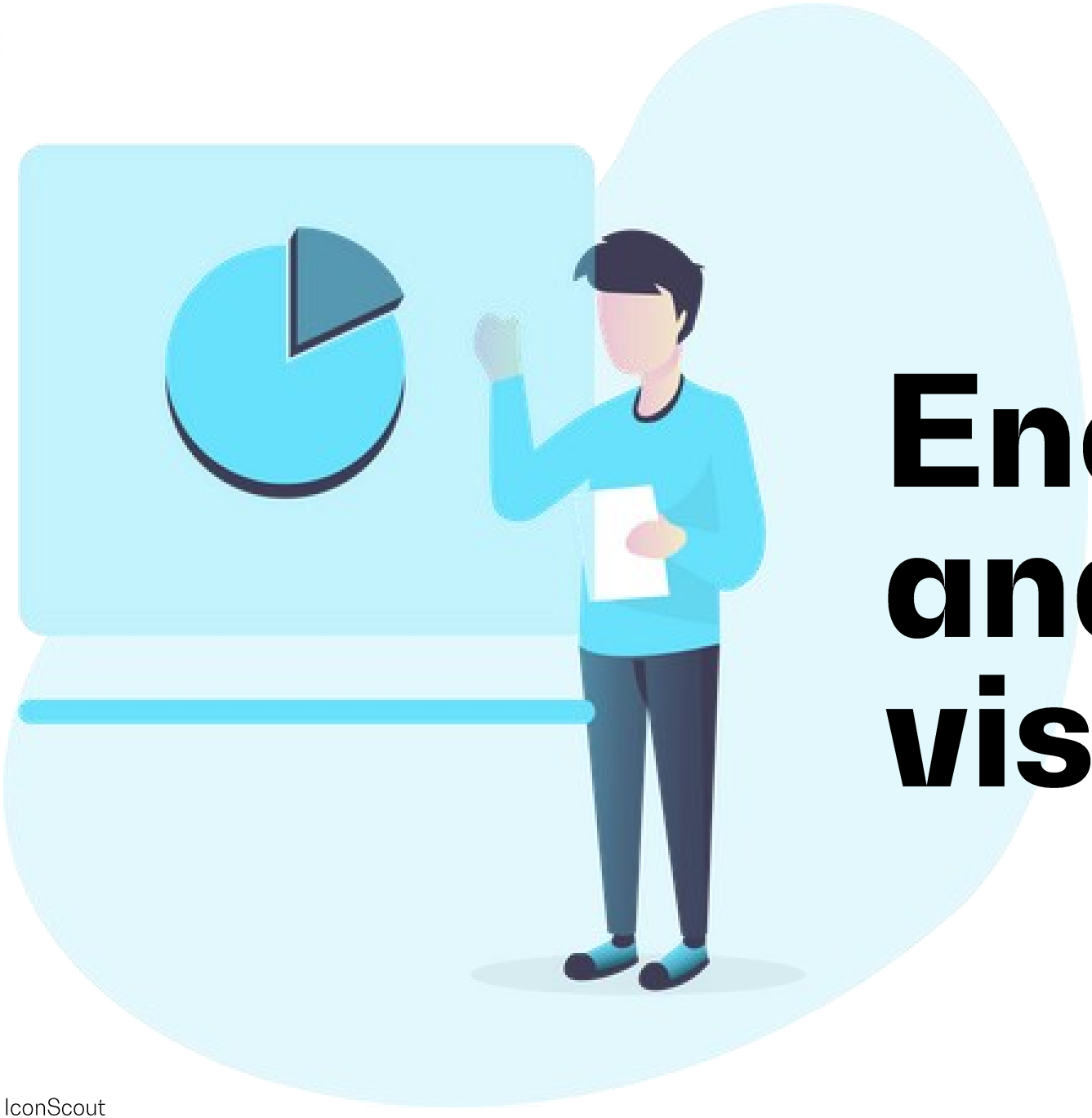
JUNIOR

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University



Energiadatan analysointi ja visualisointi

Kuva: IconScout

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Tänään

- Tutustutaan data-analyysin ja datan visualisoinnin hyötyihin
- Tutustutaan eri energialähteisiin ja vetyyn energialähteenä
- Käsitellään itse EU:n avointa dataa Euroopassa tuotetuista energialähteistä.



Energialähteet ja vety

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University



Energia

- Mitä energia on?
  - Systeemin kyky tehdä työtä.
  - Energian suure on Joule (**J**)

- Tänään käsitellään sähköenergiaa
  - Sähköenergian yhteydessä käytetään kuitenkin watti tunteja 1 **Wh** = 3600 **J**
  - 1 **GWh** = 1000000000 **Wh** = 1e9 **Wh**

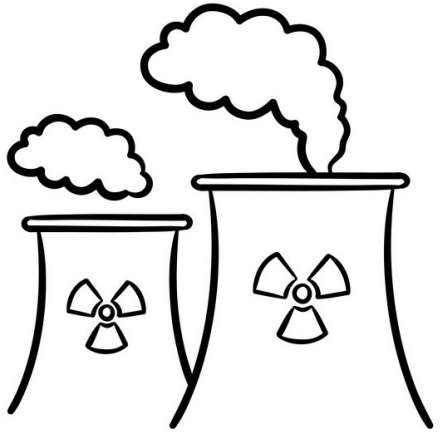
Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Energialähteet

Mitä eri energialähteitä on olemassa? Mitkä niistä ovat uusiutuvia energialähteitä?



Fossiiliset polttoaineet
Hiili, öljy ja maakaasu



Ydinvoima



Uusiutuvat energialähteet
Tuuli, aurinko, geoterminen ja vesivoima

Energialähteiden avulla voidaaan tuottaa sähköä, joka on sekundäärinen energialähde. Sähköä tarvitaan nykyisin erittäin paljon.

Sähkön avulla voidaan tuottaa vetyä, joka voidaan polttoaineen lisäksi hyödyntää myös ylijäämäsähkön varastoimiseen.

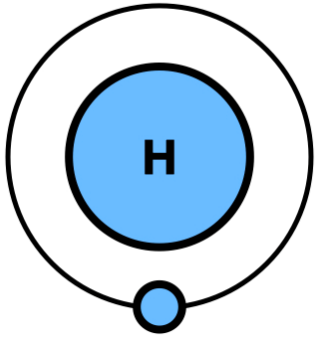
Kuvat: Flaticon, Vectorstock, Freepik

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Vety energialähteenä

Vety on maailmankaikkeuden yleisin alkuaine ja esiintyy huoneenlämmössä kaasumuodossa.

Vedyn käyttö energialähteenä on ollut ajankohtainen aihe ilmasto- ja energiakriisin takia. **EU:ssa käytetystä energiasta tällä hetkellä alle 2% on vetyä.**



Vetyä voi hyödyntää energian varastoimiseen ja myös käyttää polttoaineena ajoneuvoissa. Lisäksi varastoidusta vedystä voi tehdä sähköä ja sähköpolttoaineita, kuten metaani.



Aalto-yliopistoon on perustettu vetyinnovaatiokeskus, jonka monitieteellisen tutkimuksen tavoitteena on kehittää vety-yhteiskuntaa, joka vastaisi YK:n kestävän kehityksen ja hiilettömän tulevaisuuden tavoitteita.



Kuvat: Wikimedia Commons, iStock

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Datan analysointi

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Datan analysointi

01

7.12.2022

1000

12.5.2015

134

tuuli

Espanja

5467

Suomi

aurinko

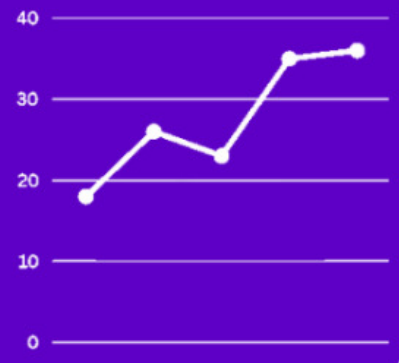
Datan valinta ja kerääminen

02

	1.	2.
Päivämäärä	7.12.2022	12.5.2015
Maa	Suomi	Espanja
Energialähde	tuuli	aurinko
Määrä	134	1000

Datan käsittely helposti analysoitavaan muotoon

03



Datan analysointi ja kuvaajien luominen

04



Datan tulkitseminen ja johtopäätöksien tekeminen

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

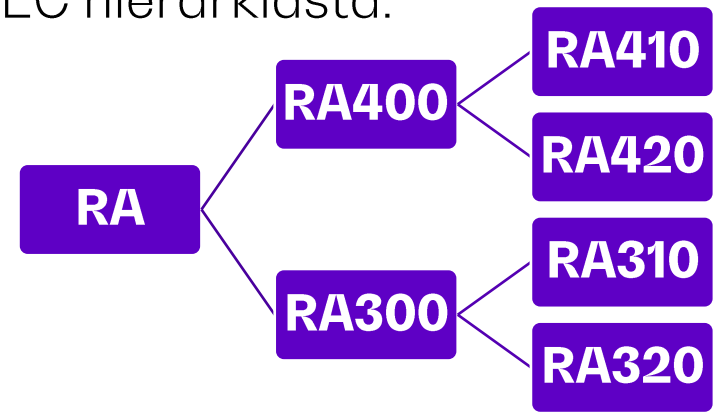
SIEC-koodit

SIEC = Standard international energy product classification. SIEC koodit ovat standardisoitu energiatuotteiden luokitusjärjestelmä.

SIEC koodeja käytetään esim. energiatietojen esittämisessä ja analysoimisessa.

Koodeja on lähes kolmesataa erilaista.

Esimerkki SIEC hierarkiasta:



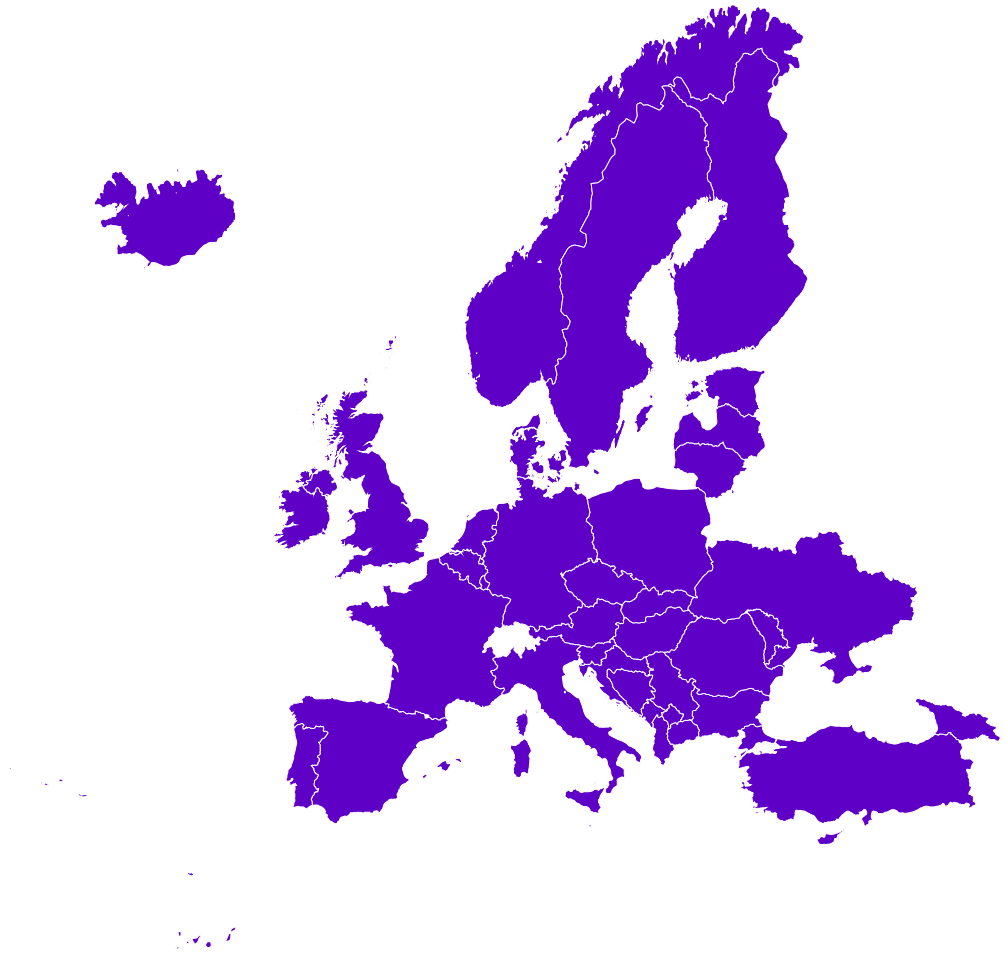
SIEC	Selitys
C0000	Coal and manufactured gases
CF	Combustible fuels
CF_NR	Combustible fuels - non-renewable
CF_R	Combustible fuels - renewable
G3000	Natural gas
N9000	Nuclear fuels and other fuels n.e.c.
O4000XBIO	Oil and petroleum products (excluding biofuel portion)
RA100	Hydro
RA110	Pure hydro power
RA120	Mixed hydro power
RA130	Pumped hydro power
RA200	Geothermal
RA300	Wind
RA310	Wind on shore
RA320	Wind off shore
RA400	Solar
RA410	Solar thermal
RA420	Solar photovoltaic
RA500_5160	Other renewable energies
TOTAL	Total
X9900	Other fuels n.e.c.

Datasetin maat

Tässä työpajassa käytetyt maat

Maa	Maakoodi
FI	Suomi
SE	Ruotsi
NO	Norja
DK	Tanska
DE	Saksa
FR	Ranska
ES	Espanja
PT	Portugali
IT	Italia
PL	Puola
EE	Viro
LT	Latvia
AT	Itävalta
CZ	Tsekki
BE	Belgia
EL	Kreikka
NL	Hollanti
TR	Turkki
IR	Irlanti

Koko datasetin maat



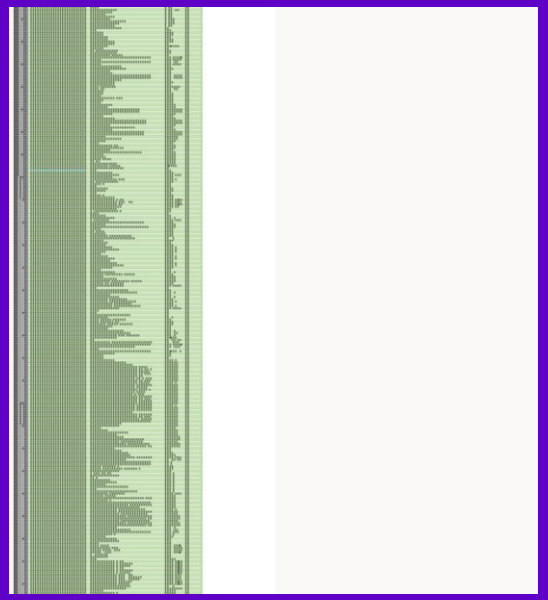
Powered by Bing
© GeoNames, Microsoft, Open Places, OpenStreetMap, TomTom

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Tutustutaan analysoitavaan dataan

Label	Definition	Notat
Total		TOTA
Combustible fuels		CF
Combustible fuels - renewable		CF_R
Combustible fuels - non-renewable		CF_NF
Combustible fuels - non-renewable - other		CF_NF
Coal and manufactured gases		C0000
Solid fossil fuels		C0000
Hard coal		C0100
Anthracite		C0110
Bituminous coal		C0120
Coking coal		C0121
Other bituminous coal		C0129
Brown coal		C0200
Sub-bituminous coal		C0210
Lignite		C0220
Coal products		C0300
Coal coke		C0310
Coke oven coke		C0311
Gas coke		C0312
Coke breeze		C0313
Semi cokes		C0314
Patent fuel		C0320
Brown coal briquettes		C0330
Coal tar		C0340
Manufactured gases		C0350
Coke oven gas		C0350
Gas works gas		C0360
Recovered gases		C0370
Blast furnace gas		C0371
Basic oxygen steel furnace gas		C0372
Other recovered gases		C0379
Other coal products		C0390
Peat and peat products		P1000
Peat		P1100
Sod peat		P1110
Milled peat		P1120
Peat products		P1200
Peat briquettes		P1210

Taulukko SIEC-koodeista, jotka kuvaavat eri energialähteitä.



SIEC-taulukon koko on 6 x 286.

OW	LAST UPDATE	freq	siec	unit	geo	TIME_PERIOD	OBS_VALUE
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.1.2016	22
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.2.2016	23
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.3.2016	21
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.4.2016	19
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.5.2016	19
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.6.2016	19
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.7.2016	14
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.8.2016	29
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.9.2016	23
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.10.2016	24
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.11.2016	40
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.12.2016	51
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.1.2017	54
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.2.2017	29
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.3.2017	48
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.4.2017	35
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.5.2017	32
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.6.2017	27
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.7.2017	23
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.8.2017	40
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.9.2017	27
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.10.2017	42
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.11.2017	58
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.12.2017	56
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.1.2018	50
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.2.2018	45
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.3.2018	49
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.4.2018	33
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.5.2018	44
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.6.2018	49
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.7.2018	27
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.8.2018	48
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.9.2018	61
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.10.2018	60
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.11.2018	68
RG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA300	GWH	FI	1.12.2018	46

Taulukko energialähteistä jokaiselle maalle tietylle kuukaudelle ja tuotettu energia GWH:ssa.

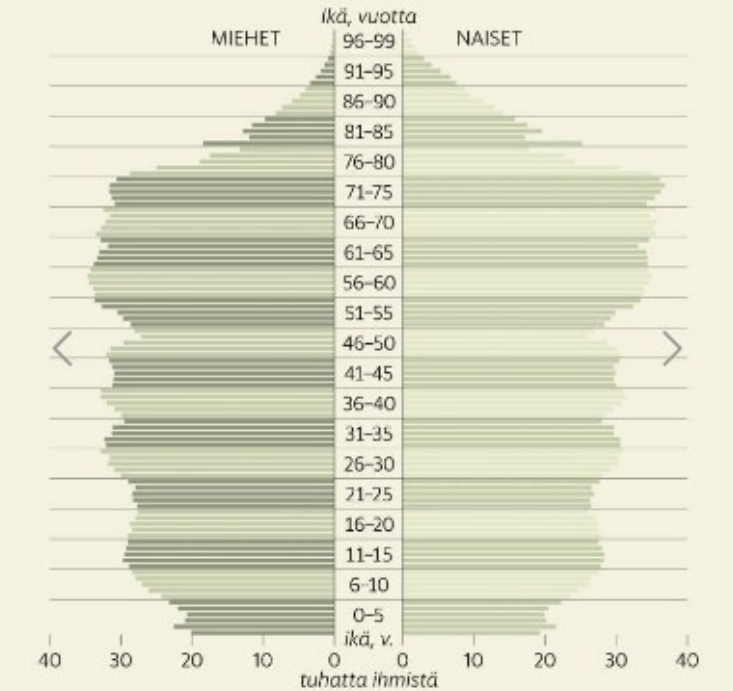
	DATAFLOW	LAST UPDATE	freq	siec	uni	geo	TIME_PERIOD	OBS_VALUE	OBS_FLAG
23984	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.12.2019	4458	
23985	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.1.2020	3431	
23986	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.2.2020	2674	
23987	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.3.2020	2878	
23988	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.4.2020	3641	
23989	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.5.2020	5188	
23990	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.6.2020	5416	
23991	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.7.2020	4812	
23992	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.8.2020	4322	
23993	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.9.2020	4046	
23994	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.10.2020	4478	
23995	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.11.2020	3444	
23996	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.12.2020	3615	
23997	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.1.2021	3749	
23998	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.2.2021	3532	
23999	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.3.2021	3190	
24000	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.4.2021	3182	
24001	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.5.2021	4666	
24002	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.6.2021	5683	
24003	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.7.2021	5268	
24004	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.8.2021	4835	
24005	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.9.2021	3124	
24006	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.10.2021	3074	
24007	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.11.2021	2949	
24008	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.12.2021	3065	
24009	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.1.2022	2452	
24010	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.2.2022	1727	
24011	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.3.2022	1640	
24012	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.4.2022	1874	
24013	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.5.2022	3286	
24014	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.6.2022	3506	
24015	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.7.2022	3521	
24016	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.8.2022	2765	
24017	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.9.2022	2225	
24018	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.10.2022	1933	
24019	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.11.2022	2382	
24020	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.12.2022	2421	
24021	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.1.2023	2218	
24022	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.2.2023	1680	
24023	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.3.2023	1830	
24024	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.4.2023	1749	
24025	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.5.2023	4325	
24026	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.6.2023	4997	
24027	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.7.2023	4549	
24028	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.8.2023	4068	
24029	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.9.2023	3710	
24030	ESTAT:NRG_CB_PEM(1.0)	13/12/23 23:00:00	M	RA100	GWH	IT	1.1.2016	92	

Energiataulukon koko 9 x 67067

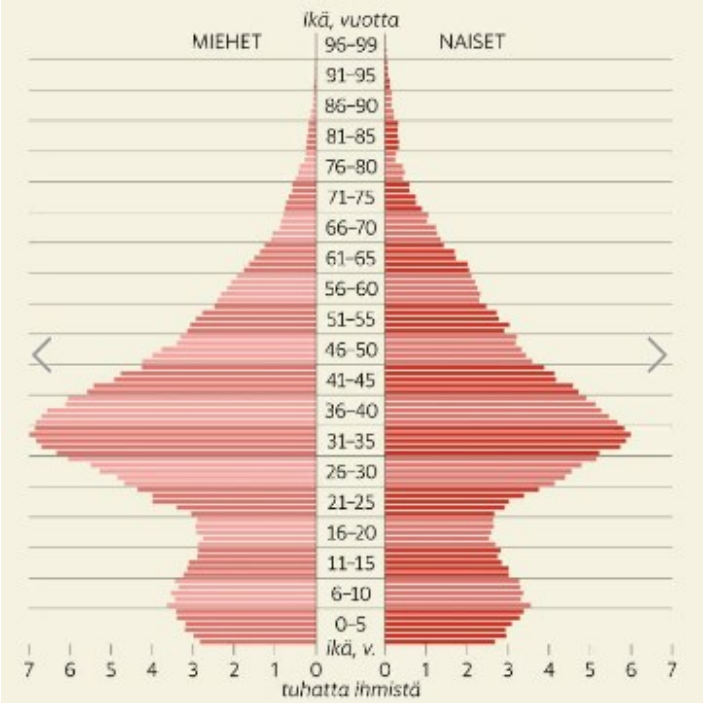
Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Skaalaus

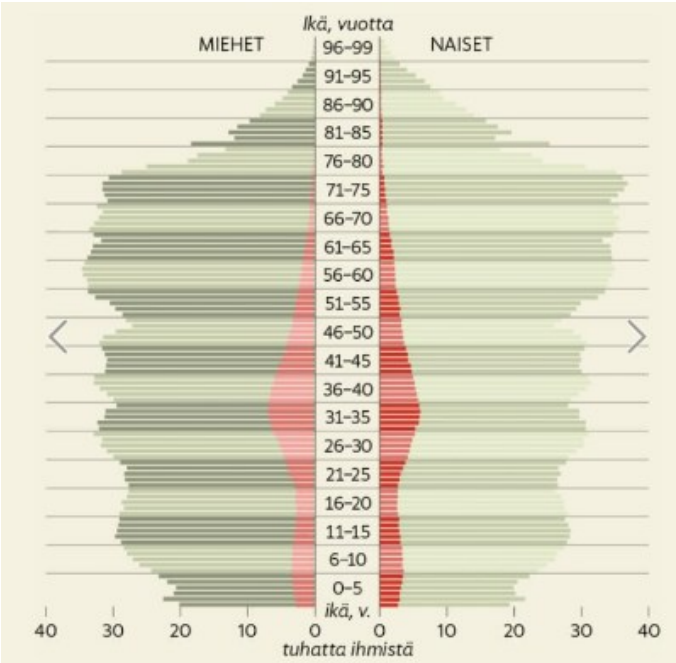
Esimerkki Helsingin Sanomista “Suomalais- ja ulkomaalaistaustaisen väestön ikärakenne Suomessa 2022”



Suomalaistaustaisen väestön määrä ikäluokittain.



Ulkomaalaistaustaisen väestön määrä ikäluokittain.



Ulkomaalaistaustaisen väestön määrä on huomattavan pieni suhteutettuna suomalaistaustaisten määrään.

Kuvat:Helsingin Sanomat

Korrelaatio vs kausaatio

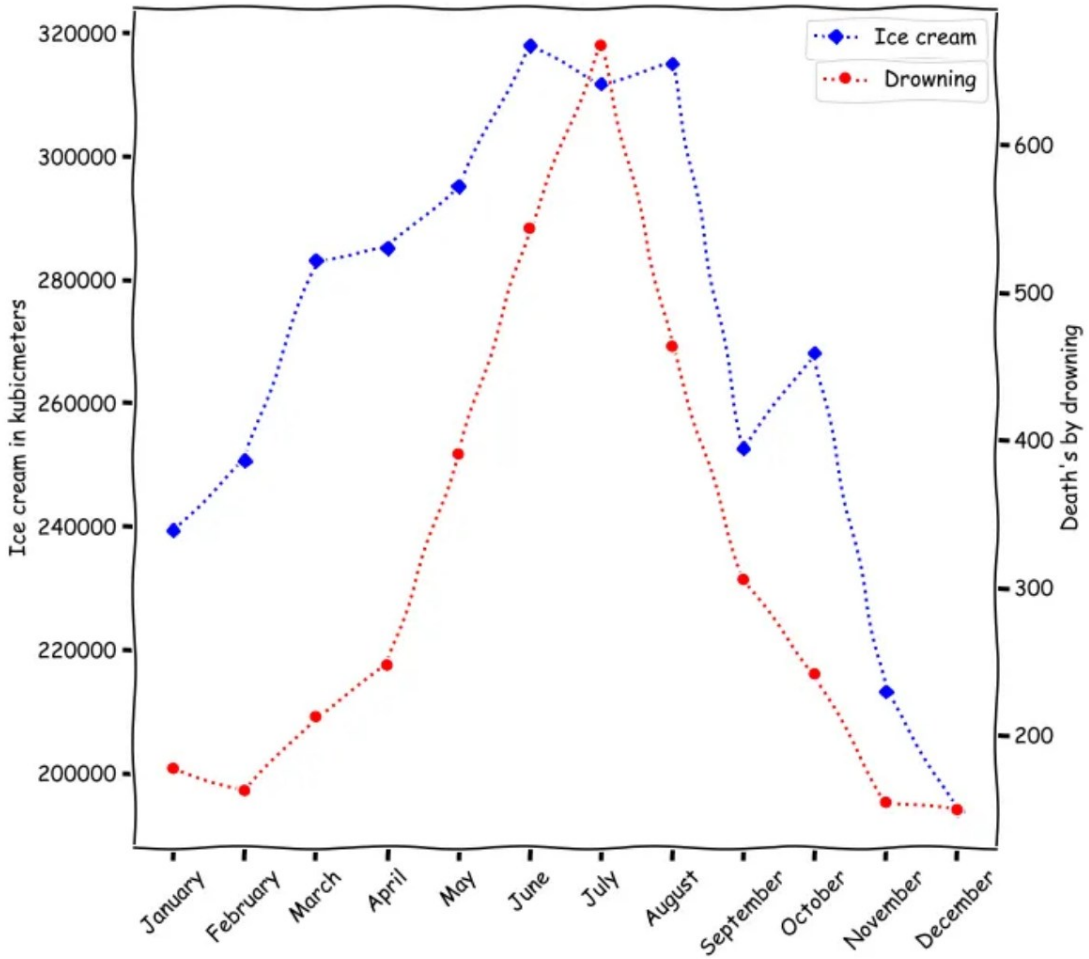
Korrelaatio = Kuvaa kahden muuttujan riippuvuutta.

Kausaatio = Syy-vaikutus suhde. Ensimmäinen tapahtuma aiheuttaa toisen.

Mitä huomaatte viereisestä kuvaajasta?

Miten vuodenaika vaikuttaa hukkumistapauksiin ja jäätelömyyntiin?

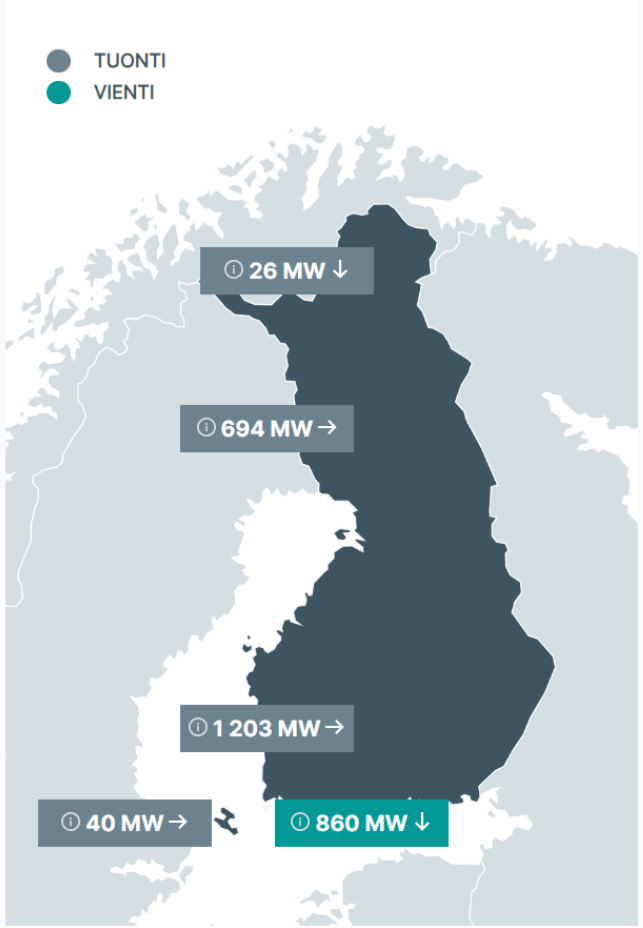
Mitä yhteistä on kuvaajien välillä? Mistä se voisi johtua?



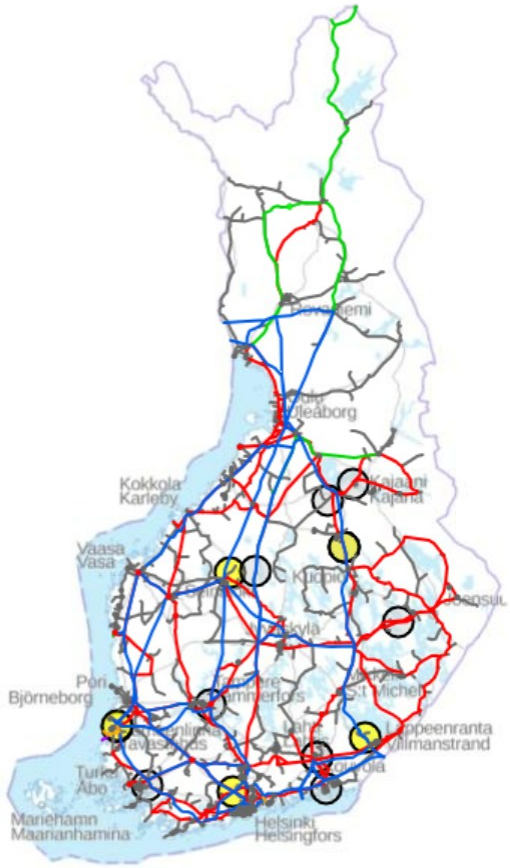
Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Datan visualisointi ei ole aina vain x ja y-akseleita

Mitä hyvää ja huonoa viereisissä kuvaajissa?



Suomen sähkön tuonti harmaalla ja vienti sinisellä



Fingridin sähköverkon käyttöhäiriöt viime 5 viikon ajalta. Punaisella merkitty meneillään olevat käyttöhäiriöt ja viime 5 vrk aikana keltaisena ja sitä vanhemmat häiriöt merkitty harmaalla

Kuvat: Fingrid.fi

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Työn suoritus

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

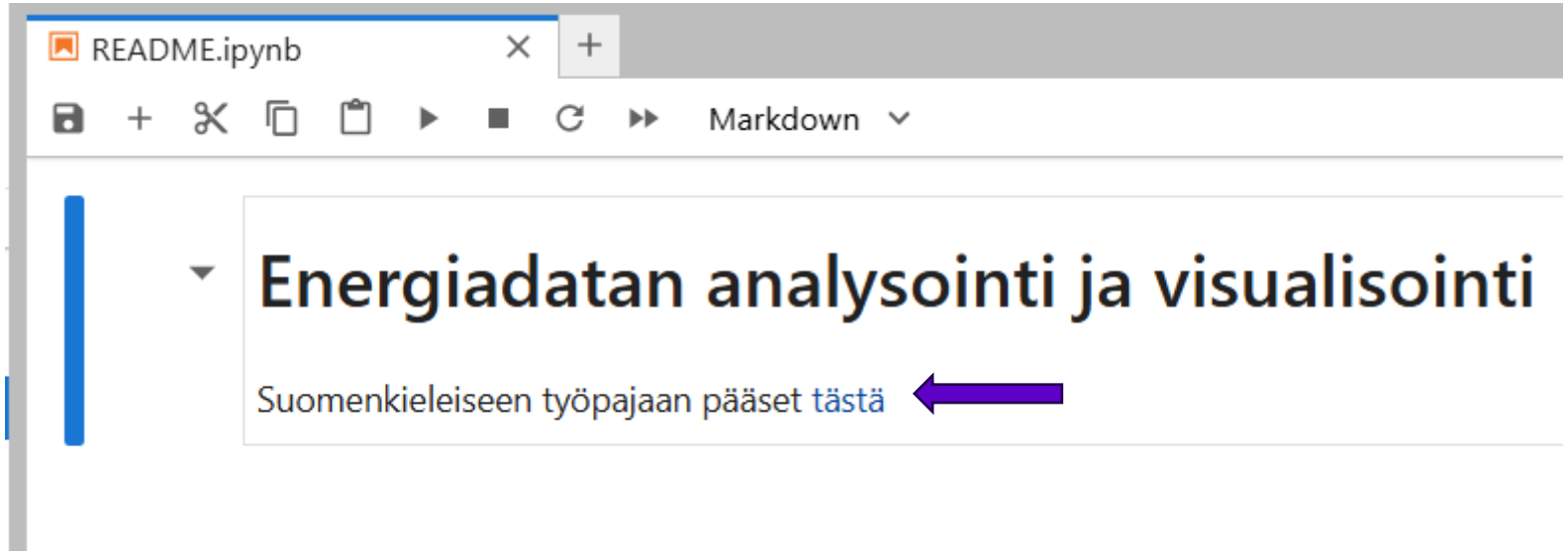
Työpajan tiedoston käyttäminen

1. Seuraa tiedoston ohjeita järjestyksessä.
2. Tässä työssä käytetään ohjelmointiympäristönä selaimessa toimivaa JupyterLite –ohjelmaa. Täällä toimivat Jupyter notebookit, jotka yhdistävät normaalia tekstiä ja Python-ohjelmointikielellä kirjoitettua koodia.
3. Tiedostossa tehtävät on jaoteltu lohkoittain. Tehtävissä on tekstisisältöä ja koodia.
4. Lohkoja ajetaan painamalla shift + enter.
5. Muista edetä järjestyksessä.

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Työn aloittaminen 1: Jupyter notebook

1. Avaa alla oleva linkki. Jupyter notebook aukeaa pian. Linkki: aaltojunior.github.io/EnergiaAnalyysi-Standalone/lab/index.html?path=notebooks/README.ipynb
2. Klikkaa tekstiä ”tästä” päästäksesi työpajaan.



Työn aloittaminen 2: Jupyter notebook

3. Aja ensimmäiset kuusi lohkoa. Näin saat ladattua datan ja tarvittavat kirjastot.
4. Valitse maa, jonka enegiadataa haluat analysoida.
5. Luo kuvaajia.
6. Vastaa tehtäviin liittyviin kysymyksiin.

1.1 Piirretään kuvaaja tuotetusta tuulivoimasta ajan suhteen

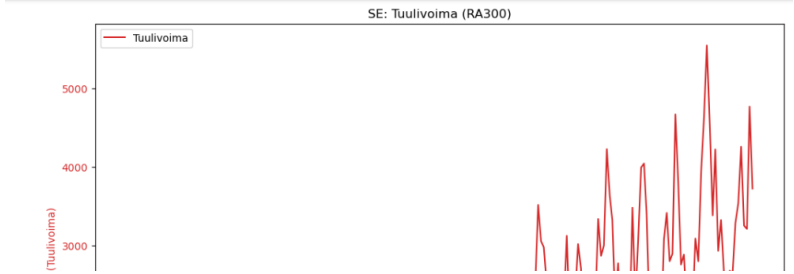
```
[12]: # Alustetaan kuvaaja.
      fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(12, 8))

      # Määritetään kuvaajan väri.
      color = 'tab:red'

      # Lisätään x ja y-akseleille otsikot!
      ax1.set_xlabel("Päivämäärä")
      ax1.set_ylabel("GWh (Tuulivoima)", color=color)

      # Luodaan kuvaaja annetusta datasta
      tuuli_line, = ax1.plot(maa_data.loc[maa_data["siec"] == "RA300"].TIME_PERIOD, maa_data.loc[maa_data["siec"] == "RA300"].OBS_VALUE, color=colo
      ax1.tick_params(axis='y', labelcolor=color)
      ax1.set_ylim(bottom=0) # Määritetään 0 y-akselin minimiksi


      plt.legend([tuuli_line], ['Tuulivoima']) # Lisätään viivalle otsikko
      plt.title(f"{maa}: Tuulivoima (RA300)") # Lisätään koko kuvaajalle otsikko
      plt.show() # Tulostetaan kuvaaja
```



Kysymykset

1. Miten tuotettu tuulienergia eroaa tuotetusta aurinkoenergiasta GWh:n määrässä?
2. Miten tuotetut energiat vaihtelevat vuodenajan mukaan?
3. Miten energioiden tuotanto kehittyy ajan mukaan?
4. Sopiiko nämä skaalat paremmin kuvaajaan? Miten kuvaajaa voisi vielä kehittää?

1.5 Tulosten vertailu eri maiden välillä

Vertailkaa teidän kuvaajia toisen ryhmän kanssa, joka on tarkastellut eri maan energiatuotantoa.

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

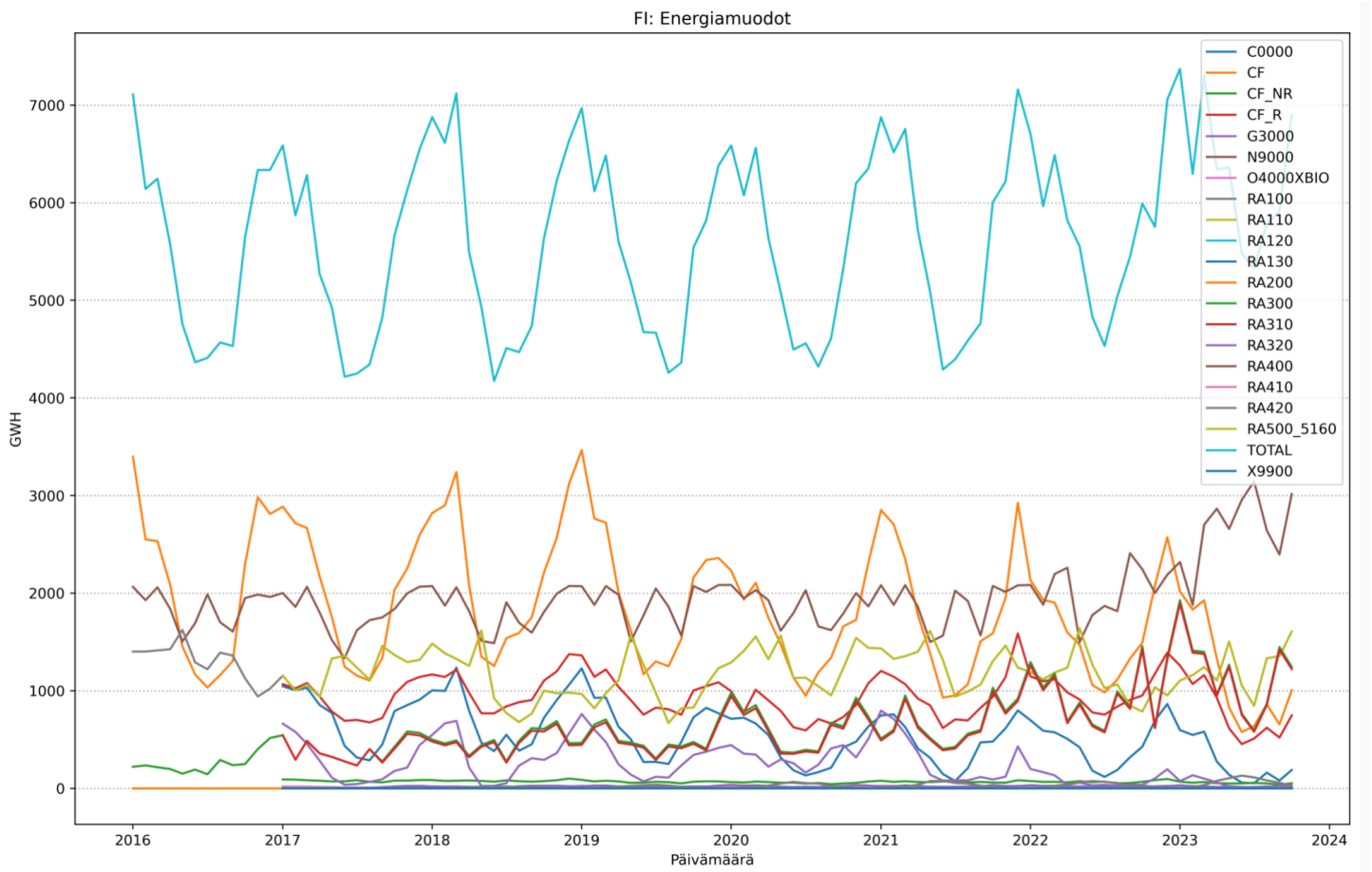
Työpajan kulku

1. Ladataan data ja tarvittavat kirjastot. Valitaan maa.

2. Luodaan kuvaajia.

3.Tarkastellaan kuvaajia ja vastataan kuvaajien liittyviin kysymyksiin.

(4.Vertaillaan kuvaajia toisen ryhmän kanssa.)



Linkit

aaltojunior.github.io/EnergiaAnalyysi-Standalone/lab/index.html?path=notebooks/README.ipynb

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Koonti

- Mikä oli tuotetuin energialähde Suomessa? Entä Euroopassa?
- Miten luotettava käytetty data oli?
- Mitä haasteita on vedyn hyödyntämisessä energialähteenä?

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Lähteet

- https://www.aalto.fi/fi/uutiset/aalto-yliopisto-perustaa-vetyinnovaatiokeskuksen-vauhdittaa-siirtymaa-kestavaan-vetytalouteen
- https://www.aalto.fi/fi/uutiset/nain-maailman-pienin-molekyyli-mullistaa-energiamarkkinat-ja-auttaa-ilmastokriisin-ratkaisemisessa
- https://www.aalto.fi/fi/uutiset/viisi-asiaa-jotka-paattajan-pitaa-tietaa-vihreasta-vedysta
- https://www.aalto.fi/fi/koulutustarjonta/energia-ja-konetekniikka-tekniikan-kandidaatti-ja-diplomi-insinoori
- https://www.aalto.fi/en/department-of-applied-physics/new-energy-technologies-renewable

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University