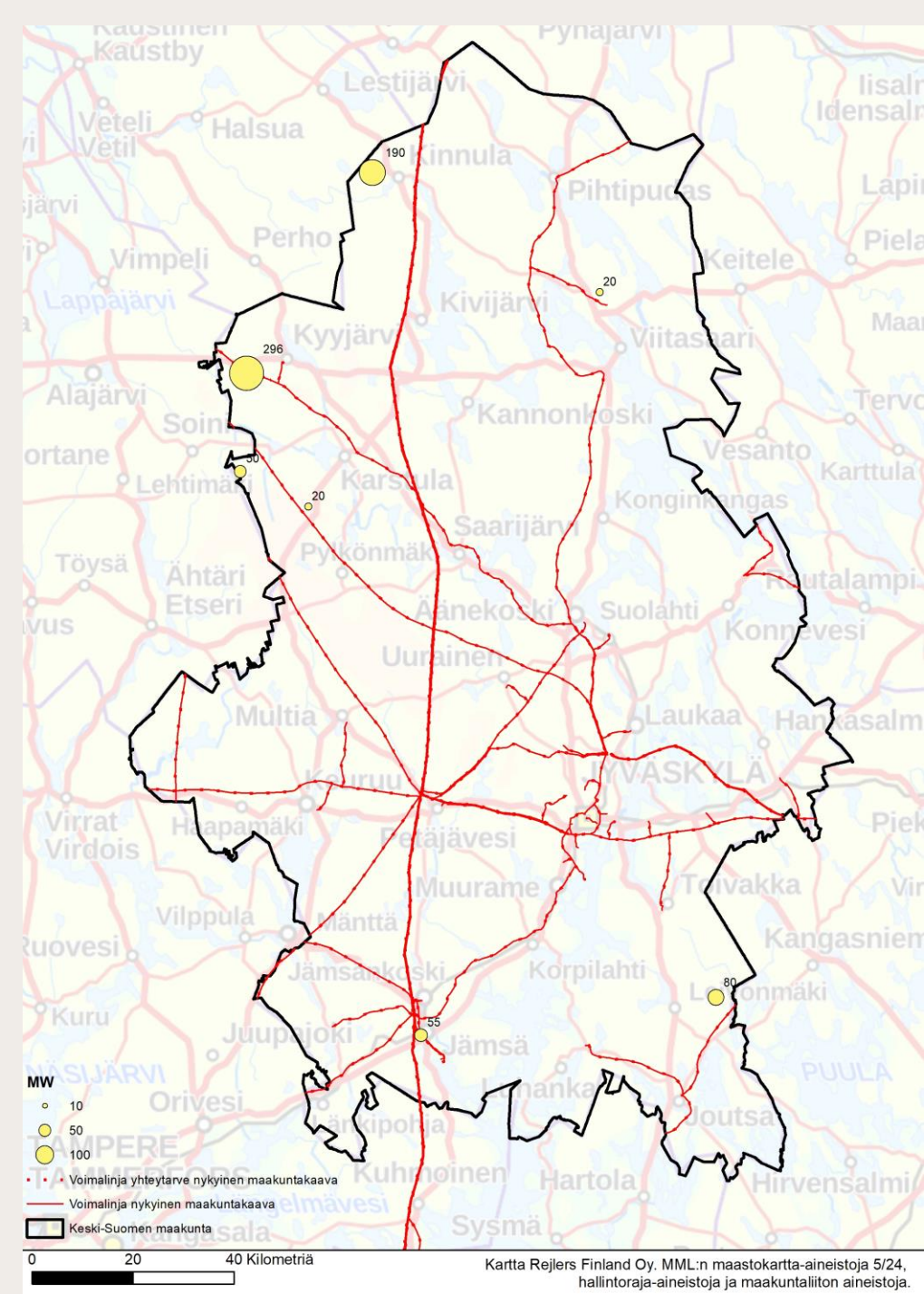
Viereiselle kartalle on teknistaloudellisen pisteytyksen päälle on korostettuna yli 40 ha:n suuruiset aurinkotuotantoalueet, jotka ovat saaneet analyysissa joko $\geq 9/15$ pistettä tai $\geq 12/15$ pistettä. Pisteytyksessä korostettiin turvetuotantoalueita, käytöstä poistunutta maatalousmaata ja sähköverkko- sekä logistiikka-infrastruktuuria. Alueet ovat suodatettu myös poissulkevien kriteerien mukaan.

- ▶ 9 pisteen alueet kattavat n. 6952 ha – potentiaali n. 3500 – 6500 GWh/a
- ▶ 12 pisteen alueet kattavat n. 873 ha – potentiaali n. 400 – 800 GWh/a



Aurinkopuistohankkeissa on kehitteillä merkittävästi uutta tuotantokapasiteettia

- Aurinkovoimahankkeita käytiin läpi Motivan verkkopalvelun avulla, kunnilta tiedustelemalla ja lisätietoa tarkastettiin yritysten omilta sivuilta sekä havainnollistettiin oheisella teemakartalla tehon mukaan.
- Arviolta hieman alle 600 MW hankkeista oli alkuvuonna 2024 YVA- ja kaavavaiheessa, 135 MW oli varhaisessa luvitusvaiheessa eli kaavan käynnistys/luvituksen aloitusvaiheessa. **Hankkeiden ilmoitettu paneeliteho oli yhteensä 711 MW.** Pientuotannon arvioitu vastaava paneeliteho vuonna 2030 on n. 210 MW.
- Lisäksi tunnistettiin kahden maakunnan alueelle sijoittuva tuulivoiman, aurinkovoiman ja sähkövaraston hybridihanke, joka ei sisälly edellä mainittuihin lukuihin. Luvut sisältävät vain aurinkovoimaosuuden hybridihankkeissa. Luvut sisältävät julkisen vaiheen hankkeet.
- Läpikäyty hankkeet olivat Könkkölä, Kaijansuo, Kauniskangas, Vehkaneva, Pihlassuo, Karhukorpi ja Vihuri.





Elosen leipomo vähensi hiilidioksidipäästöjään yli 100 tonnia vuodessa teollisen kokoluokan aurinkovoimalalla

- Solarigo Systemsin toteuttama aurinkovoimala rakennettiin Elosen leipomorakennuksen ja valtatie 9:n väliin Jämsässä
- Voimala rakennettiin v. 2021 ja sen paneeliteho on n. 1 MW_p
- Elosen aurinkovoimala koostuu lähes 2300 paneelista, jotka on sijoitettuna n. 2 hehtaarin alueelle
- Voimala kattaa viidesosan Elosen Jämsän leipomon vuotuisesta sähköntarpeesta ja vähensi leipomotoiminnan vuotuisia CO₂-päästöjä n. 118 tonnia





Yhteenveto ja suositukset

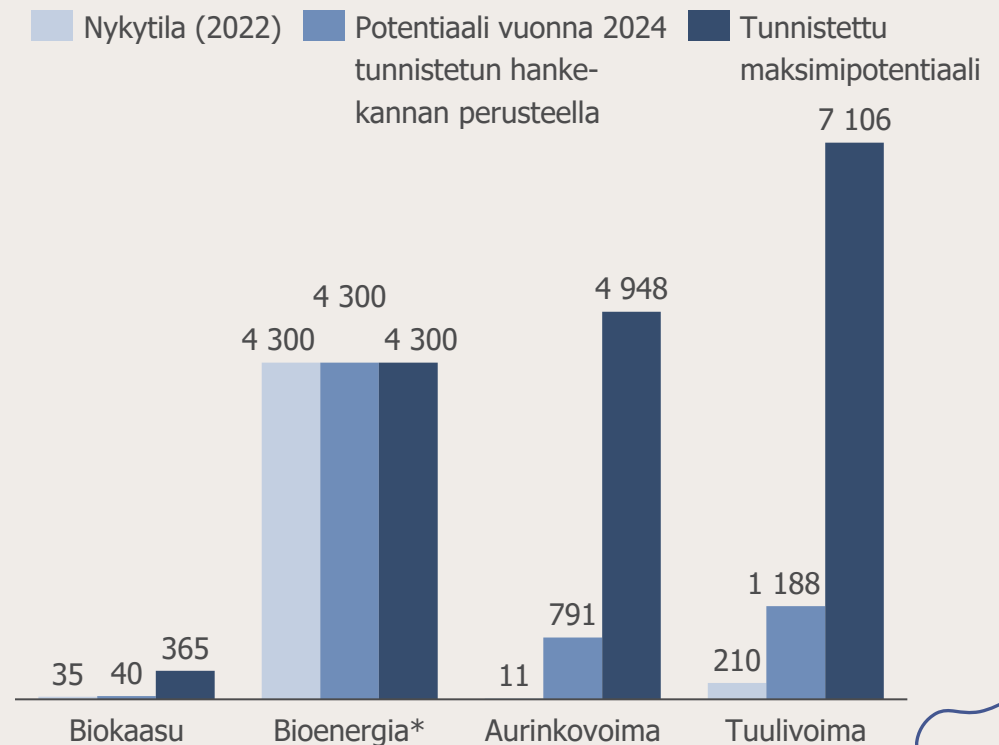


Keski-Suomessa energiantuotannon merkittävin kasvupotentiaali on tuuli- ja aurinkovoimassa

- Biokaasun tuotantopotentiaali on 10-kertainen nykytilanteeseen nähden, mutta hankkeiden toteutuminen riippuu vahvasti myös kysynnän kehityksestä
- **Puupohjaisen bioenergian potentiaalin ei odoteta kasvavan nykytilasta**, sillä Keski-Suomen hakkuukertymä oli lähellä suurinta ylläpidettävissä olevaa tasoa vuosina 2016-2021. Naapurimaakunnissa kestävä maksimitaso hakkuissa on jopa ylitetty, joten puuenergian kestävä käytön näkymä ei ole Keski-Suomessa nousujohteinen.
- **Aurinkovoimassa suurin kasvupotentiaali on keskitetyissä aurinkopuistoissa**, joita ei >1 MW kokoluokassa ollut vielä toiminnassa Keski-Suomen alueella vuonna 2022. Myös hajautetun pientuotannonkin laskennallisesta potentiaalista oli kuitenkin käytössä alle prosentti v. 2022 (pientuotannon osuus kokonaispotentiaalista n. 1400 GWh).
- **Tuulivoiman suunnitellut ja toteutuskelpoiset hankkeet vuoteen 2030 mennessä tulevat moninkertaistamaan tuulituotannon v. 2022 tasosta**. Tuulivoiman kokonaispotentiaali on silti huomattavasti julkistettua hankekantaakin suurempi.

Lähde: [Luke](#)

Energianlähteiden potentiaali (GWh)



*) Bioenergia kattaa tunnistetun puupohjaisen biomassan käytön sähköksi ja lämmöksi, sisältäen sekä teollisuuden sivuvirtabiomassat että energiapuun



Tuuli- ja aurinkovoimaan nojaava tulevaisuuden energiantuotantokokonaisuus voi täydentyä myös muilla teknologioilla

- Muuttuvassa energiajärjestelmässä **vetytalouden ratkaisut ja pienydinvoimalat (SMR)** voisivat edistää energiantuotannon vähähiilisyystavoitteita suurin harppauksin, mutta **regulaation valmiusasteen, teknologioiden kypsyiden ja investointien teknistaloudellisen kannattavuuden** avoimet kysymykset heikentävät pienydinvoiman ja vetytalousratkaisujen roolin ennustettavuutta maakuntatasolla
 - STUK:n arvion mukaan pienydinvoimaloiden luvitus voi kestää useita vuosia, vastaavasti kuin suurempienkin reaktorien. Sähköä tuottavien SMR-voimaloiden tai kaukolämmön pienydinvoiman käytettävyys ja tarpeellisuus Keski-Suomen energiajärjestelmässä vaatii tarkempaa selvitystä.
 - Vetytalouden läpimurtoa hidastaa vuonna 2024 vielä regulaation ja luvituksen uutuuden lisäksi tekninen kypsyys sekä investointikustannukset
- **Uudet tuuli- ja aurinkohankkeet vaativat toteutuakseen selkeän näkymän vaihtelevan sähköntuotannon kannattavuudesta ja loppukäyttäjistä.** Vetyratkaisut saattavat auttaa sähkön kysynnän tasapainotuksessa, mutta vetylaitoksen keskeytyvän operoinnin toteutettavuus riippuu tekniikan kypsyudesta sekä tuotannon liiketoimintakonseptista. Keski-Suomessa perusedellytykset vedyntuotantolaitoksille sekä liikennekäytölle täyttyvät sähköverkon ja puhtaiden vesistöjen osalta kuitenkin hyvin, ja [Jyväskylään suunnitellusta vetytankkausasemasta](#) saattaa tulla valtakunnallinen suunnannäyttävä tulevaisuuden raskaan liikenteen ratkaisuihin. Vedyn laajemman liikennekäytön käynnistyminen kasvattaisi myös vedyn tuotantohankkeiden potentiaalia Keski-Suomessa.





Tunnistettu hankepotentiaali luo mahdollisuuksia toteuttaa Keski-Suomeen hiilineutraali energiajärjestelmä 2030-luvun aikana



- **Tuuli- ja aurinkovoimalla on tekninen potentiaali kehittyä Keski-Suomen sähköntuotannon tulevaisuuden kulmakiviksi.** Niiden nouseminen maakunnan energiajärjestelmän keskiöön sisältää merkittäviä maankäyttövaikutuksia.
- **Energian varastointiratkaisut voivat nousta suureen rooliin uusiutuvan energiantuotannon tasapainotuksessa,** mutta suuren kapasiteetin sähkönvarastointiteknologioihin liittyy haastavia kysymyksiä tekniikan kypsydestä sekä investoinnin kannattavuudesta. Lämpövarastoissa näkymä investointipäätösten muodostamiseen on nopeampi, ja investoinnin energiayksikkökustannus on sähkövarastoja huomattavasti alhaisempi.
- Selvityksen skenaarioarvioinnin päästötarkastelun mukaan **Keski-Suomen hiilineutraalustavoitteen saavuttaminen vaatii mittavia toimenpiteitä kaikilla päästösektoreilla.** Teollisuudessa ja rakennusten lämmityksessä on mahdollista saavuttaa mittavia päästövähennyksiä, mutta päästövähennyksiltään haastavampien sektoreiden, kuten maatalouden, liikenteen ja työkalu- ja koneiden päästöjen kompensoimiseksi saatetaan tarvita runsaasti uusiutuvaa sähköntuotantoa.
- **Maakuntatason ohjauksen ja maankäytön ohjeistamisen tarve korostuu etenkin puhtaan energian liikennekäytön sekä uusien tuuli- ja aurinkovoima-alueiden hankkeissa** sekä mahdollisesti Keski-Suomen vetyekosysteemin toimeenpanossa.