



**KAMK • University
of Applied Sciences**

TUULITUO

Tuulivoiman perusteet 1

5.9.2024

Silja Keränen



Rahoittaja

Jatkuvan oppimisen ja
työllisyyden palvelukeskus



Euroopan unionin rahoittama –
NextGenerationEU

Illan sisältö

- Klo 17:00 TuuliTuo –kokonaisuuden tavoitteet ja käytännöt / **Tommi Kyllönen**
Opiskelijoiden esittäytymiskierros Tommi / Silja
- Klo 17:45 Tauko
- Klo 18:00 Tuulivoiman kasvu ja kehitys ja merkitys Suomen sähköntuotannossa
Kantaverkko ja Suomen sähköjärjestelmä lyhyesti / **Silja Keränen**
- Klo 18:45 Tauko ja lyhyt välitehtävä
- Klo 19:15 Vähähiilisyys, vihreä siirtymä ja niiden vaikutukset energia- ja
prosessiteollisuuteen / **Silja Keränen**
Ohjeistus tehtävän/-ien tekemiseen
- Klo 20 Lopetus

Seuraavaksi

Tuulivoiman tuotannon kasvu

Tuulivoimaloiden tehon ja koon kasvu

Suomen sähköntuotantokokonaisuuden muutos

Energiamurros tapahtuu koko ajan

Liikenteen muutos

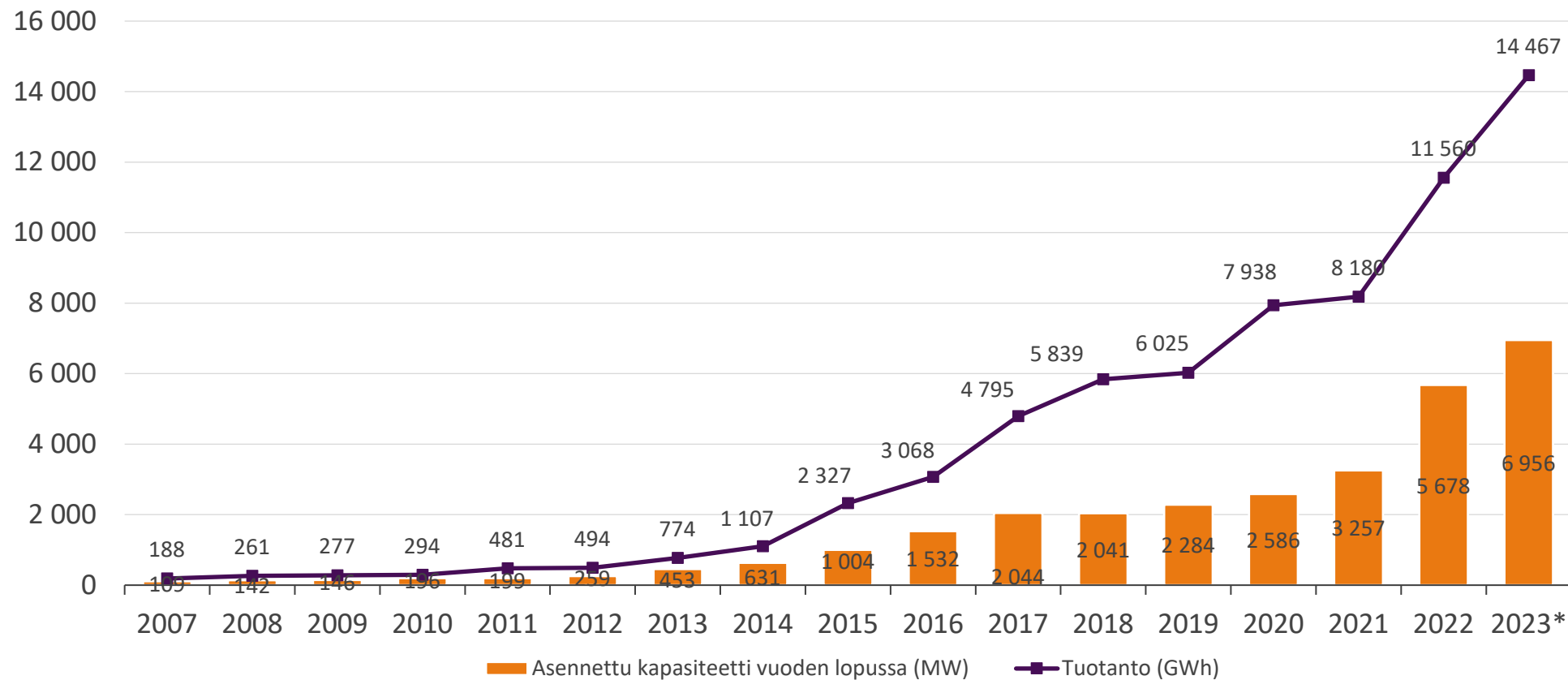
Kaukolämmön muutos

Sähköntuotannon päästöjen romahdus

Lähteenä Energiateollisuus ry:n Sähkövuosi 2023 ja Kaukolämpövuosi 2023 – katsaukset, jos muuta ei mainita.

Tuulivoimatuotanto kasvanut 25 prosenttia

MW ja GWh

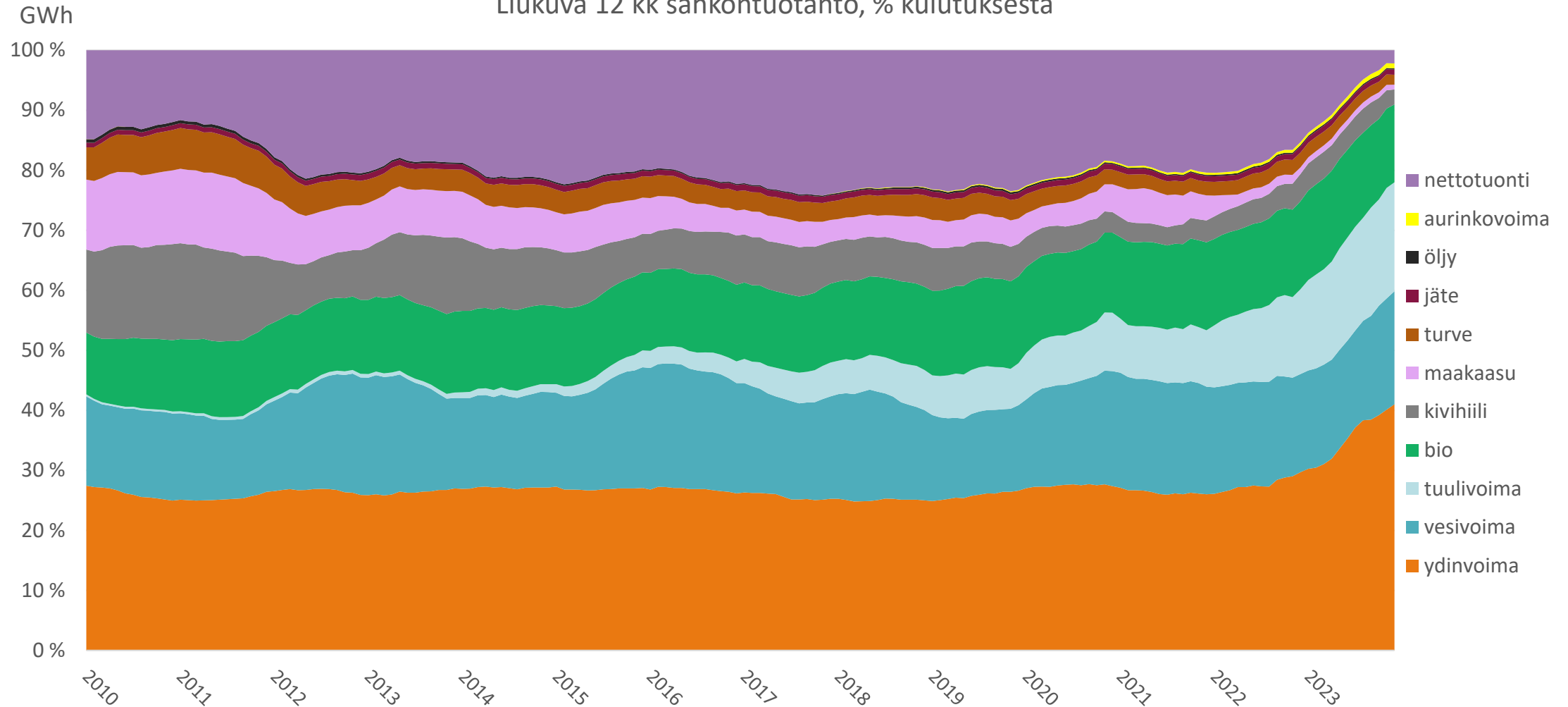


Tuulivoimaloiden tehon ja koon kasvu

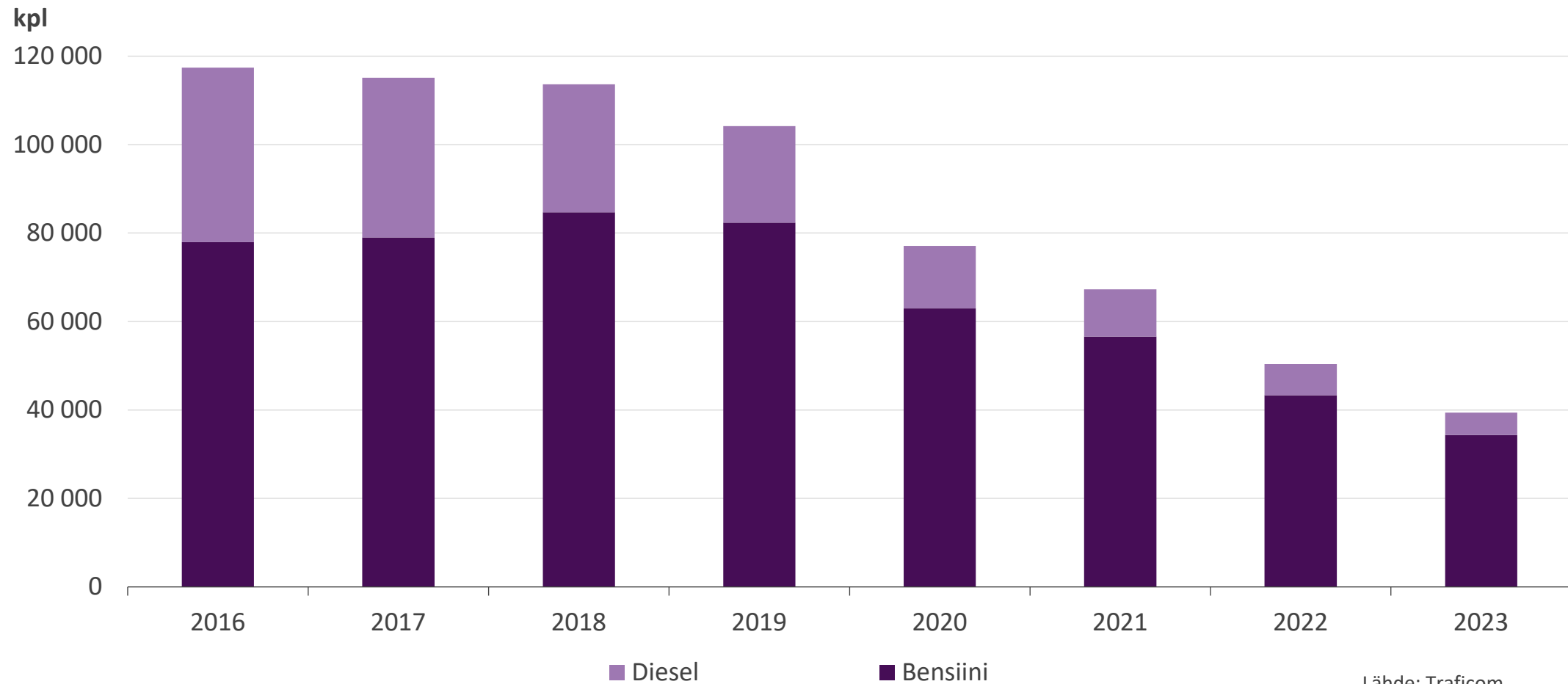
Vuosi	Roottorin halkaisija (m)	Teho (MW)	Napakorkeus (m)
1981	15	0,55	22
2020-luku	150	5	150-175

Fossiiliset polttoaineet ja nettotuonti korvattu uusiutuvilla

Liukuva 12 kk sähköntuotanto, % kulutuksesta



Bensiini- ja dieselautojen myynti Suomessa (uudet henkilöautot, sis. ei-ladattavat hybridit)



Lähde: Traficom

Vaihtoehtoiset käyttövoimat henkilöautojen ensirekisteröinneissä

%

60

50

40

30

20

10

0

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

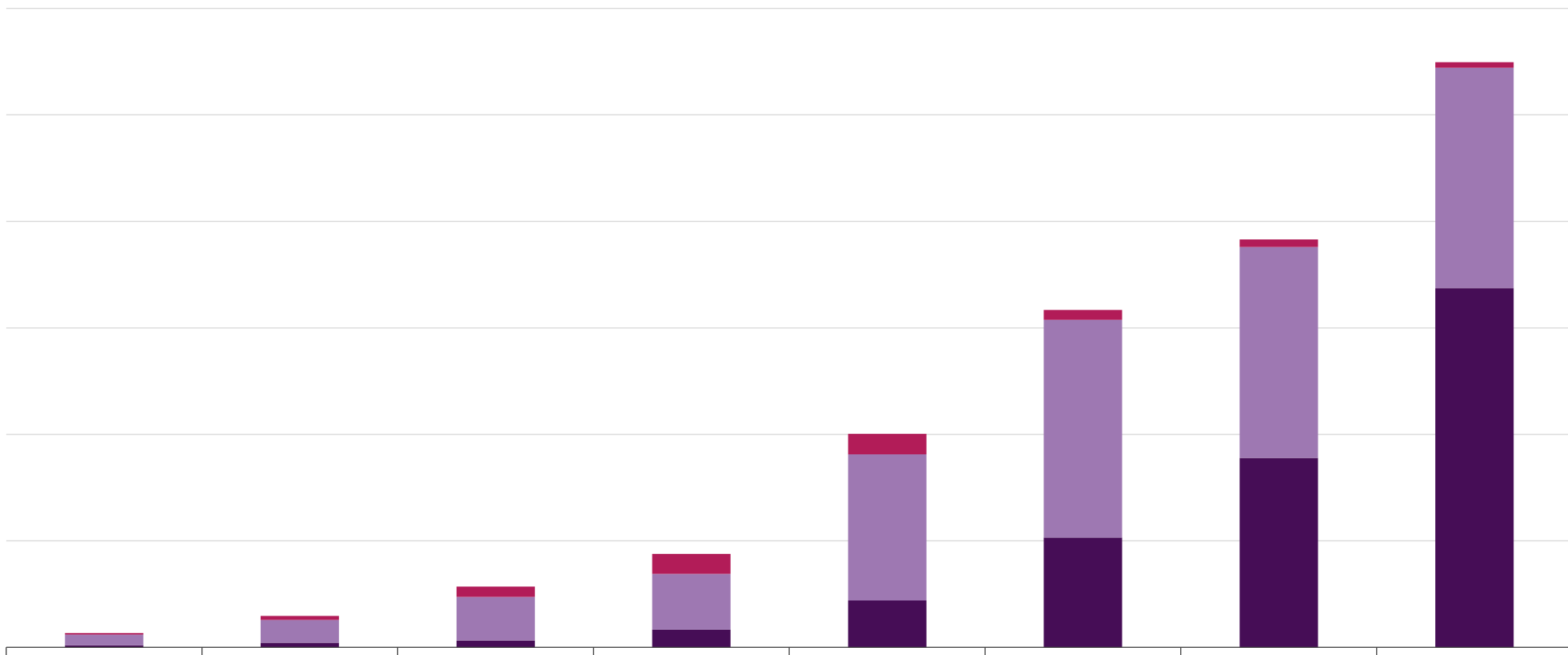
2023

■ Kaasuautojen osuus

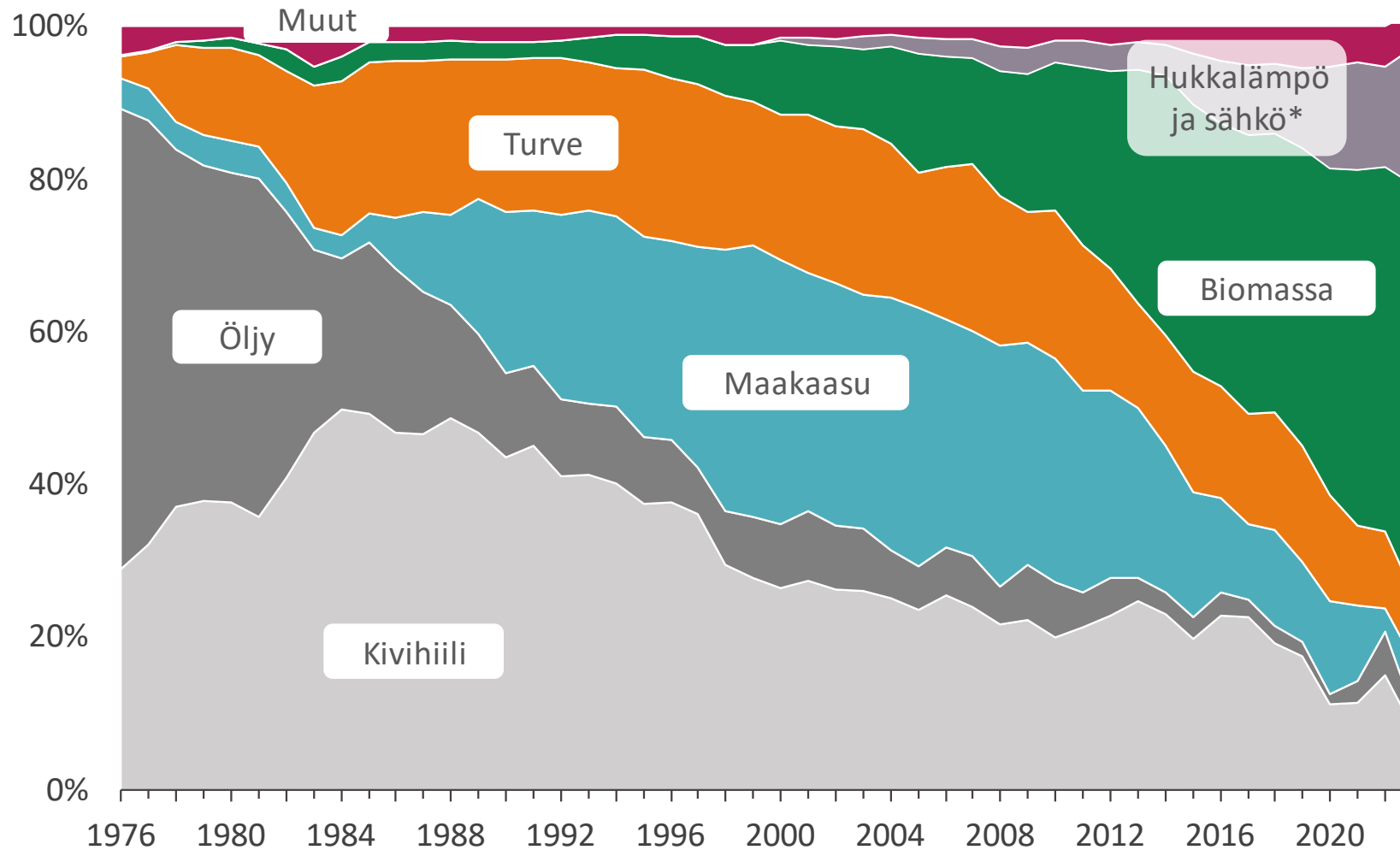
■ Ladattavien hybridien osuus

■ Sähköautojen osuus

Lähde: Traficom

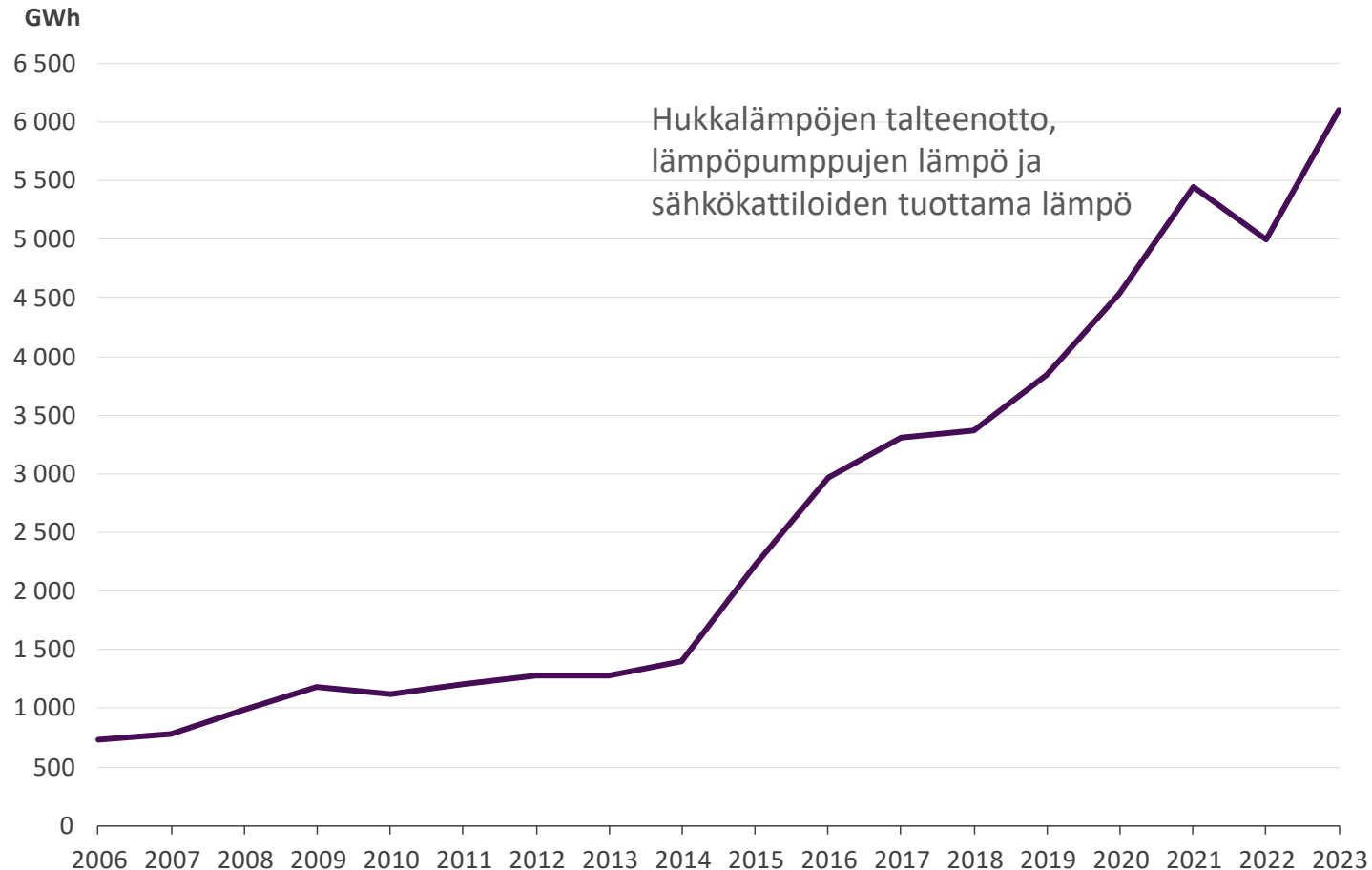


Uusiutuvien ja hukkalämpöjen osuus lämmön tuotannossa reilusti yli puolet



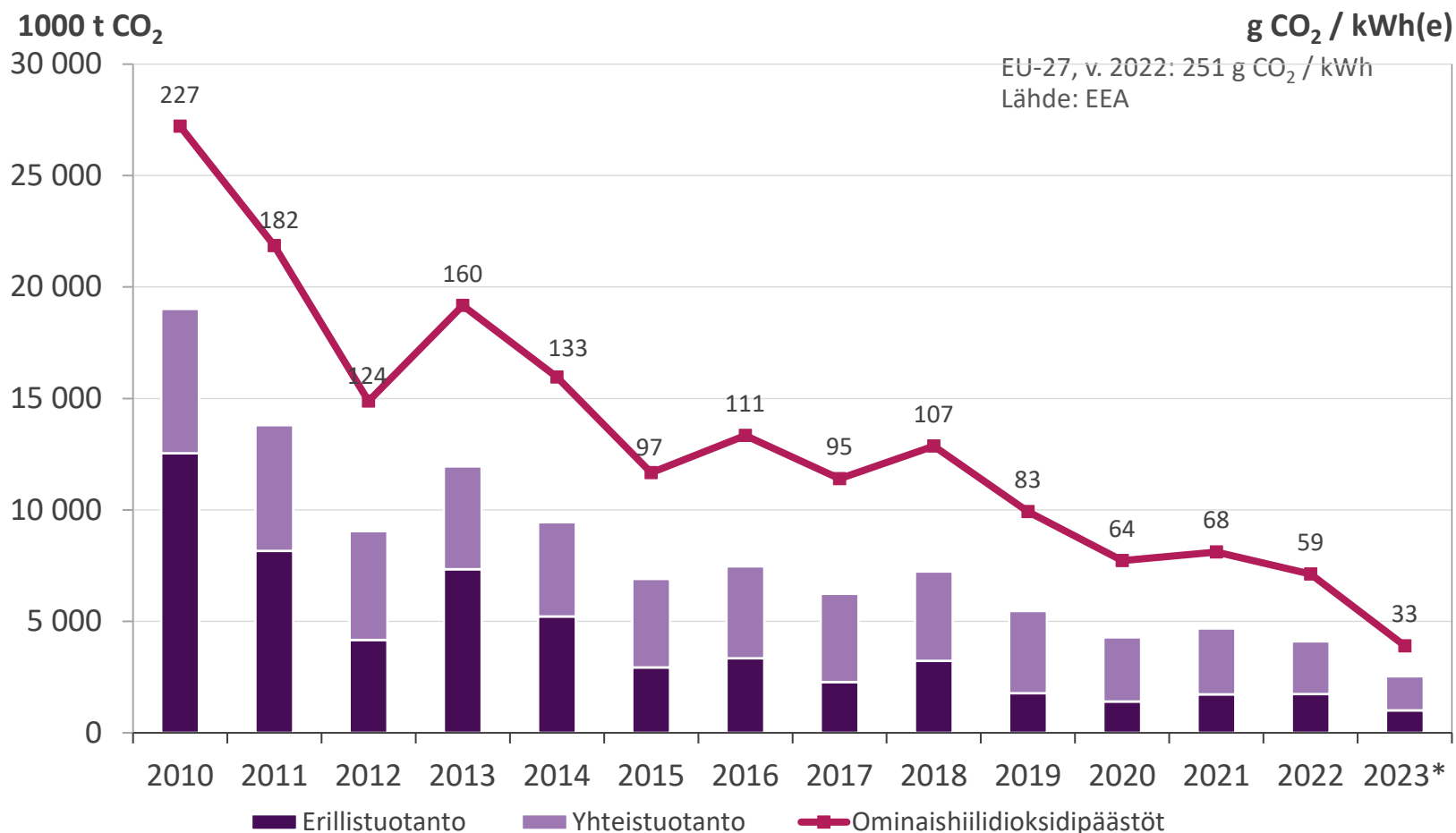
- Biomassa ja hukkalämmöt ovat korvanneet fossiilisia polttoaineita kaukolämmön tuotannossa.
- Biomassan käyttö on yli kaksinkertaistunut vuoteen 2010 verrattuna
- Hukkalämpöjen määrä on moninkertaistunut vuoteen 2010 verrattuna. Hukkalämpöjä hyödyntämällä vältetään polttoaineiden käyttöä.

Hukkalämpöjen ja sähkönkäytön kasvu jatkui



- Hukkalämpöjen talteenotolla voidaan hyödyntää muuten hukkaan meneviä energialähteitä, esimerkiksi savukaasujen ja jäteveden lämpöä. Näin vältetään polttoaineiden käyttöä.
- Sähkökattiloiden tuottama kaukolämpö oli merkittävässä roolissa vuonna 2023, lämpöä tuotettiin 710 GWh

Sähkön tuotannon hiilidioksidipäästöt romahtaneet



Sähkön hiilidioksidipäästöt:

- 2,5 Mt vuonna 2023*
- 4,1 Mt vuonna 2022
- 4,7 Mt vuonna 2021
- 6,9 Mt vuonna 2015
- 19 Mt vuonna 2010

→ Laskua edellisvuoteen **38 %**

→ Päästöt laskeneet viimeisen 5 vuoden aikana **65 %**

→ Päästöt laskeneet vuodesta 2010 **87 %**

*ennakko

Suomen kantaverkko



Fingridin karttapalvelu: [Karttapalaute \(fingrid.fi\)](https://karttapalaute.fingrid.fi)

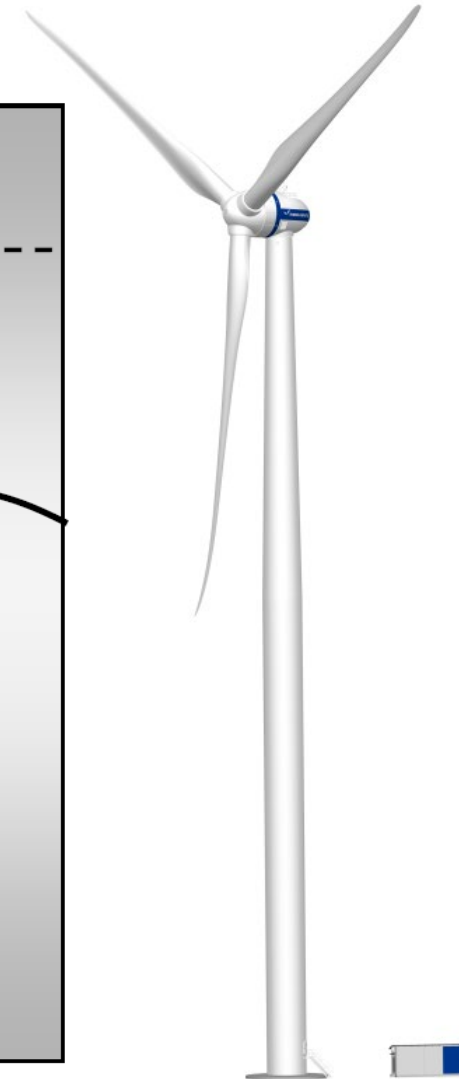
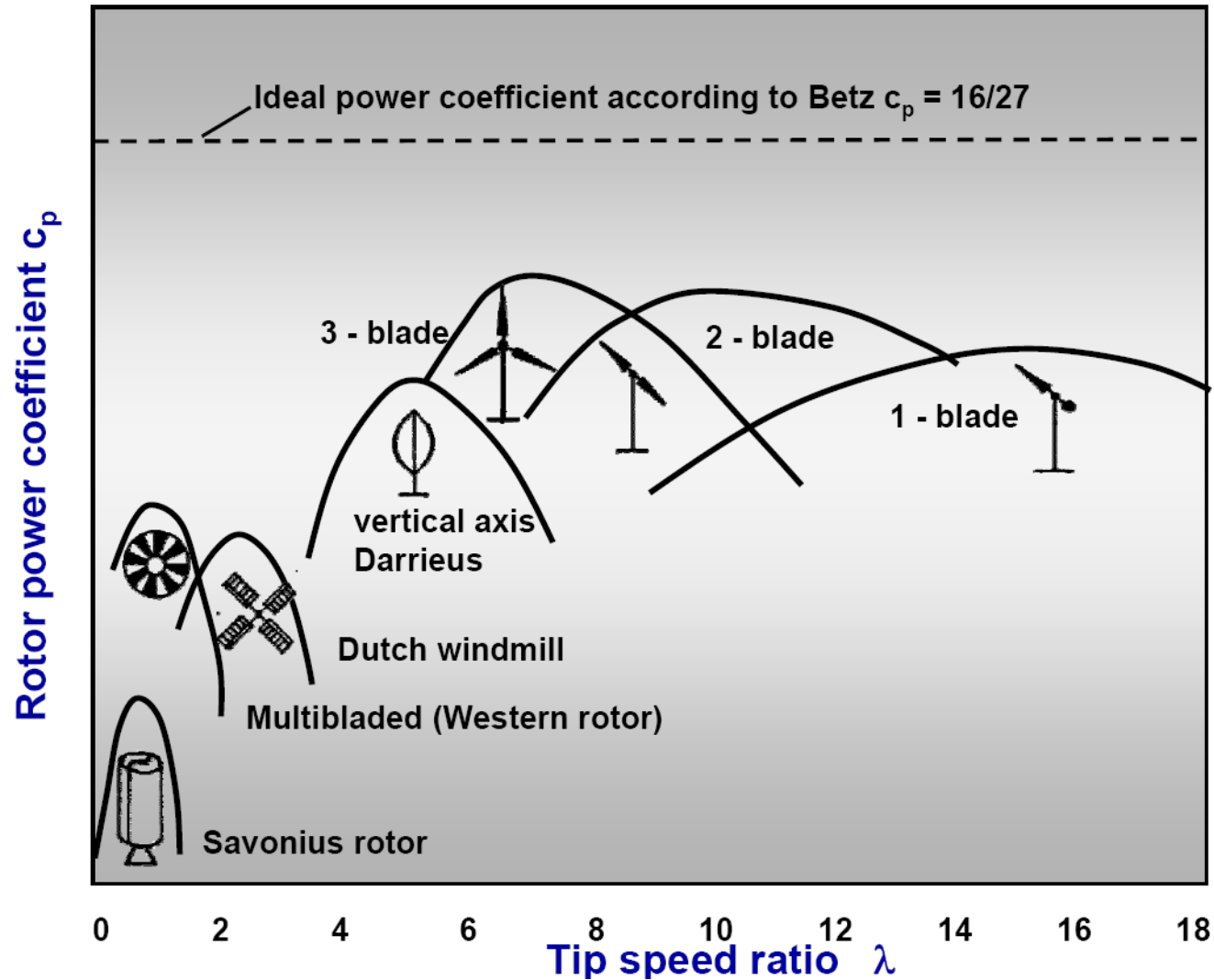
Tuulivoima

Keskeinen muutostekijä energiamurroksessa on nimenomaan vähäpäästöisen sähkön saanti. Tässä tuulivoimalla iso merkitys.

Seuraavaksi tuulivoimasta vähän tarkemmin.

Ja sitten lopuksi vielä laajemmin Suomen sähköjärjestelmästä, muutoksesta ja tuulivoiman osuudesta kokonaisuudessa.

Tip speed ratio and power coefficient



Power from the wind

The power that can be captured from the wind with a wind energy converter is:

$$P = 0,5 \times \rho_{\text{air}} \times C_p(\lambda, \phi) \times A \times v_{\text{wind}}^3$$

P power captured from the wind [W]

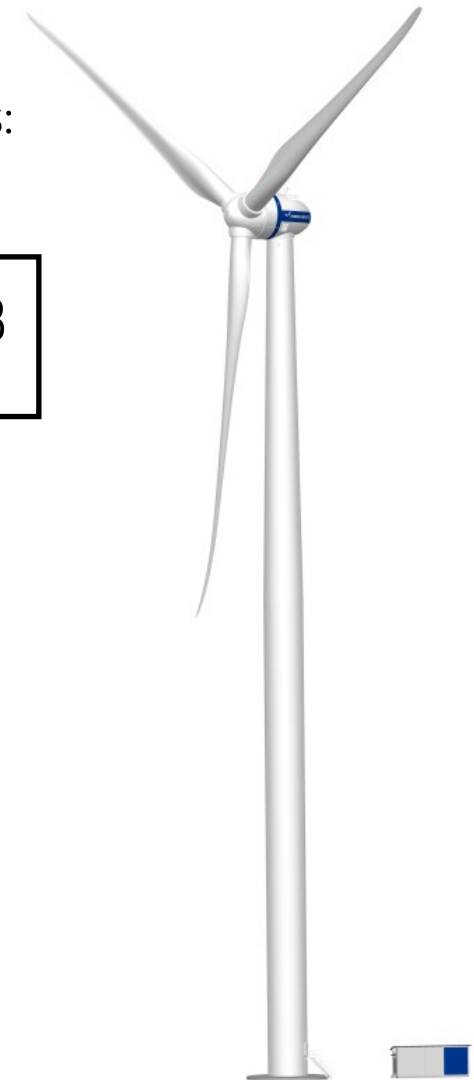
A rotor effective area [m²]

ρ_{air} mass density of the air [kg/m³]

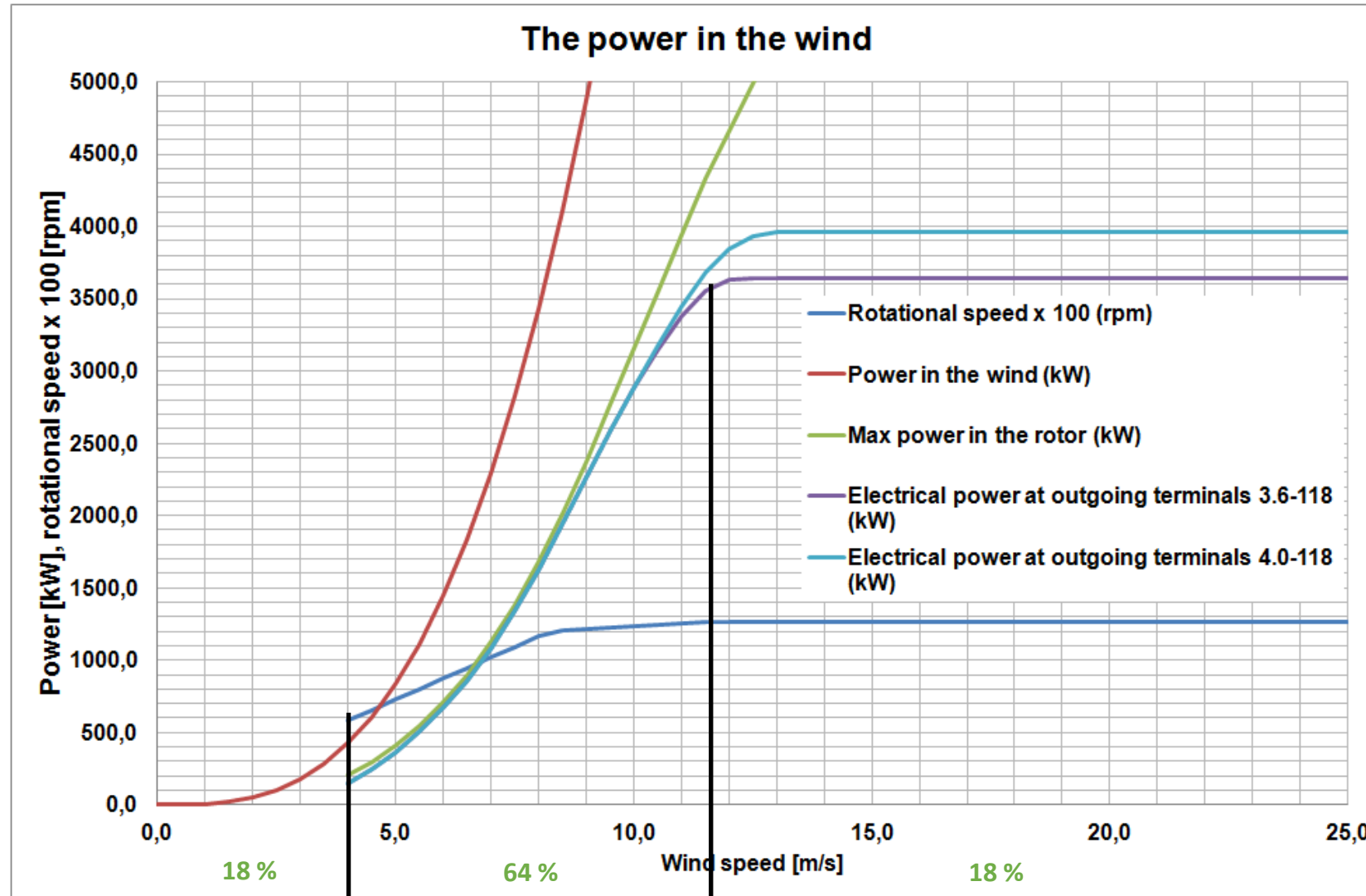
According to IEC 61400 shall be used $\rho_{\text{air}} = 1,225 \text{ kg/m}^3$ at 15°C

C_p power coefficient that depends on the blade design, tip speed ratio λ and pitch angle ϕ

v_{wind} wind speed [m/s]



Power output versus wind speed





KAMK • University
of Applied Sciences

Välitehtävä Repussa ja tauko



Tuulivoimatekniikasta

Käy katsomassa tästä esityksestä osio Tekniikkaa

<https://prezi.com/view/7Tt6QU3pijuxryyyISo/>

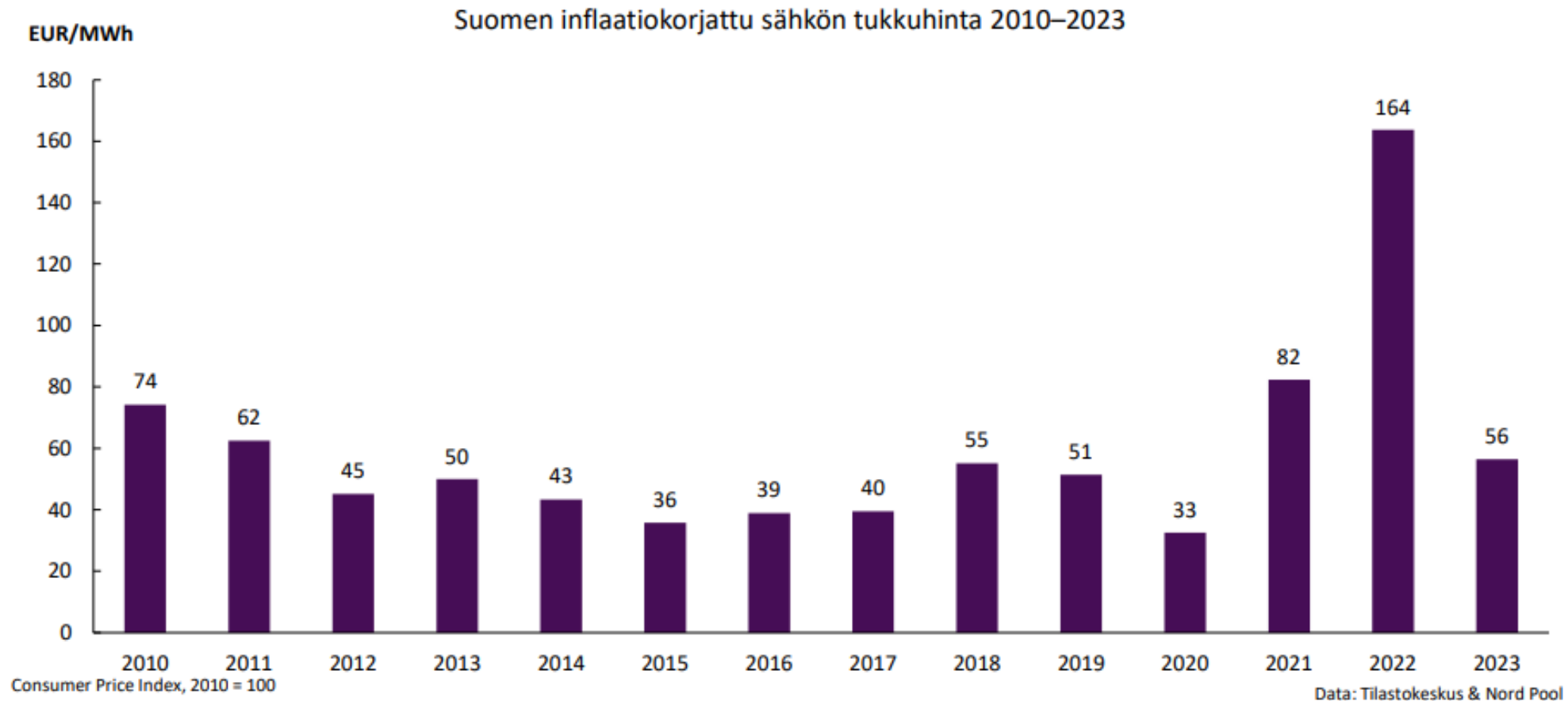
Sähköjärjestelmästä vielä vähän

- Sähköverkon tasapaino
- Sähkön hinnasta, sen vaihteluista ja vertailusta muihin Euroopan maihin
- Vihreän siirtymän konkretiaa -> sähköntarve todennäköisesti kasvaa

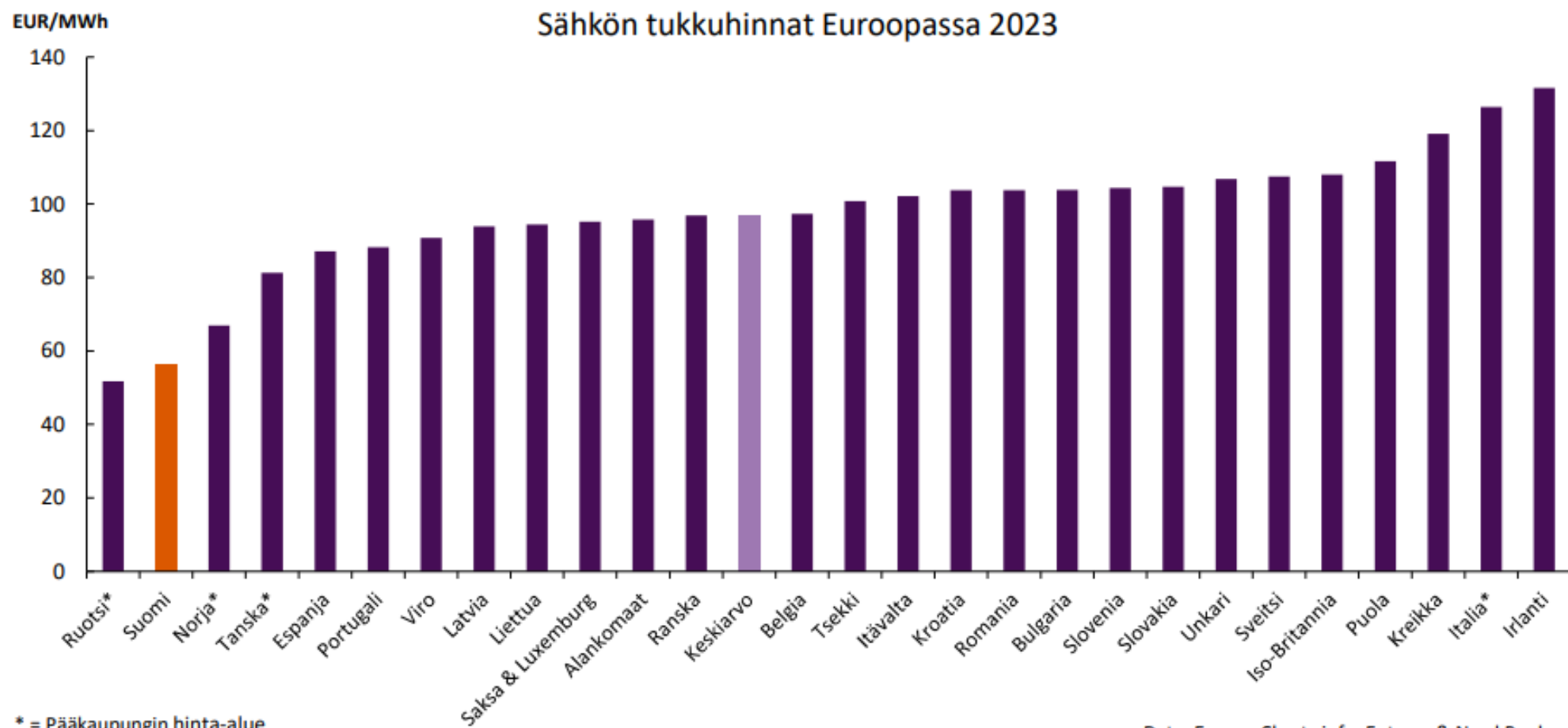
Suomen sähköjärjestelmä

- Sähkön tuotanto
 - Kantaverkko (Fingrid)
 - Siirtoyhteydet
 - Pohjoismainen synkronointialue
 - Tasasähköyhteys Viron kanssa
 - Jakeluverkko (alueelliset yhtiöt)
 - Kuluttajat
- Sähköntuotanto ja -kulutus oltava koko ajan tasapainossa

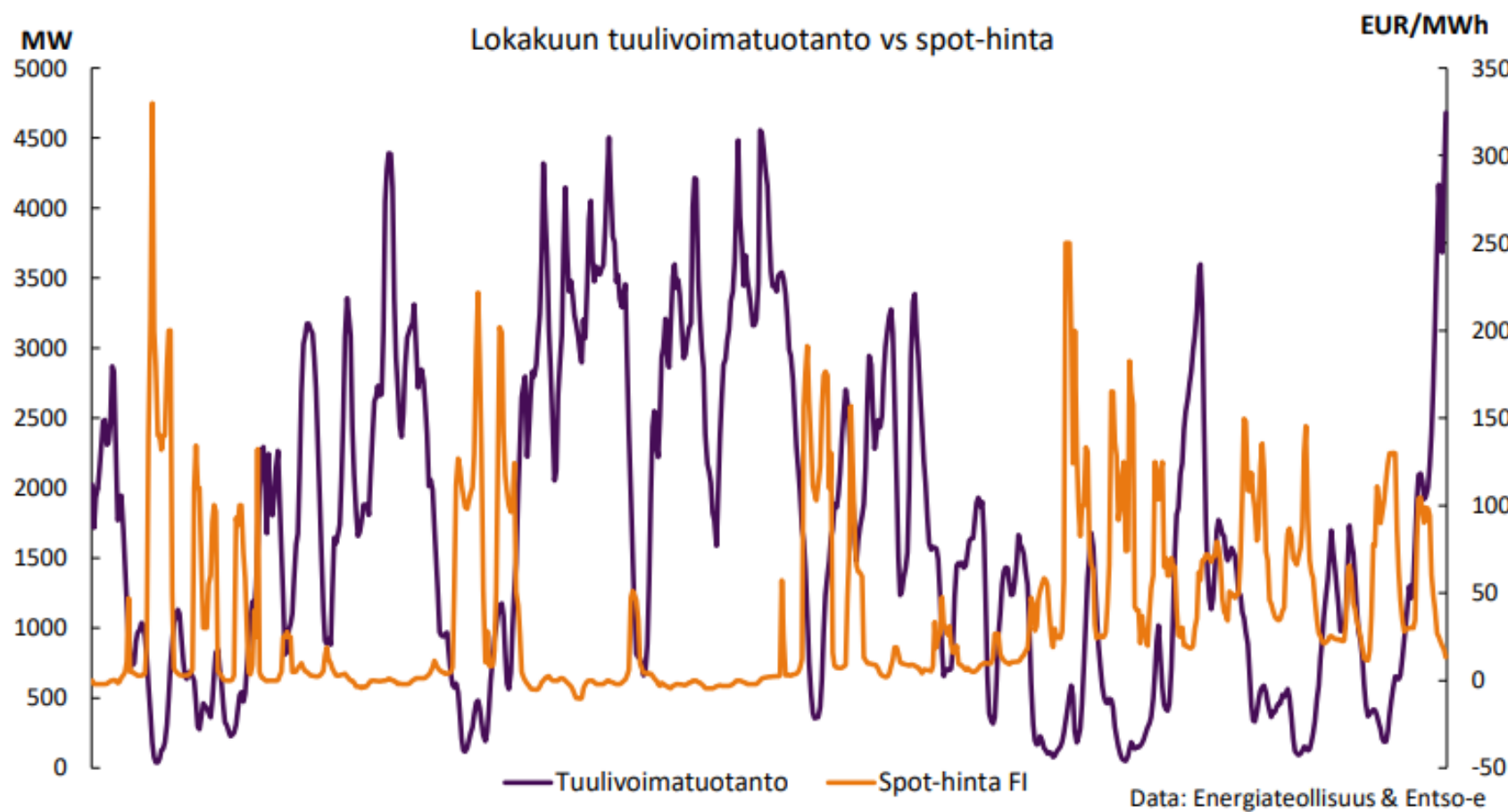
Suomen vuosihintojen kehitys suhteutettuna kuluttajahintaindeksiin



Suomessa Euroopan toiseksi halvin sähkö



Tuulivoiman yhteys hintaan



- Tuulivoimatuotannon määrä on merkittävä Suomen hintaan vaikuttava yksittäinen tekijä
- Myös muut tekijät vaikuttavat edelleen merkittävästi hintaan, kuten sähkön kysyntä, lämpötila, vesivoimatilanne, siirtoyhteydet ja ydinvoima- ja lämpövoimalaitosten huollot ja vikatilanteet



KAMK • University
of Applied Sciences

Digivihreän siirtymän esimerkkejä



Tiedote

SSAB:n tulevaisuuden päästötön terästehdas näyttää mallia isoista ilmatoratkaisuista – Teknologiateollisuuden erityispiirre on suuri kädenjälki

28.1.2020 klo 9.00

Yli 90 prosenttia teknologiateollisuuden päästöistä syntyy metallinjalostuksessa. SSAB:n päästötön ratkaisu on merkittävä esimerkki siitä, kuinka toimiala kykenee uusilla innovaatioilla ja investoinneilla leikkaamaan päästöjään rajusti. Vähähiilisyys edellyttää muun muassa kohtuuhintaisen päästöttömän sähkön saatavuutta.

Lehdistötiedotteet

Investointiaalto siirtymässä fossiilisista polttoaineista päästöttömään vetyyn



Vetymarkkinan kasvu kiihtyy ja päästötön vety on syrjäyttämässä investointikohteena fossiiliset polttoaineet. Investointeja on tarjolla ja Suomella on kaikki edellytykset viedä vetyä etujoukoissa Keski-Eurooppaan. Vientimahdollisuudet vaativat kuitenkin Eurooppaan ulottuvat putkistot ja vedynsiirtoverkoston. Vetyä on samalla hyödynnettävä paikallisesti, se vaatii oman vetyteollisuuden ja -liiketoiminnan rakentamista. Deloitte raportti arvioi vetytalouden synnyttävän maailmanlaajuisesti vuosittain jopa kaksi miljoonaa työpaikkaa vuosina 2030–2050.

Jälleen uusi datakeskustoimija Kajaaniin

Artikkelit/raportit - 14.4.2024



Helmikuussa kerrottiin, että islantilainen it-toimija Borealis vahvistaa Kajaanin datakeskusten keskittymää ostamalla Herman IT:n konesalitilat Renforsin Rannasta. Nyt asialla on brittiläinen XTX Markets, joka kertoi rakentavansa Kajaaniin uuden datakeskuksen. Kajaanin datakeskustihentymässä sijaitsee myös tieteellisen laskennan kuvan CSC:n Lumi-superkone.

Lisätietoja

www.kamk.fi/tuulituo

Tommi Kyllönen

Projektipäällikkö

TUULITUO-hanke

Kajaanin ammattikorkeakoulu Oy

P. +358 40 154 3826

tommi.kyllonen@kamk.fi

Silja Keränen

+358 44 7100 288

silja.keranen@kamk.fi

Jouko Putkonen

+358 40 6627624

Jouko.Putkonen@kamk.fi



**KAMK • University
of Applied Sciences**

www.kamk.fi