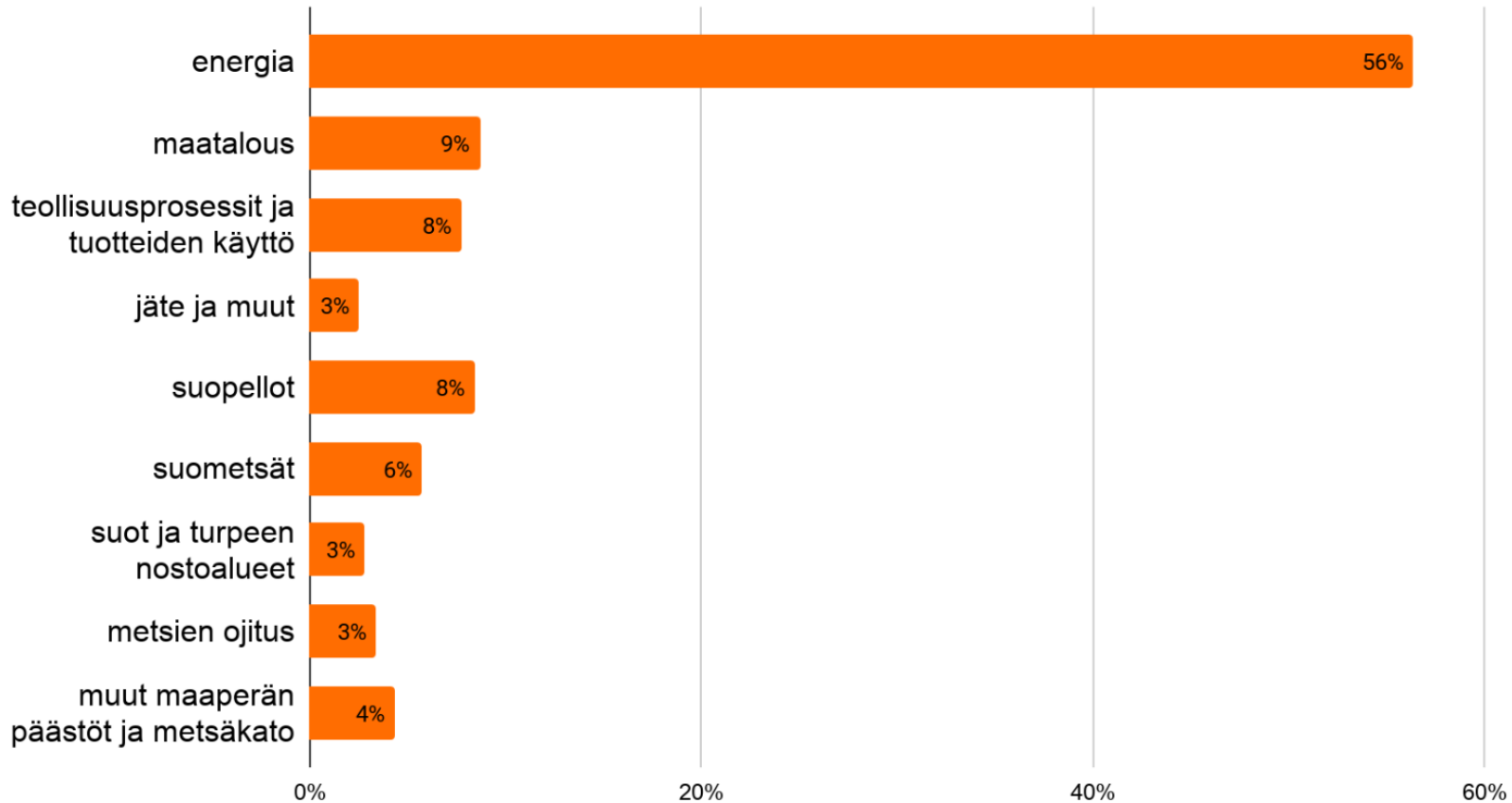


Energiasektorin vaikuttavimmat toimet tiekarttatyössä

Erityisasiantuntija **Karoliina Auvinen**, Suomen ympäristökeskus SYKE

| Hinku-kevätpäivä | 8.4.2020 |

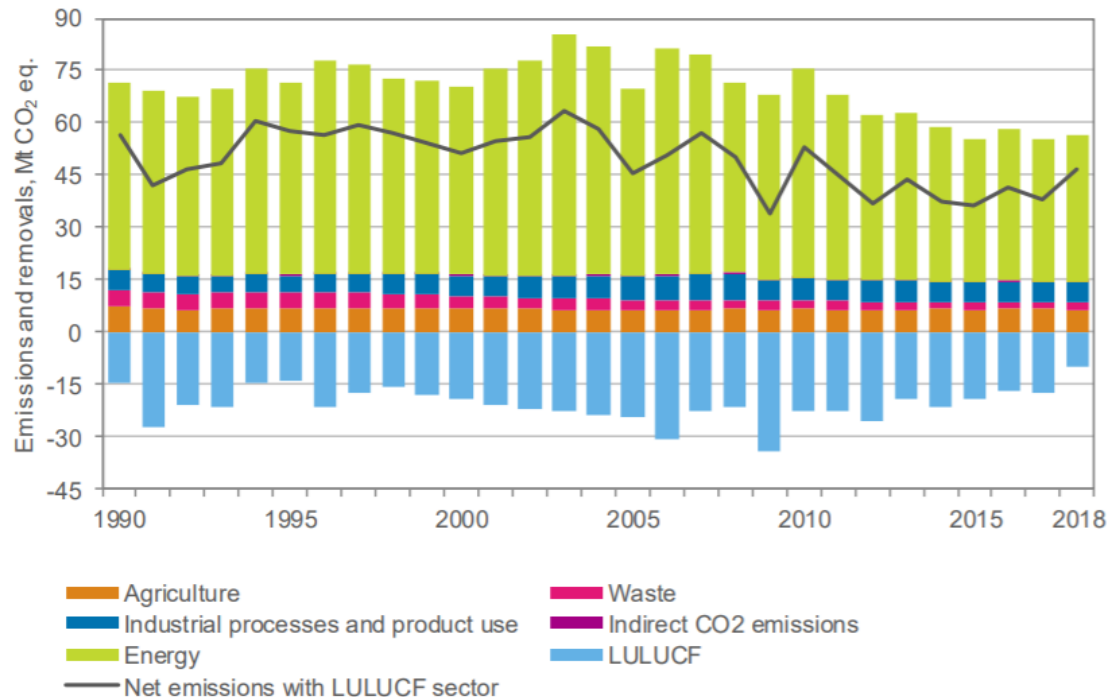
Suomen päästöt olivat noin 75 Mt CO₂eq vuonna 2018



Energiasektorilta syntyy eniten päästöjä

Kasvihuonekaasut

- Vesihöyry
- Hiilidioksidi
- Typpioksiduuli
- Metaani
- CFC-yhdisteet
- Otsoni
- Typen oksidit

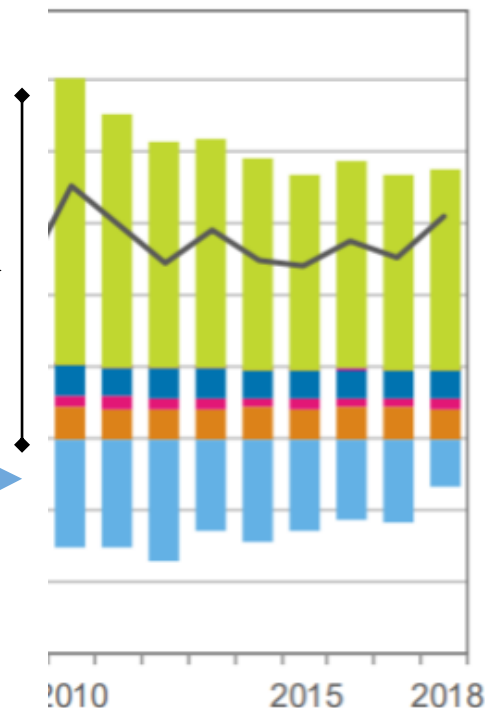


Lähde:

https://www.stat.fi/static/media/uploads/fi_nir_eu_draft_2018_2020-01-15.pdf

Figure ES.3-2 Greenhouse gas emissions and removals in Finland by reporting sector (Mt CO₂ eq.) and net CO₂ equivalent emissions (emissions plus removals). Emissions are positive and removals negative quantities

**Hiilineutraalius
saavutetaan, kun päästöt
ovat yhtä suuret kuin
niitä sitovat hiilinielut**



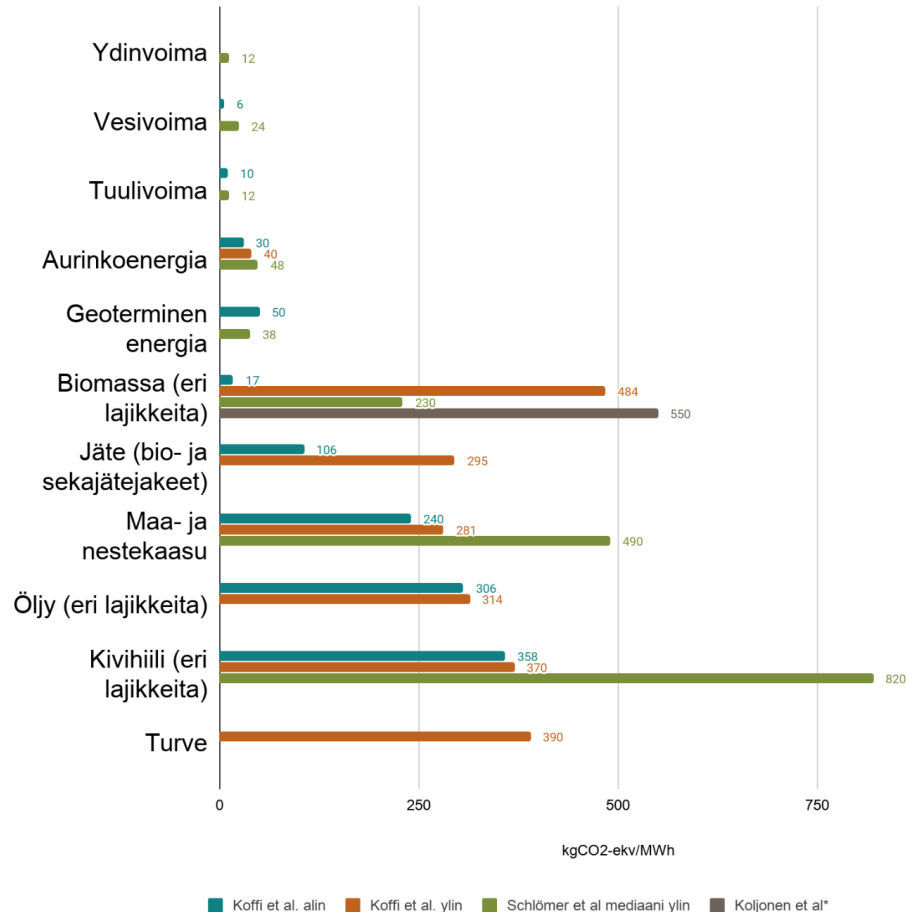
Elinkaaripäästötutkimusten perusteella eniten päästöjä vähentäviä energialähteitä ovat tuulivoima, geoterminen energia, aurinkoenergia, vesivoima ja ydinenergia

Lisätietoja:

<https://www.hiilineutraalisuomi.fi/download/noname/%7B64BC7E38-0A0B-4E83-828C-8A002012AB7F%7D/156579>

hiilineutraalisuomi.fi

Arvioita energialähteiden elinkaaripäästöistä



Hiilineutraali Suomi - pois polttamisesta kohti puhtaita energiaratkaisuja

Suomen primäärienergiasta 40% on peräisin fossiilisista polttoaineista ja puupolttoaineiden osuus on jo yli 27%

Energialähteiden osuudet Suomen kokonaiskulutuksesta v. 2018

Maakaasu

5.3%

Hiili

8.3%

Turve

4.5%

Öljy

22.3%

Ydinenergia

17.3%

Puupolttoaineet

27.2%

Vesivoima

3.5%

Tuulivoima

1.5%

Muut

4.9%

Sähkön nettotuonti

5.2%

Primäärienergia fossiilivapaassa Suomessa

Primäärienergian lähteet	Primäärienergian kulutus Suomessa vuonna 2018	Kulutus 100% fossiilivapaassa skenaariossa
Tuulivoima	6 TWh	60 TWh
		+ 40 TWh synteettisiin polttoaineisiin 16 TWh (hyötysuhde 40%)
Aurinkovoima	0,1 TWh*	3 TWh
Ydinpolttoaineet, uraani	66 TWh	106 TWh (36 TWh sähköä)
Biomassa	104 TWh	110 TWh
Ympäristö- ja hukkalämpö (lämpöpumput)	10 TWh	38 TWh
Vesivoima	13 TWh	15 TWh
Vienti/tuonti	20 TWh tuonti	5 TWh vienti
Fossiiliset polttoaineet	Maakaasu 20 TWh, öljy 85 TWh, kivihiili 32 TWh ja turve 17 TWh	0 TWh

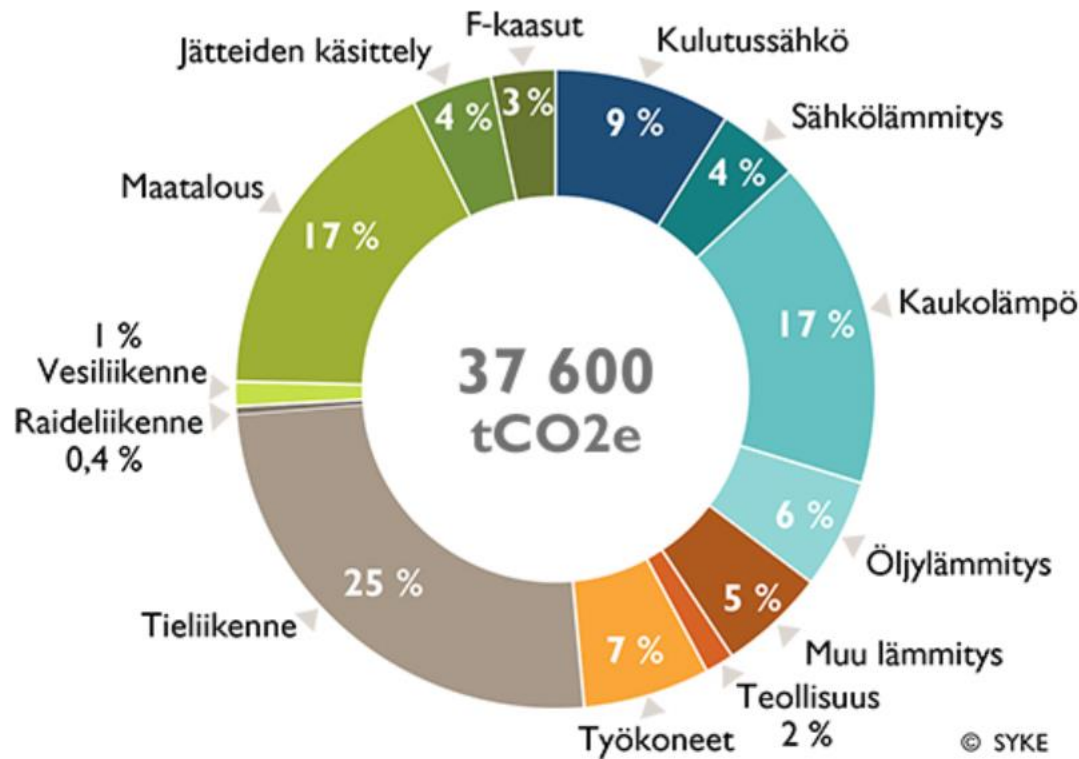
Muut, kuten kierrätyspolttoaineet 9 TWh ja teollisuuden reaktiolämpö 2 TWh on oletettu pysyvän samoina, joten ne eivät ole mukana taulukossa.

Pois polttamisesta - energian älykäs ja puhdas sähköistäminen on keino saavuttaa hiilineutraali Suomi



Suurin osa kuntien alueen päästöistä syntyy fossiilisten polttoaineiden polttamisesta ajoneuvoissa ja lämmityksessä
ALas-laskennassa

Lisätietoja: [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_paastolaske ntajarjestelma_kaikille_\(54833\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_paastolaske ntajarjestelma_kaikille_(54833))



Suomen kuntien yhteenlaskettujen kasvihuonekaasupäästöjen jakauma vuonna 2017. Päästöt on laskettu Hinku-laskentasääntöjen mukaisesti. © SYKE

Tehokkaimpia päästövähennystoimia

- Polttomoottoriajoneuvojen uusiminen sähkö- ja/tai biokaasuaajoneuvoiksi
- Liikennemäärien vähentäminen
- Lämmöntuotannossa siirtyminen lämpöpumppuihin
- Puhtaan sähköntuotannon lisääminen
- Tuotantoprosessien tehostaminen ja sähköistäminen
- Rakennusten energiaparannukset
- Suopeltojen ja -metsien ym. maaperäpäästöjen vähentäminen





KULJETUKSET 13.02. 09:22

Biokaasu Gasum Valio

Valion biokaasurekka kulkee omalla kaasulla

Maitotoimitukset kuljetetaan perille Valion omaa tuotehävikkikaasua käyttävällä rekalla.



Sähkötraktori



Vetybussi



Sähköbussi

CC BY-NC-ND



Sähköauto

Uusia sähköautomalleja tulee markkinoille - hinta alhaisempi ja kantama pidempi

Make ▼ \$ (11) ▼ Body Type ▼ Upcoming (11) ▼ ▾ More Options



SEAT Mii Electric (from 2020)

Battery Electric Vehicle - 36.8 kWh

⚡ ●○ A 4

€20,650

* €21,000

* £16,000

0 - 100*	Top Speed	Range*	Efficiency*	Fastcharge
12.0 sec	130 km/h	200 km	16.2 kWh	170 km/h



Skoda CITIGOe iV (from 2020)

Battery Electric Vehicle - 36.8 kWh

⚡ ●○ A 4

€20,950

* €21,500

* £16,000

0 - 100	Top Speed	Range*	Efficiency*	Fastcharge
12.3 sec	130 km/h	200 km	16.2 kWh	170 km/h



Volkswagen e-Up! (coming soon)

Battery Electric Vehicle - 36.8 kWh

⚡ ●○ A 4

€21,975

€23,475

* £16,000

0 - 100	Top Speed	Range	Efficiency	Fastcharge
11.9 sec	130 km/h	200 km	16.2 kWh	170 km/h

Pitkän matkan ja lentoliikenteen polttoaineet - tuulesta vai metsästä?



Liikkumismarkkinoiden murros

Liikkumismarkkinoiden koko maailmanlaajuisesti on noin 6,5 biljoonaa euroa vuosittain, Suomessa noin 30 miljardia. Ala on voimakkaassa murroksessa, kun autojen ja kyytien jakaminen, MaaS ja taksimarkkinoiden uusjako muuttavat liiketoimintamalleja.

<https://www.businessfinland.fi/smartmobility>

Fossiilivapaa kaupunkienergia

Toimistotaloissa,
konesaleissa ym.

aurinkosähköä,
sähköautoja,
lämpöpumppuja
ja lämpökaivoja

Sähkövarasto /
elektrolyseri

Joustavaa vara- ja
säättövoimaa

Uusissa asuintaloissa
aurinkosähköä, sähköautoja ja
lämminviesivaraajia

Aurinkolämpö-
keräimiä

Tuulivoimaa

Teollisia
lämpöpumppuja

Lämpövarastoja

Vanhoissa rakennuksissa
aurinkosähköä, sähköautoja,
lämpöpumppuja ja lämminviesivaraajia

Kaukolämpöverkko

Sähköverkko

Kaukokylmäverkko

Yandexin datakeskuksen hukkalämpö lämmittää Mäntsälää – kaukolämpö- asiakkaiden lasku pieneni merkittävästi



Palvelinkeskus tuottaa lämpöä 1400 saunakiukaan verran. (KUVA: Heikki Saukkomaa)

Julkaistu: 13.11.2018 20:08

Venäläisen hakukoneyhtiö Yandexin datakeskuksen hukkalämpöä
käytetään Mäntsälän lämmittämiseen.

Mäntsälässä näytetään mallia hukkalämmön hyödyntämisessä

© 22.8.2017



Mäntsälässä toimiva Yandex Oy:n datakeskus on hyvä esimerkki, miten hyvällä yhteistyöllä ja suomalaista osaamista hyödyntäen saadaan parhaimmillaan koko kunnan kaukolämpö tuotettua tietokoneiden hukkalämmöstä.

Kaukolämmön lähteet
Mäntsälässä: hukkalämpö noin
85% ja maakaasu noin 15%
Lähde: Calefa Oy

**Hukka- ja ympäristölämpö
muuttuvat laajasti
kannattaviksi, jos
sähkövero alenee**

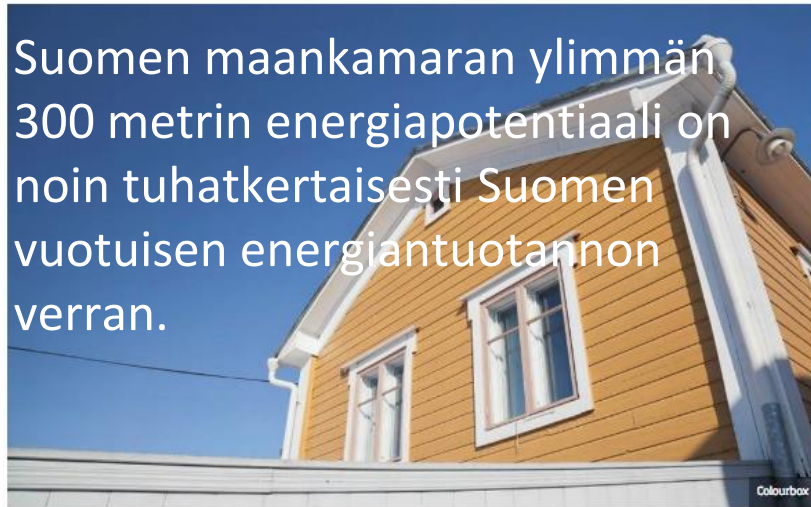
Rakennusten uusiutuva energia ja energiatehokkuus

- **Olemassa olevissa rakennuksissa taloudellisesti kannattavia toimia esim.**
 - öljylämmityksen vaihtaminen maalämpöön
 - kerrostaloissa hukkalämmön talteenotto koneellisesta ilmastoinnista
 - katon lisäeristys, vanhojen ikkunoiden ja ovien vaihto
- **Kunnan rakennuksissa remonttien toteutus esim. energiapalvelumallilla**

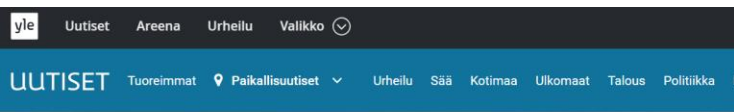
GEOENERGIA | Sofia Virtanen 11.12.2018 klo 11:30

Suomen maankamarassa piilee 1000 vuoden tuotantoa vastaava puhtaan energian varasto - GTK:n tutkijat käyttivät ensimmäisinä maailmassa tekoälyä maalämpöpotentiaalin arvioimiseen

Suomen maankamaran ylimmän 300 metrin energiapotentiaali on noin tuhatkertaisesti Suomen vuotuisen energiantuotannon verran.



Taloyhtiö teki irtioton kaukolämmöstä ja näin se vaikutti: ”25 000 euroa puhdasta rahaa on säästynyt vuodessa”



Taloyhtiö vaihtoi kaukolämmön maalämpöön, säästää 24 000 euroa vuodessa ja yllättyi – asuntojen hinnat lähtivät merkittävään nousuun

Katso kartasta, missä päin Suomea on paras maankamara maalämmön hyödyntämiseen.

Maalämpö 4.2.2020 klo 16.11 | päivitetty 4.2.2020 klo 16.17



Kuva: Kare Lehtonen/Yle



Helsingin Mannerheimintieellä sijaitsevan taloyhtiön edustajat Ilkka Huttunen (vasemmalla) ja Matti Kupari ovat tyytyväisiä maalämpöön.

Kuva: Sari Gustafsson

 Jaa

Julkaistu: 24.8.2019 11:45

Kerrostalojen lämmityksen perusteet ovat väärät - "Ulkolämpötila selittää vain osan siitä, mitä sisällä tapahtuu"



Lämpöakun putket. Kerrostaloa voidaan käyttää lyhytaikaisena lämpöakkuna, jos huoneiston sisäiset olosuhteet ovat selvillä.

“Taloja optimoimalla voidaan optimoida koko kaukolämpöverkko. Taloa voidaan käyttää lyhytaikaisena lämpöakkuna. Eli taloon voi varata lämpöä ja purkaa sitä tehopiikin aikana.”

<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/kerrostalojen-lammituksen-perusteet-ovat-vaarat-ulkolampotila-selittaa-vain-osan-siita-mita-sisalla-tapahtuu-6741929>

Case **Tapio Tuomi**, Nurmijärvi

Lisätietoja: www.lahienergia.org

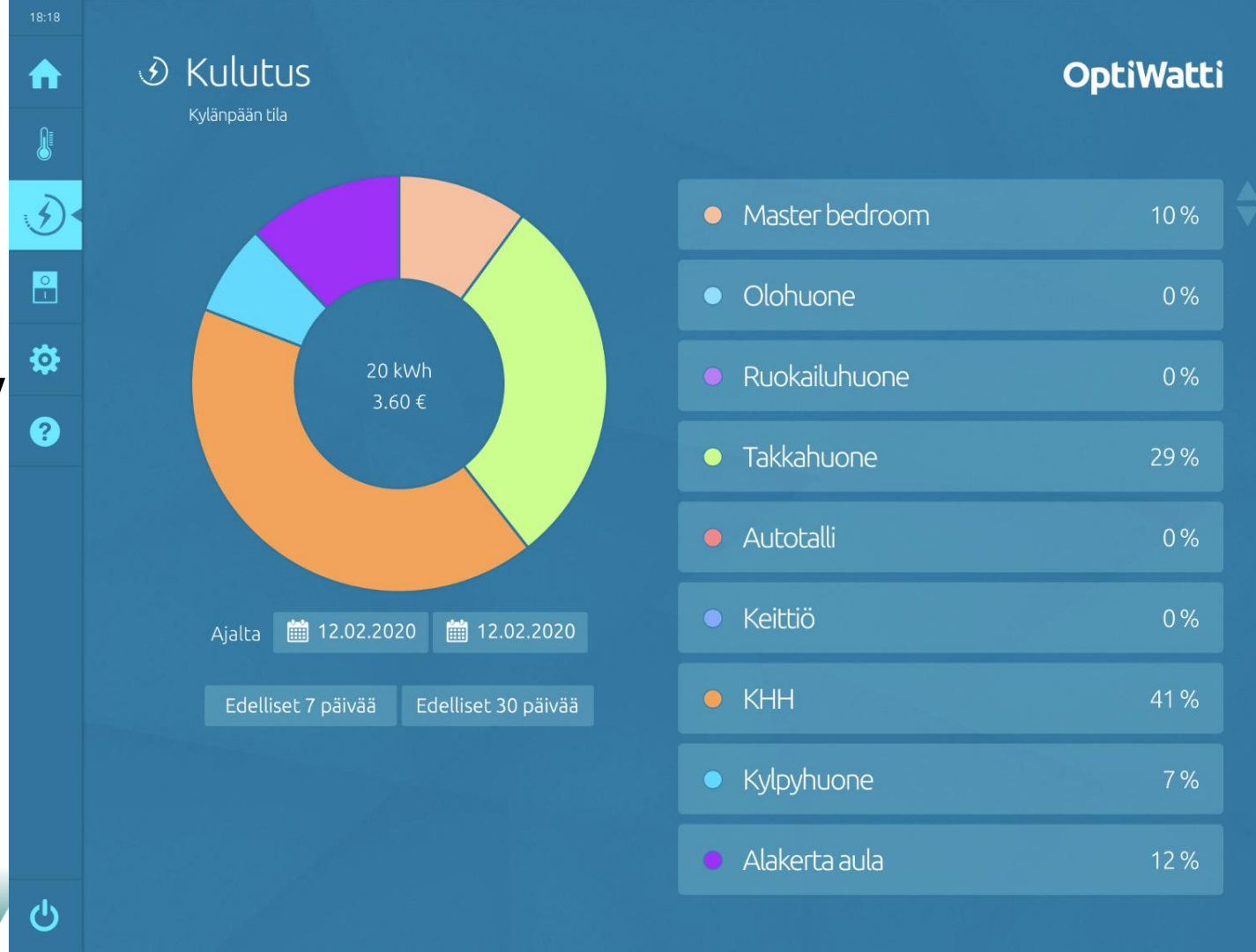


- sähköauto
- 2 bussikorttia
- 2 ilmalämpöpumppua
- ovien tiivisteiden vaihto
- aurinkosähkö
- aurinkolämpö
- lämminvesi-varaaja
- älyohjaus
- tuuli- ja ekosähkö (Lumituuli Oy osakkeita)
- varaava tulisija 20



Sähkölasku v.
2012 **5550**
euroa -> v.
2019 **3300**
euroa = säästö
2 250 euroa/v

Investointien
takaisin-
maksuaika alle
10 vuotta ja
tuotto yli 5%





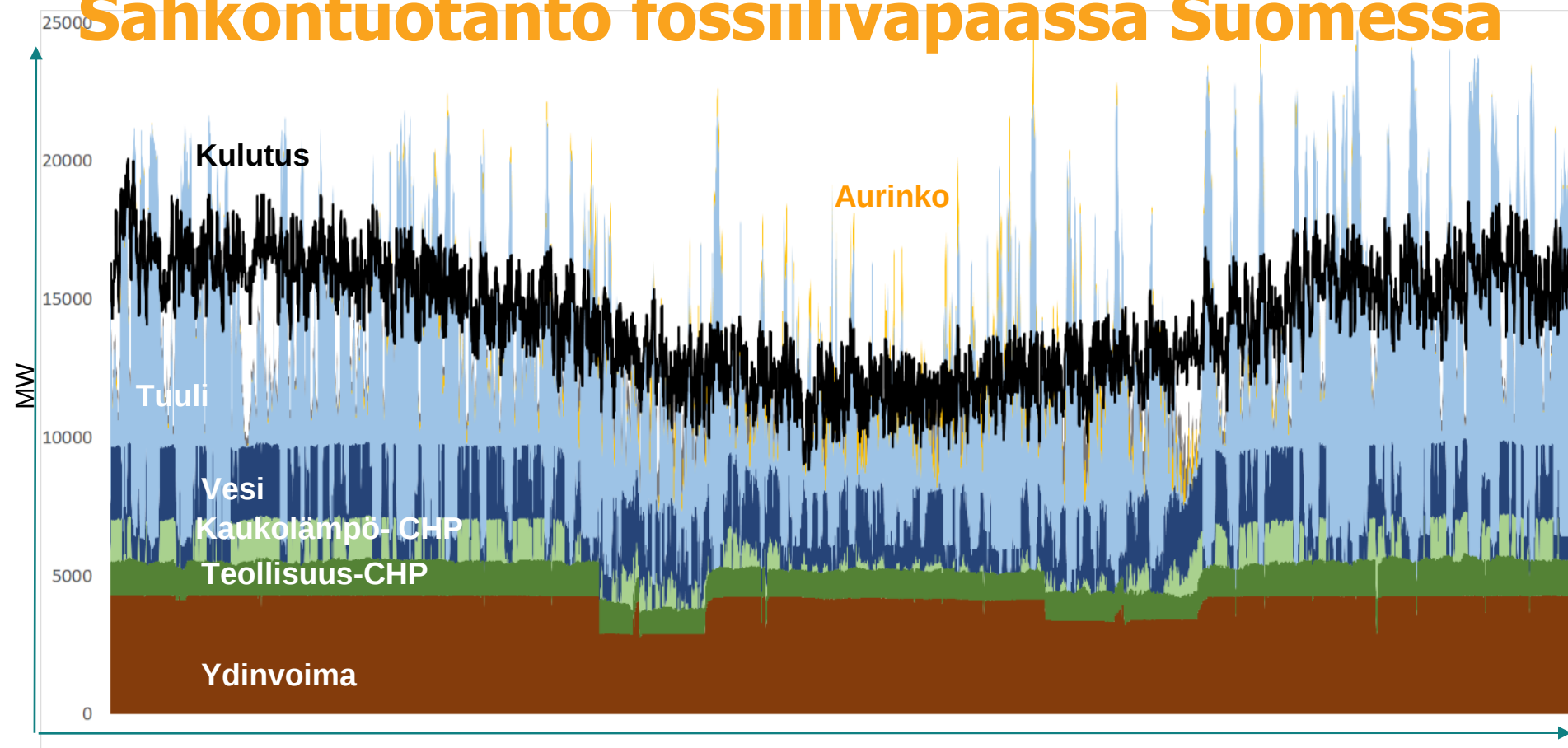
**2 vanhaa polttomoottoriautoa
-> 1 uusi sähköauto + 2 bussikorttia
= vuosisäästöä liikkumiskuluihin 700 euroa**

Kuntien toimet lämmityksen päästöjen vähentämiseksi

- Energiayhtiöiden omistajaohjaus.
- Lämpökaivojen porausalueiden, tuulivoimapuistojen ja aurinkoenergian mahdollistava kaavoitus ja luvitus.
- Investoinnit oman rakennuskannan energiatehokkuuden parantamiseksi ja uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi.



Sähköntuotanto fossiilivapaassa Suomessa



Fossiilivapaa skenaario laadittiin Energy Plan -ohjelmalla, jolla mallinnetaan miten tuotantoteho vastaa kulutukseen vuoden ympäri tuntitasolla mahdollisimman kustannus- ja resurssitehokkaasti.

Puhtaan sähkön- tuotannon lisääminen

- Tuulivoimaa kunnan alueelle kaavoituksella ja luvituksella - > hyötynä kiinteistöverotulot
- Kunnan investoinnit tuulivoimaan energiayhtiön kautta tai pitkäaikaisella sähkönostosopimuksella (PPA).



Kuva: Kai Tirkkonen

Tuulivoiman lisärakentaminen on tärkeä edellytys Googlen suurinvestoinnille, mutta myös uusi merkittävä tulonlähde tuulivoimakunnille.

4.11.2019 klo 9:20



Syyskuussa julkistettu Googlen suursatsaus Haminan datakeskukseen ja myös tuulivoimaan vaikuttaa myös kuntatalouteen. Kainuuseen ja Pohjois-Pohjanmaalle tulevat tuulivoimapuistot tuovat isäntäpaikkakunnille merkittävät tulot kiinteistöveroina.

Monelle kunnalle tuulivoimaloista on muodostunut merkittävä kiinteistöverotulojen lähde. Suomen viisi suurinta tuulivoimakuntaa verotuloilla mitattuna ovat: Kalajoki, Raahe, Pori, Ii ja Kristiinankaupunki, jotka kuittasivat kukin tuulivoimaloilla hieman yli tai alle miljoonan euron verotulot vuonna 2018.

Tuulivoimateknologian läpimurto

	Huolto- sopimusten pituus	Tuotantohinta (ilman korkoja ja tuottovaatimuksia)
2012	10 vuotta	60 euroa/MWh
2018	30 vuotta	30-35 euroa/MWh

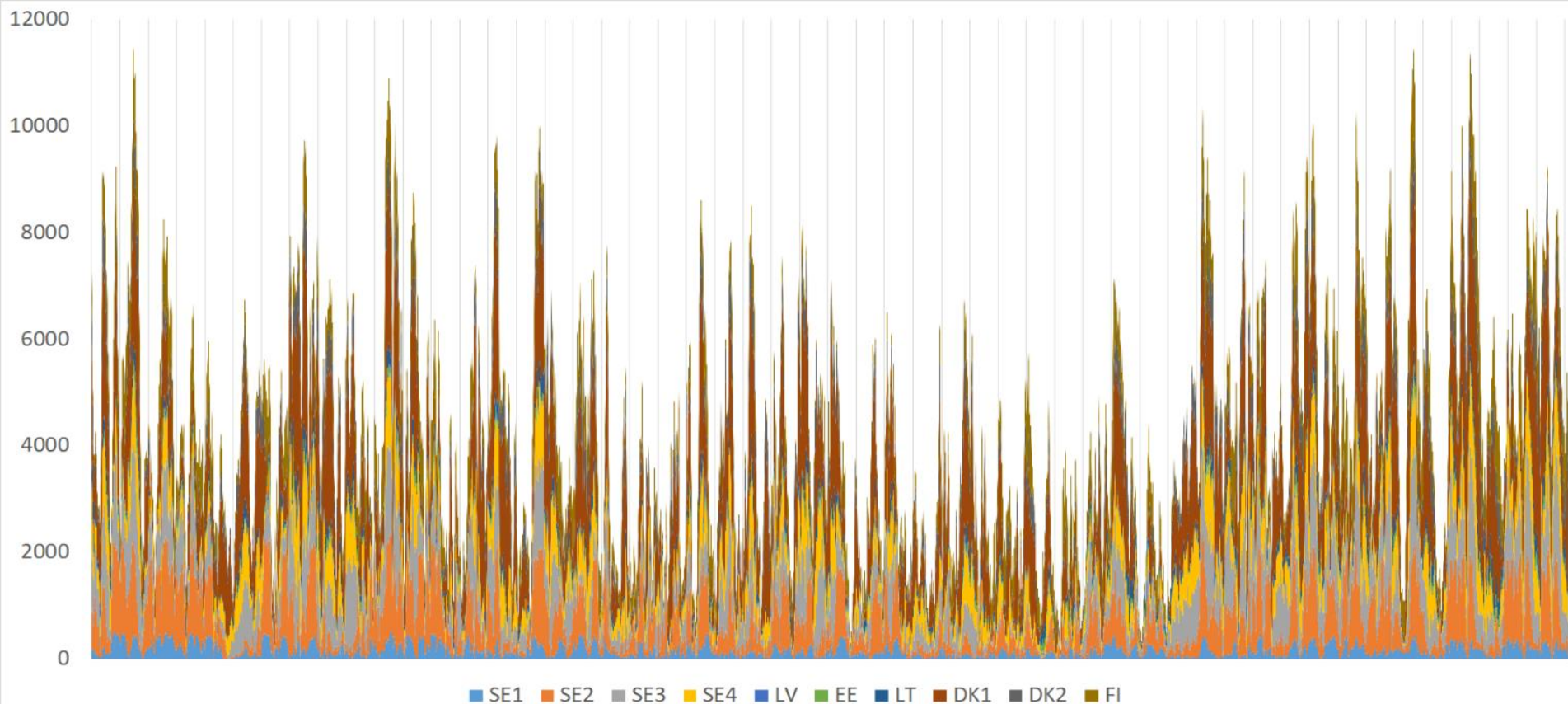


Tuulivoima on nyt halvin tapa tuottaa sähköä!

Esimerkkilaskelma:

Fossiilivapaan skenaarion 100 TWh tuulivoimaa vie Suomen pinta-alasta 0,7 - 1,5 %, kun 5 - 10 MW:n tuulivoimaloita tarvitaan 2 300 - 5 000 kpl.

Tuulivoiman tuotanto vuoden 2017 aikana tunneittain Itämeren alueella



Miten vaihteleva tuotanto hallitaan?

Timescale:

Months Seconds Minutes Hours Days Weeks

**Variability
of wind and
solar
production**

Wind power

Solar energy

**Storage
and
demand
response
solutions**

Hydrogen production & storage

Heat storages

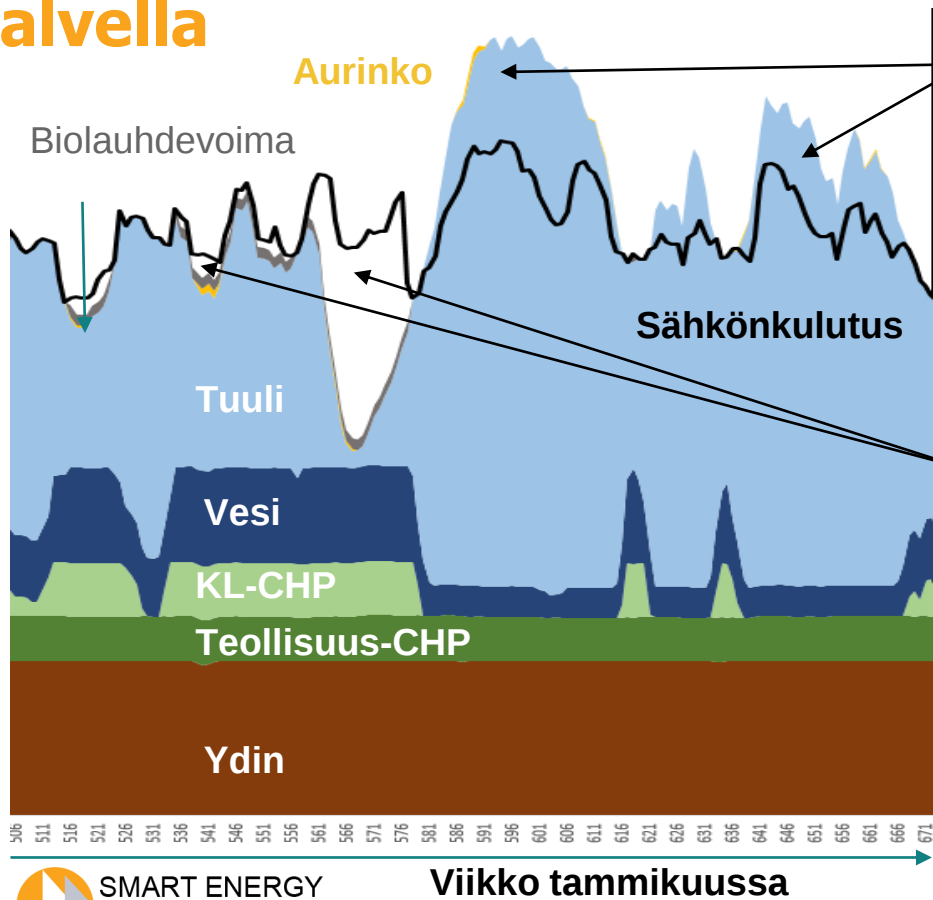
Demand response of industrial buildings and storehouses

Demand response of residential and office buildings

Electric batteries

Storages not needed

Vaihtelevan tuotannon ja kulutuksen yhteensovittaminen talvella



- Lämmön varastointi
- Sähkökattiloilla lämpöä
- Kulutusjoustoautomaatiolla sähköautojen lataus, teollisuusprosessien kiihdyttäminen ja esim. biomassan kuivaus
- Sähkön vienti
- Vedyn ja metaanin valmistus

- Kulutusjoustoautomaatiolla tehon alennus lämmityksessä, sähköautojen latauksessa ja teollisuudessa.
- Lämpöpumppujen sähkötehon tarpeen alentaminen lämpövarastoja purkamalla
- Sähkön tuonti
- Synteettisten polttoaineiden käyttö
- (viime kädessä häiriöreservi)

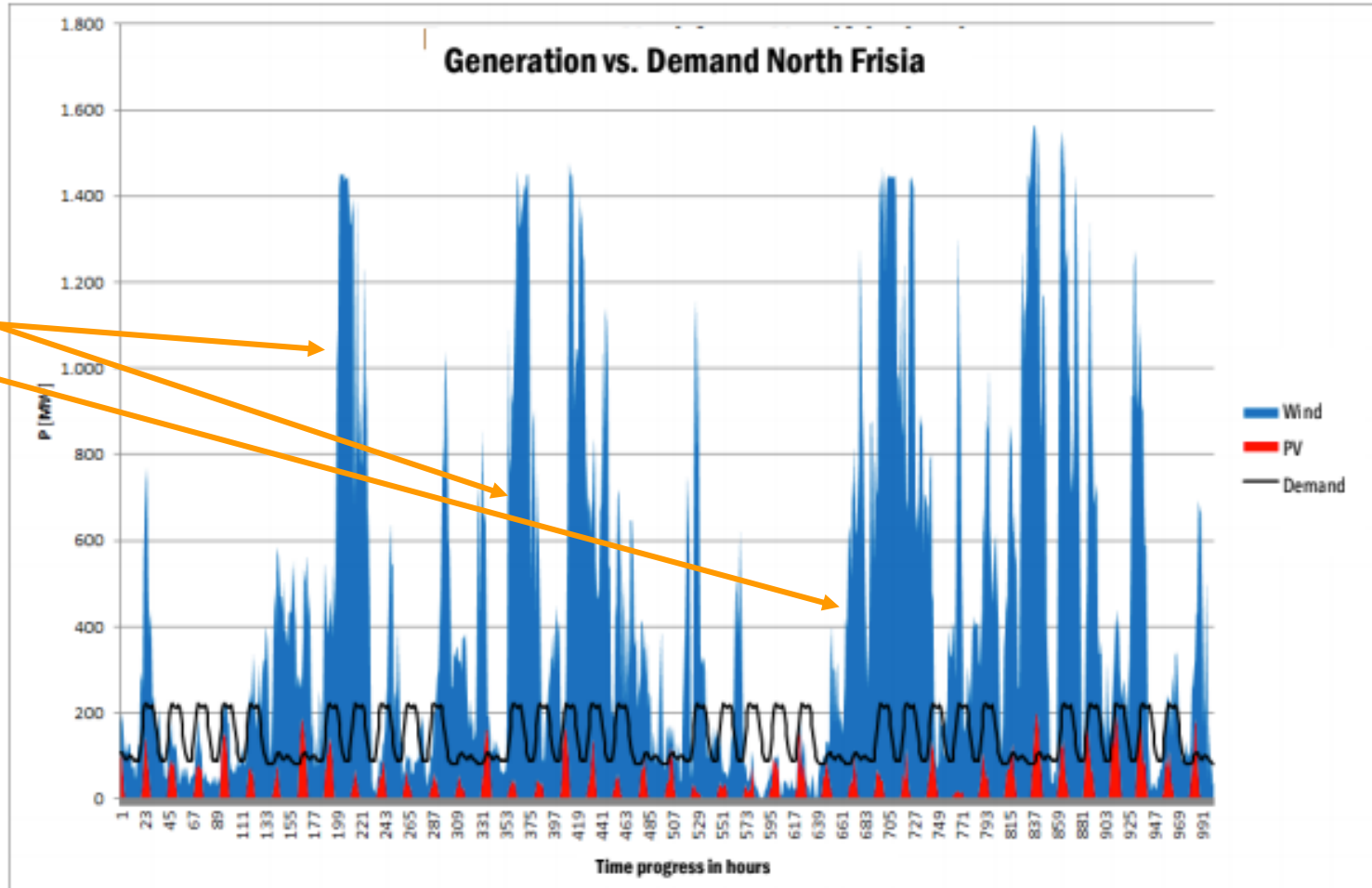


Esimerkki: North Frisia, Saksa



Generation Wind & PV vs. Demand (2014)

Puhtaassa energia-järjestelmässä tuuli- ja aurinkovoimalla tuotetaan energiaa liikenne-, teollisuus- ja lämpösektoreille



Teollisuus: case puhtaan teräksen tuotanto

SSAB



HYBRIT - Toward fossil-free steel

SSAB, LKAB ja Vattenfall yhdistivät voimansa ja käynnistivät vuonna 2016 HYBRIT-hankkeen, jonka tavoitteena on mullistaa teräksenvalmistus. Hankkeessa rautamalmipohjaisessa teräksenvalmistuksessa perinteisesti käytetty kooksi on tarkoitus korvata vedyllä. Lopputulos on ainutlaatuinen: maailman ensimmäinen fossiilivapaa teräksenvalmistustekniikka, jonka hiilijalanjälki on käytännössä olematon.

Puhtaan teräksen tuotanto vetypelkistystekniikalla Raahessa edellyttää uutta sähköntuotantoa noin 12 TWh, jonka tuottamiseksi tarvitaan esim. noin 300-600 isoa 5 - 10 MW:n tuulivoimalaa. Ne vievät 0,1 - 0,2 % Suomen pinta-alasta, joka vastaa max. Keminmaan maapinta-alaa 626 km². Vedylle on suunniteltu prosessiin noin viikon välivarasto ja se voidaan tuottaa muuallakin kuin Raahen tehtaalla.

Milloin pitää toimia?

- Hiilineutraali Suomi 2035
 - aikaa jäljellä 15 vuotta
- Hinku-kunnat ovat sitoutuneet vähentämään alueensa päästöjä 80% 2030 mennessä
 - aikaa jäljellä 10 vuotta
- Pitoajat: rakennus 100-300 vuotta, auto yli 20 vuotta, voimala 25-60 vuotta, puu 10-500 vuotta



Käynnissä on globaali energiamurros, joka vaikuttaa Suomeen väistämättä

- Teknologian kehitys
 - Aurinkopaneelien, akkujen, sensorien, tuulivoiman, lämpöpumppujen, sähköautojen, ledien jne. hinnat alenevat
- Digitalisaatio
- Ilmastonmuutoksen hillintä



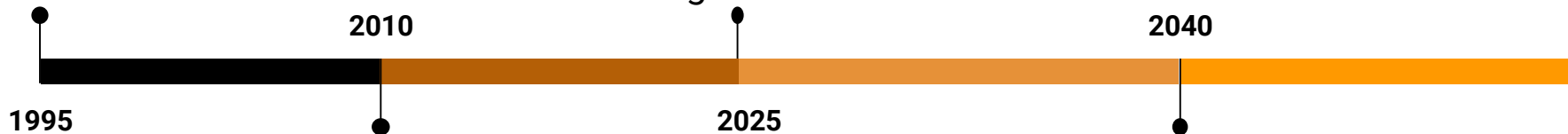
Energiamurros mullistaa energiajärjestelmän ja -toimialan

Yksisuuntaiset verkot

Fossiilinen tuotanto

Kaksisuuntaiset verkot

Uusiutuva energia, hukkalämpö, energiavarastot sekä rakennukset täydentävät toisiaan digitalisaation avulla

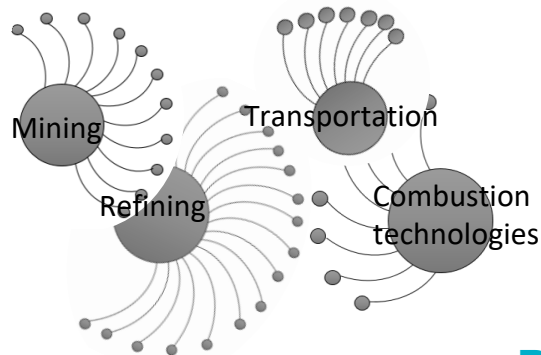


Yksisuuntaiset verkot

Uusiutuva energia keskitetyissä yksiköissä

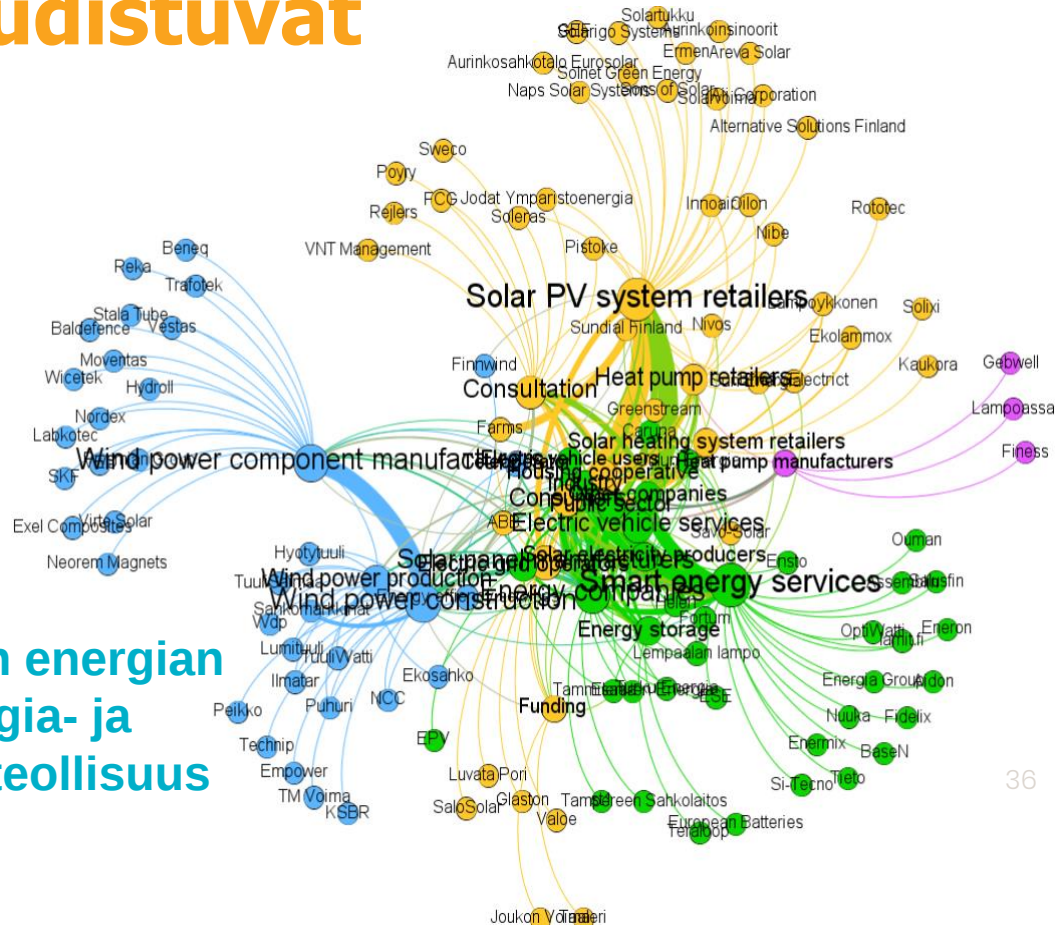
Fossiilivapaa energiajärjestelmä

Teknologiamurroksissa yrityskenttä ja liiketoimintamallit uudistuvat



**Fossiilinen
energiateollisuus**

**Puhtaan energian
teknologia- ja
palveluteollisuus**



Kiitos! Kysymyksiä?



Karoliina Auvinen

karoliina.auvinen@ymparisto.fi

+358 29 5252140



@karoliinauvinen