



Aalto University
School of Engineering

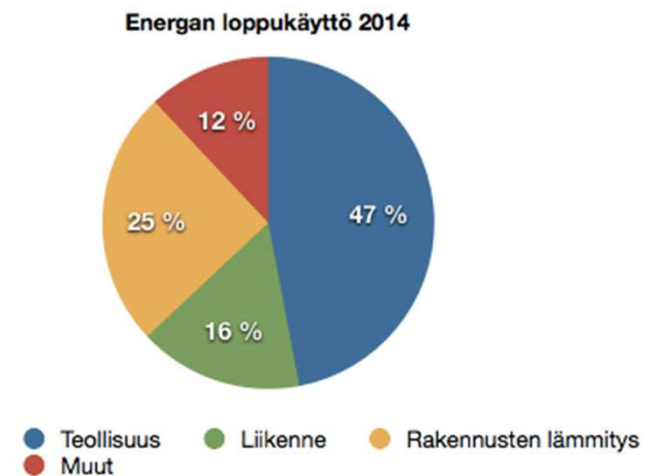
28.3.2019

Suomen energiajärjestelmän vahvuudet ja haasteet

Professori Sanna Syri
Energiatekniikka ja energiatalous

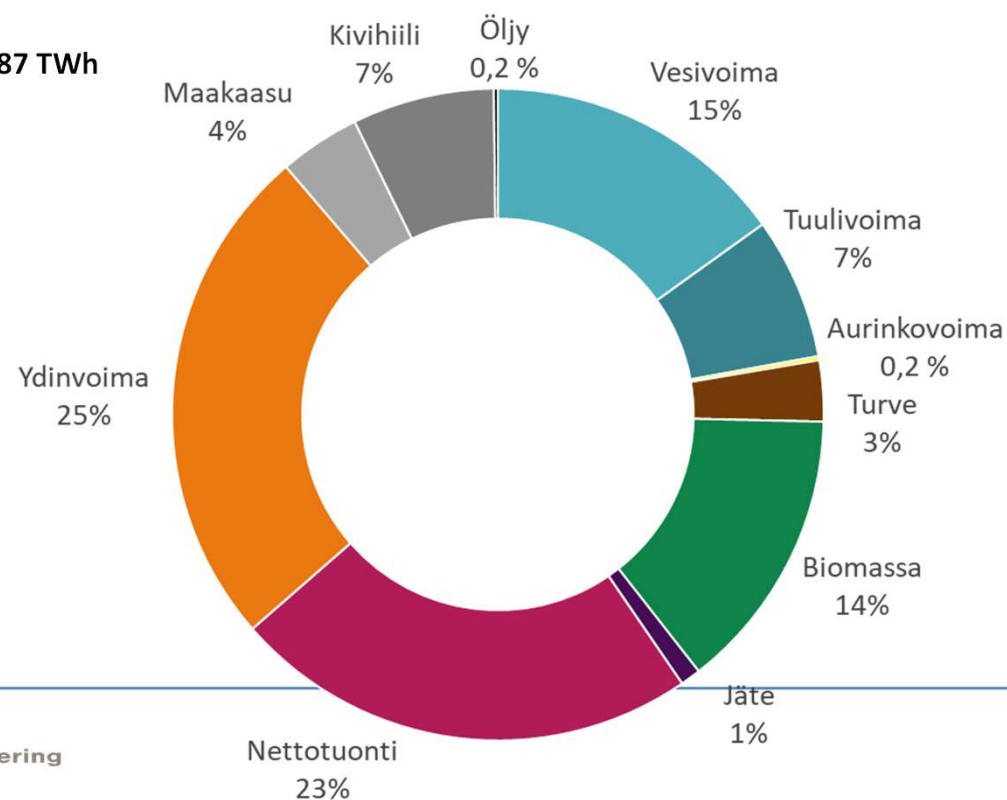
Esityksen fokus on sähkön- ja lämmöntuotannossa

- Suomen sähköntuotanto, sähköjärjestelmän trendit: vahvuudet ja haasteet
- Suomen lämmityssektori ja kaukolämmitys: vahvuudet ja haasteet



Sähköntuotanto: monipuolinen rakenne on jo pitkään ollut Suomen vahvuus

- V. 2018 kokonaiskulutus 87 TWh



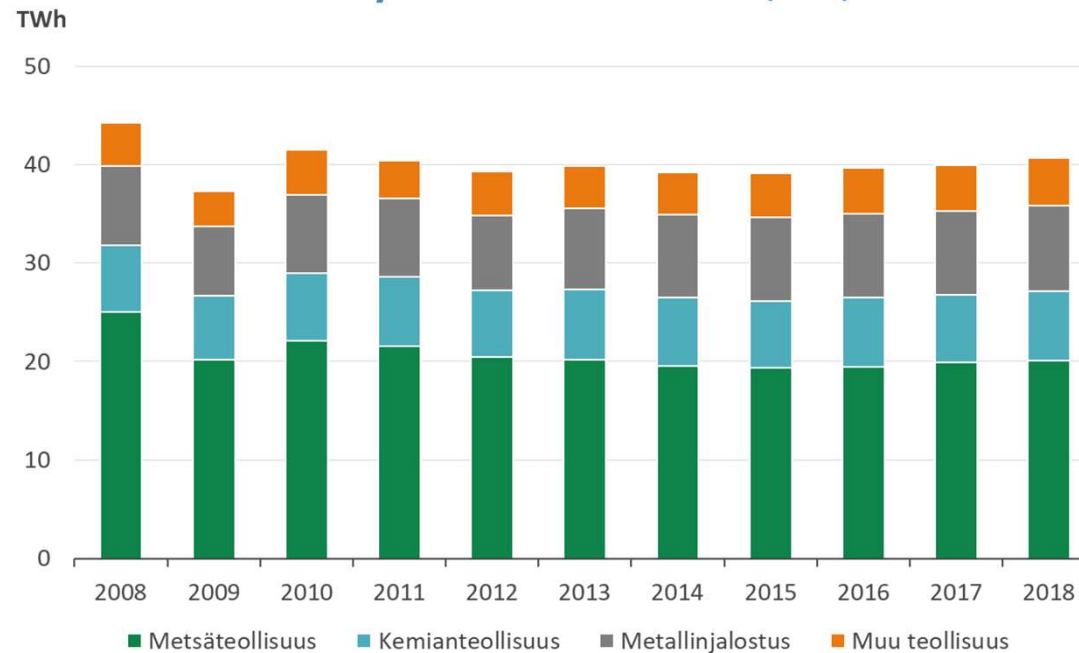
Monipuolinen rakenne on jo pitkään ollut Suomen sähköntuotannon vahvuus

- Sähköntuotanto on jo todella suureksi osaksi CO₂-päästötöntä. V. 2018 keskimääräinen CO₂-päästökerroin oli 105 gCO₂/kWh sähköä. Vertaa esim. Saksa v. 2017 489 gCO₂/kWh sähköä.
- Monipuolisuus on resilienssiä eli vastustuskykyä
 - Vähentää polttoaineiden hintaheilahtelujen vaikutusta
 - Mahdollisten toimituskatkojen vaikutukset pienemmät kuin yksipuolisessa tuotantorakenteessa
- Monipuolisuus on myös tuki teknologiakehitykselle ja energiateknologian osaamiselle ja viennille.

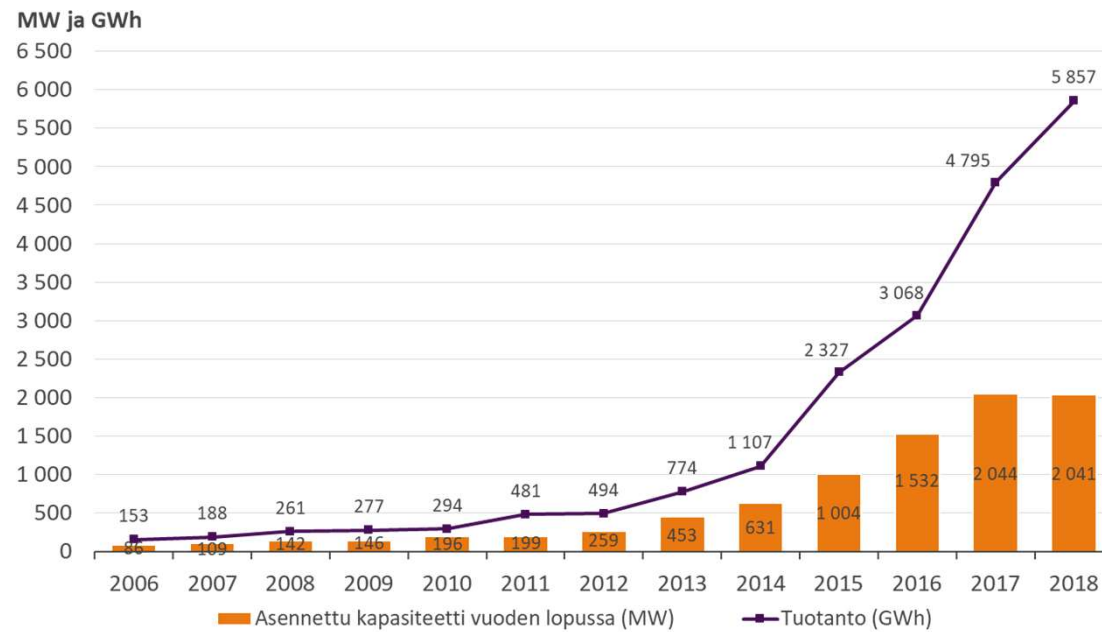
Yhteiskunta sähköistyy: teollisuus säilyy suurena sähkönkäyttäjänä + lämmityksen ja liikenteen sähköistyminen

Teollisuuden sähkönkäyttö 41 TWh vuonna 2018 (+2 %)

- Monet teollisuuden prosessit ovat erityisen herkkiä häiriöille ja sähkökatkon sattuessa taloudelliset menetykset voivat olla suuria.

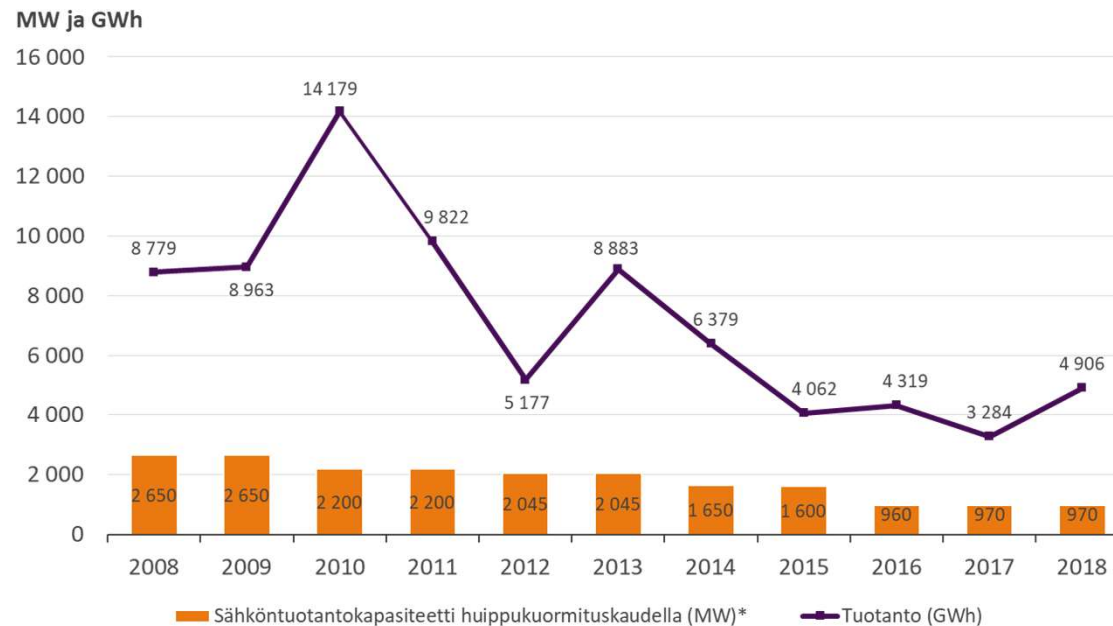


Tuulivoimatuotanto ja kapasiteetti Suomessa



Lauhdetuoanto ja kapasiteetti

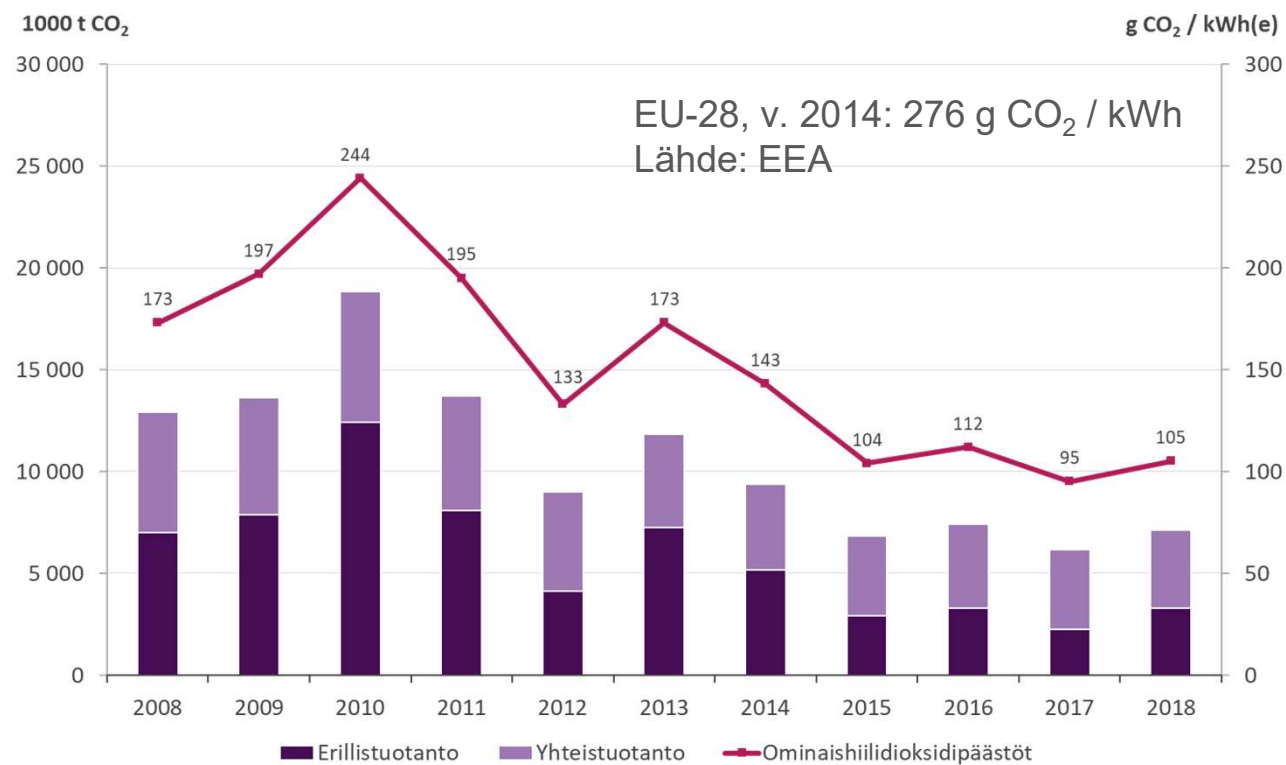
- Suureksi osaksi kivihiieltä
- Markkinaehtoisesti tapahtunut ja CO₂-päästöjen kannalta myönteinen rakennemuutos
- Lisää Suomen riippuvuutta sähkön tuonnista pakkasjaksojen aikana



*Lähde: Tilastokeskus, Energia 2017 –taulukkopalvelu, Taul. 3.5

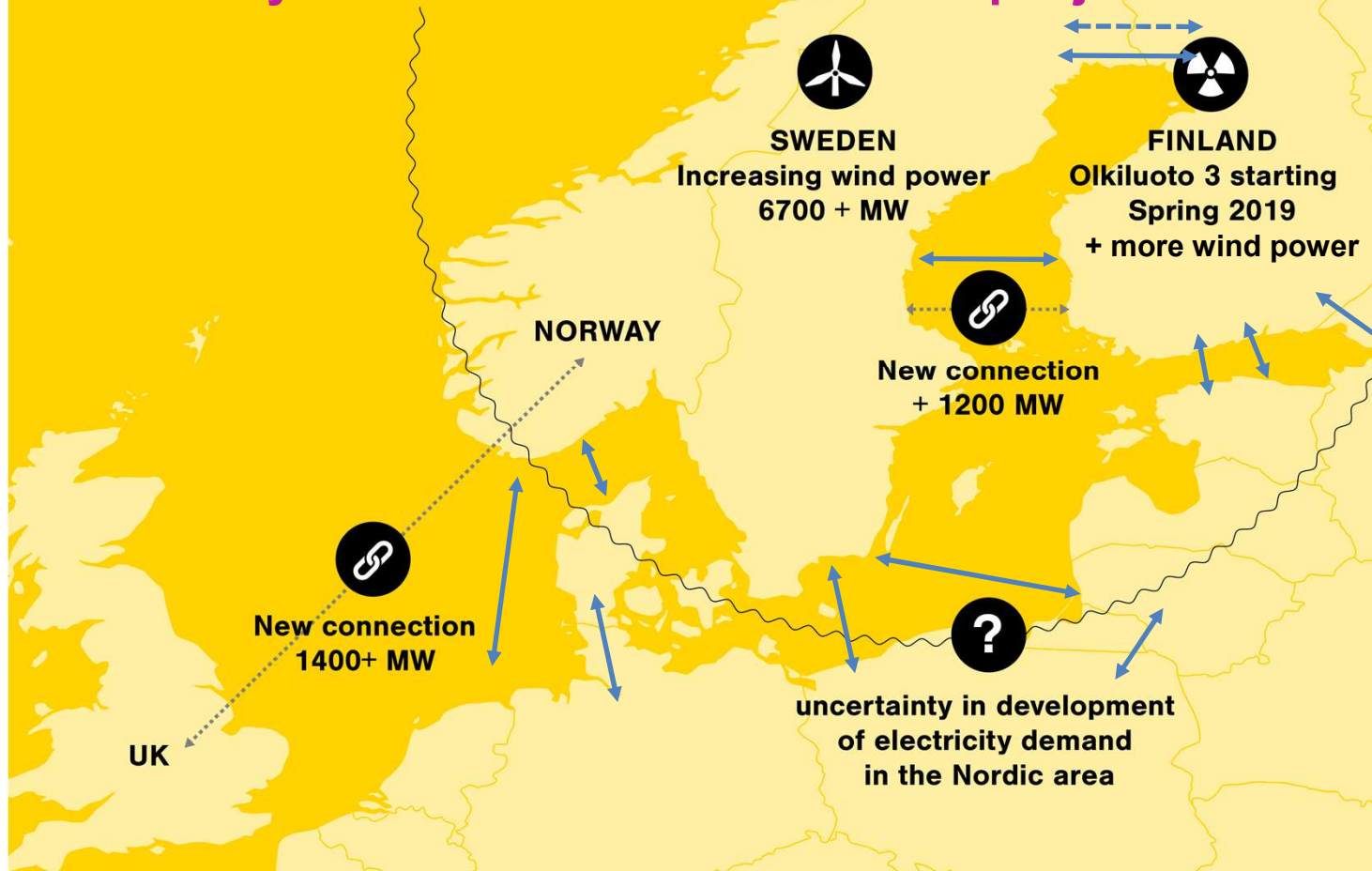
Suomen sähköntuotannon CO₂-päästöjen kehitys

V. 2018 sähköntuotannon
päästöt olivat 7 MtonCO₂



Suomi on vahvasti osa kansainvälistä sähkömarkkinaa

- Sääntelyä ei voi tehdä vain kansalliselta pohjalta



Kansainvälisen energia- ja ilmastopolitiikan sivuvaikutuksia



Yhdistetty sähkön- ja
lämmöntuotanto (CHP)
vähenee



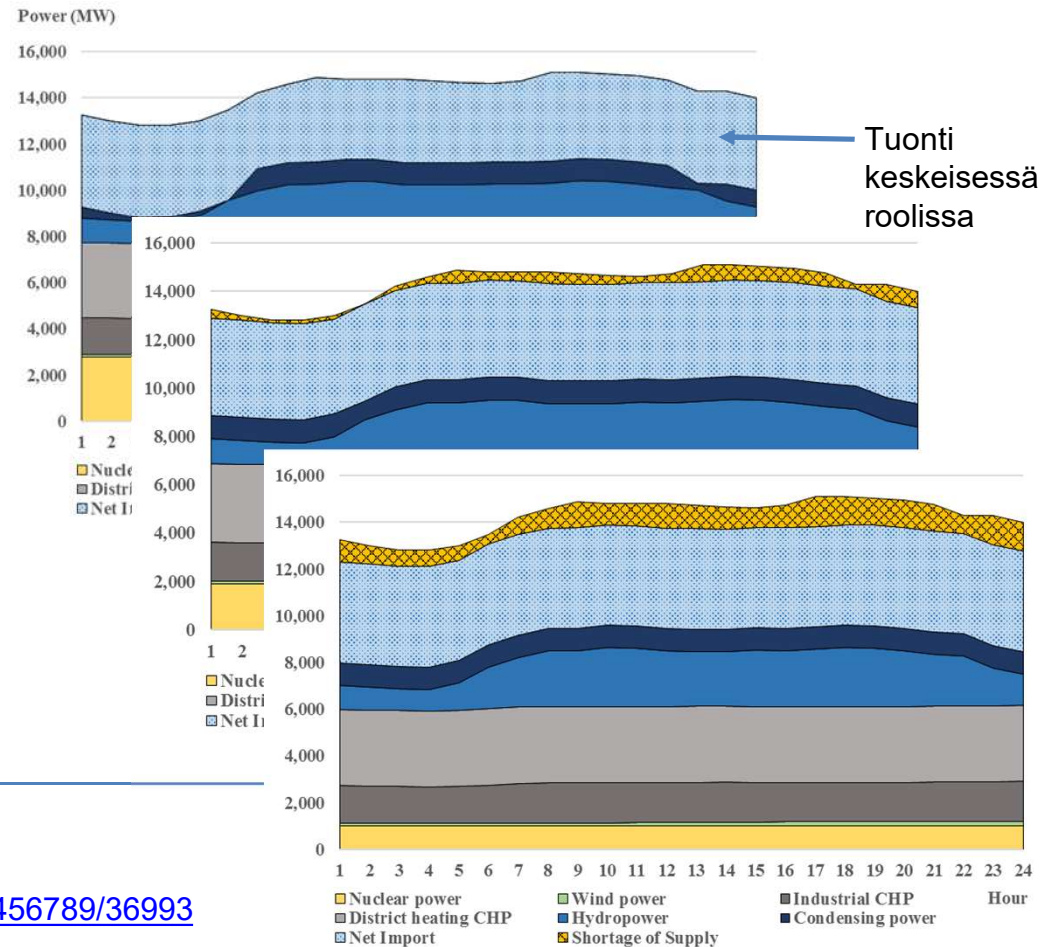
Sähköjärjestelmän
kasvavat haasteet
(inertian väheneminen,
taajuuspoikkeamien
kasvu)



Energiaturvallisuus?

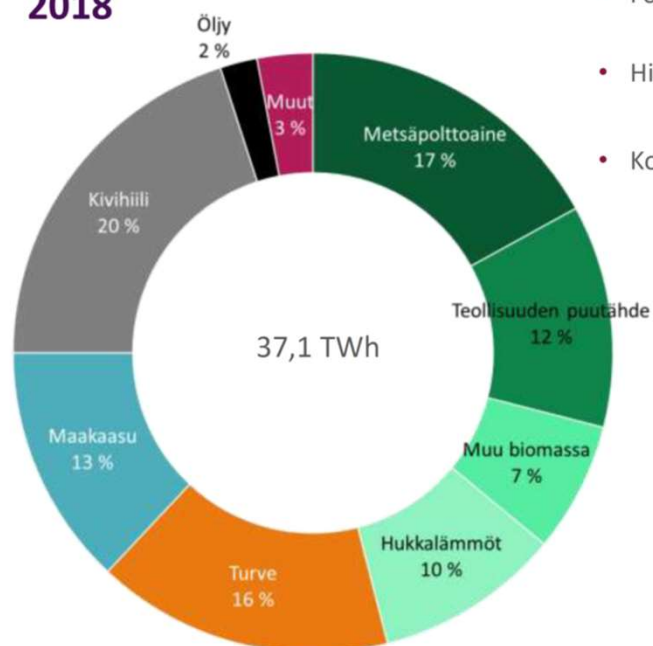
Jaakko Jääskeläisen väitöskirjassa tutkittiin Suomen energiaturvallisuutta osana WINLAND-tutkimushanketta

- Työssä mallinnettiin erilaisia teknisiä vikoja (häiriöitä suurimmissa voimalaitoksissa ja siirtolinjoissa) nykyjärjestelmässä
- Ennätyskovasta kysynnästä huolimatta talven 2016 pakkasista olisi selvitty, vaikka suurin siirtolinja ja suurin voimalaitos olisivat olleet nurin.
- Tehoreservejä ei ole koskaan aktivoitu tehopulan takia.
- Sähkätehon riittävyys paranee Suomen energia- ja ilmastostrategian skenaarioissa uusien siirtolinjojen ja ydinvoimalaitosten myötä.



Kaukolämpö energialähteittäin

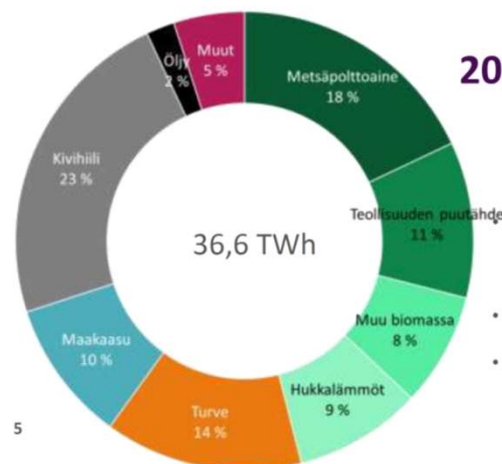
2018



Energiateollisuus

- Fossiililla tuontipolttoaineilla tuotetun kaukolämmön osuus on 35 %
- Hiilidioksidineutraalit 46 prosenttia (46 %)
 - Uusiutuvat + hukkalämmöt
- Kotimaiset 64 prosenttia (64 %)
 - Hiilidioksidineutraalit + turve + osa luokasta "Muut"

2017



Hukkalämmöt: muuten hyödyntämättä jäävä lämpöenergia, esimerkiksi lämmön talteenotto jätevedestä, savukaasuista, kaukojäähdytyksen paluuviedestä.

- Muu biomassa: sisältää myös sekajätteen bio-osuuden.
- Muut: sekajätteen ei-bio-osuus, muovi- ja ongelmajätteet, sähkö.

Mirja Tiitinen 16.1.2019

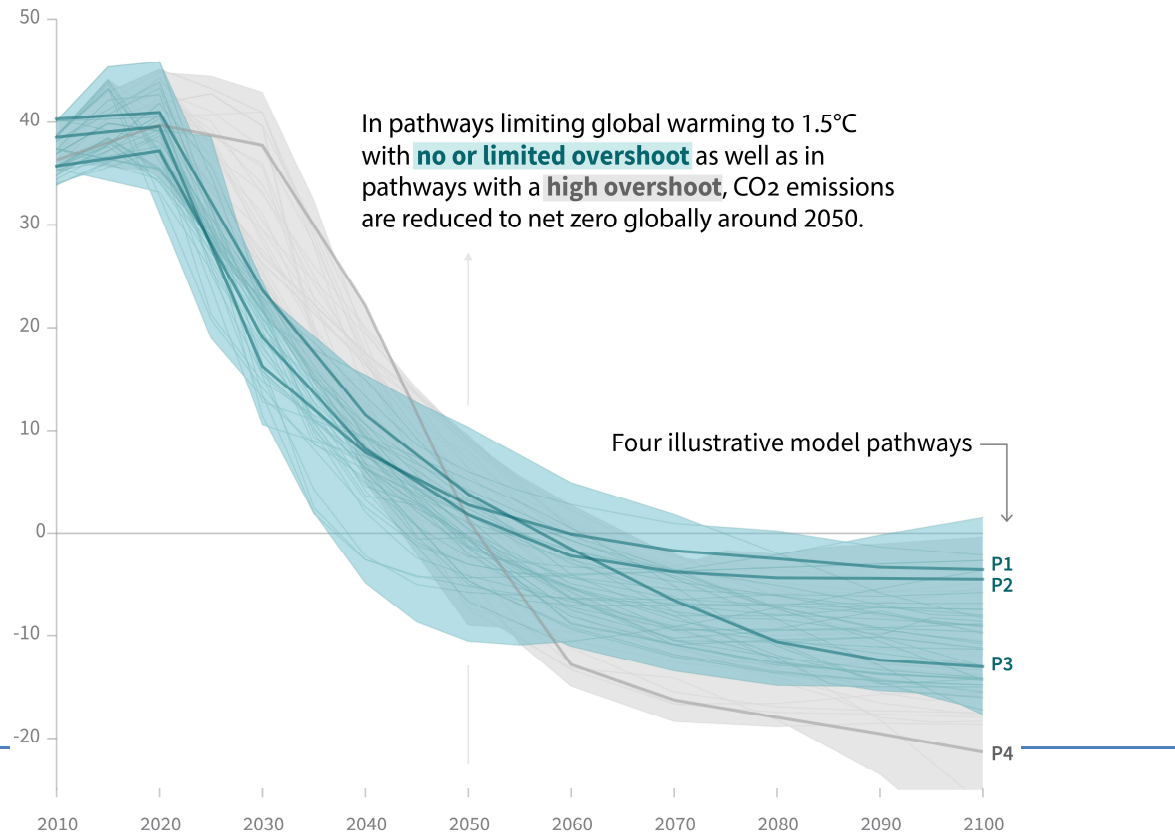
Lämmityssektorin vahvuudet ja haasteet

- **Kaukolämmön yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto on poikkeuksellisen energiatehokasta (n. 85-92%). Esimerkiksi hiili-CHP:n hyötysuhteet ovat noin 30% sähkö ja 60% lämpö. Euroopan uusimpien vain sähköä tuottavien hiilivoimaloiden hyötysuhde on noin 46%.**
- **Suomessa kaukolämpö-CHP:n keskimääräinen CO₂-päästö on noin 190 g/kWh lämpöä. Vertaa maakaasun poltto lämmitykseen > 200 g/kWh, mikä on Keski-Euroopassa erittäin yleinen lämmitystapa.**
- **IPCC:n 1,5 °C erikoisraportin mukaan fossiilisista polttoaineista ilman CCS:ää (Carbon Capture and Storage) pitäisi päästä eroon n. 20-30 vuoden kuluessa. Tämä on erittäin suuri haaste kaikkien teollisuusmaiden energiantuotannolle.**

Lähde: IPCC:n 1,5 °C
erikoisraportti. Summary for
Policymakers.
<https://www.ipcc.ch/sr15/>

Global total net CO₂ emissions

Billion tonnes of CO₂/yr



Miten voimalaitokset ja kaukolämpö voidaan muuttaa CO₂-neutraaliksi?

- Suomen yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa kivihiili, turve ja maakaasu ovat edelleen yleisiä.
- Siirtyminen lähes CO₂-neutraaleihin voimaloihin edellyttäisi siirtymistä biomassaan tai CCS:ään tai molempiin.
 - Onko näin suuri lisäys biomassan käyttöön kestävällä pohjalla (kotimainen tarjonta / tuonti) ?
 - Edellyttäisi biomassan osalta paljon korkeampia CO₂-päästöoikeushintoja ja CCS:n osalta vielä korkeampia
 - Biomassan suureen lisäykseen liittyy myös merkittäviä logistisia ja teknisiä haasteita

Miten voimalaitokset ja kaukolämpö voidaan muuttaa CO₂-neutraaliksi?

- Käynnissä on myös siirtymä lämmityksen ja kaukolämmön sähköistymiseen.
- Kaukolämpöjärjestelmissä lisätään suuria lämpöpumppuja ja lämpövarastoja => kun sähkön hinta on alhaalla, voidaan tuottaa ja varastoida lämpöä, mikä on hyväksi koko järjestelmälle.
- Siirtymä kokonaan päästöttömään sähköön ja lämpöpumppuihin ja lämpövarastoihin?
 - Useissa tutkimuksissa (esim. IEA Nordic Energy Technology Perspectives 2016) esitetään että biomassalla toimiva CHP olisi käytössä varalla tuulettomien jaksojen aikana.
 - Mikä pitäisi bio-CHP:n taloudellisesti kannattavana?
- Modulaarinen ydinvoima kaukolämmössä on kiinnostava ja realistinen vaihtoehto n. 2030-luvulta alkaen?

Yhteenveto

- Suomen sähköjärjestelmä on jo monipuolinen ja hyvin vähäpäästöinen. Päästövähennys jatkuu lisääntyvän tuuli- ja ydinvoiman myötä.
- Sähköistyminen vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä myös liikenteessä ja lämmityksessä.
- Haasteena on sähköjärjestelmän luotettavuuden säilyminen murroksessa. Merkittäviä muutoksia markkinasääntöihin on tulossa Euroopan tasolla, esim. siirtyminen 15 minuutin tasejärjestelmään tunnin sijasta.
- Lämmityssektorin muuttaminen CO₂-päästöttömäksi on erittäin suuri ja vaikea tehtävä koko EU:n tasolla. Suomen kaukolämmitys ja CHP-tuotanto eivät ole eurooppalaisittain katsottuna "likaisia", mutta muutos CO₂-päästöttömäksi vaatii paljon voimakkaampaa EU:n päästökaupan hintasignaalia sekä suurta teknologista kehitystä.

Kiitos!

