



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# On Clustering European Energy Data (*Valmiin työn esittely*)

*Iiro Alm*

*20.1.2023*

Ohjaaja: *Pauliina Ilmonen*

Valvoja: *Pauliina Ilmonen*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

# Tausta

## Venäjän hyökkäys Ukraina on aiheuttanut energiakriisin Euroopassa

- Vuonna 2021 Euroopan kaasusta 40%, kivihiilestä 46% sekä 27% öljystä tuotiin Venäjältä
- Venäjän hyökkäyksen Ukraina 2022 aiheuttamien pakotteiden johdosta energian tuonti Venäjältä Eurooppaan on pitkälti pysähtynyt
- Tilanne on johtanut energiakriisiin Euroopassa
  - Esimerkiksi: 1) Saksassa kotitalouksien sähkölaskut ovat nousseet jopa 185 prosenttia viime vuodesta, 2) euroalueen inflaatio nousi 10.7 prosenttiin lokakuussa 2022, 3) suurimmilta Suomen valtion omistama Fortum kärsi lähes kuuden miljardin euron häviön sijoituksessaan saksalaiseen energiayhtiöön, Uniperiin

# Tavoitteet

Tavoitteena on analysoida Euroopan maiden samankaltaisuutta energiatasolla

- Työn tarkoituksena on selvittää Euroopan maiden lähtötilannetta energiakriisiin alussa sekä analysoida maiden samanlaisuutta energiamuuttujien perusteella
- Maiden samanlaisuutta analysoidaan *K:n keskiarvon klusterointimenetelmä* -koneoppimisalgoritmilla, joka järjestää otoksen maat samankaltaisiin ja erillisiin ryhmiin energiamuuttujien perusteella
- Analyysin tuloksia voidaan peilata eri Euroopan maiden tämän hetkiseen energiatilanteeseen
  - Miten samankaltaiset maat ovat pärjänneet energiakriisin aikana?

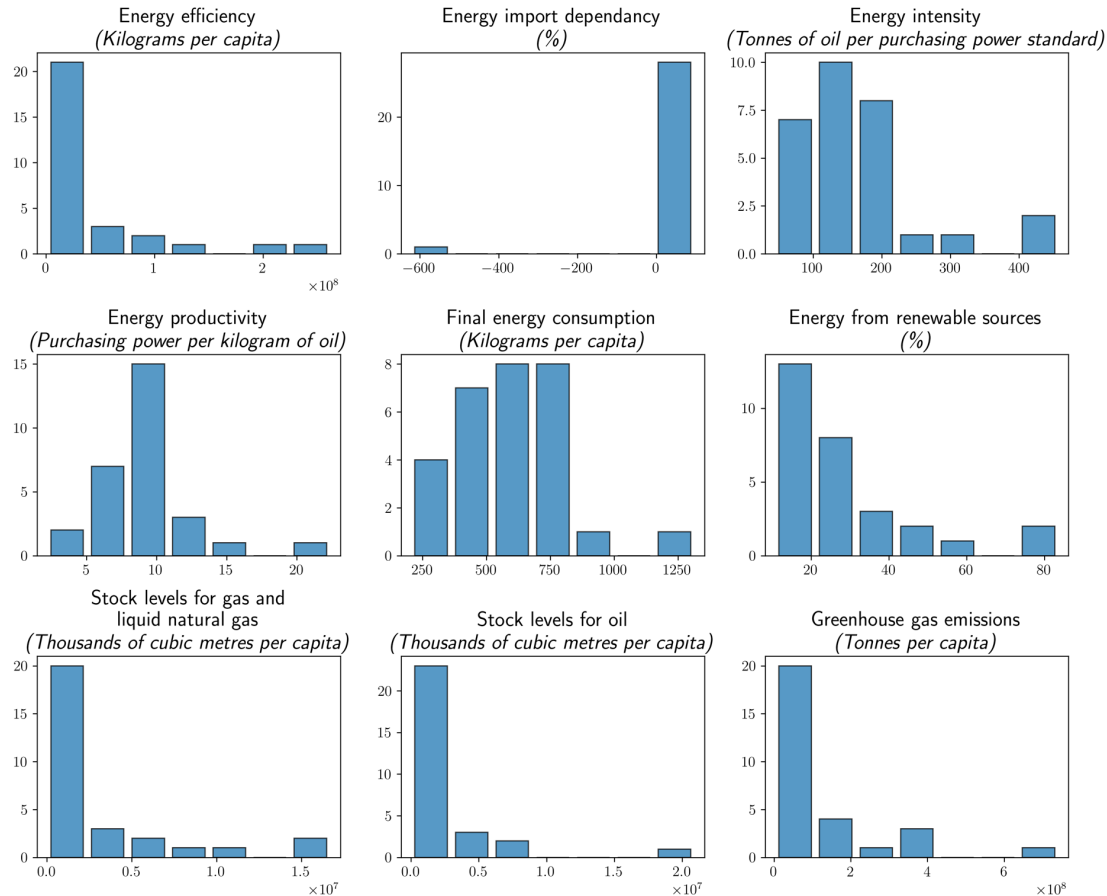
# Muuttujat (1/3)

Työssä käytetään yhdeksää eri energiamuuttujaa, jotka suhteutetaan maiden väkilukuihin

|   |                            |   |
|---|----------------------------|---|
| 1 | Energiaintensiteetti       | Tarvittavan energian määrä yhden bruttokansatuoteyksikön tuottamiseen               |
| 2 | Uusiutuva energia          | Uusiutuvan energian kulutus suhteessa energian kokonaiskulutukseen                  |
| 3 | Energiatehokkuus           | Käyttökelpoisen energian määrä suhteessa poltettuun energiaan                       |
| 4 | Ulkomailta tuotu energia   | Ulkomailta tuotu energia suhteessa energian kokonaiskulutukseen                     |
| 5 | Kasvihuonekaasujen päästöt | Kasvihuonekaasujen päästöt sisältää muun muassa CO <sub>4</sub> - ja metaanipäästöt |
| 6 | Varastoidun öljyn määrä    | Maassa varastoitujen öljytuotteiden määrä vuoden 2020 lopussa                       |
| 7 | Varastoidun kaasun määrä   | Maassa varastoitujen kaasutuotteiden määrä vuoden 2020 lopussa                      |
| 8 | Energian kulutus           | Taloudellinen hyöty (BKT, ostovoima) suhteessa kulutettuun energiaan                |
| 9 | Energiatuottavuus          | Energiatuottavuus   |

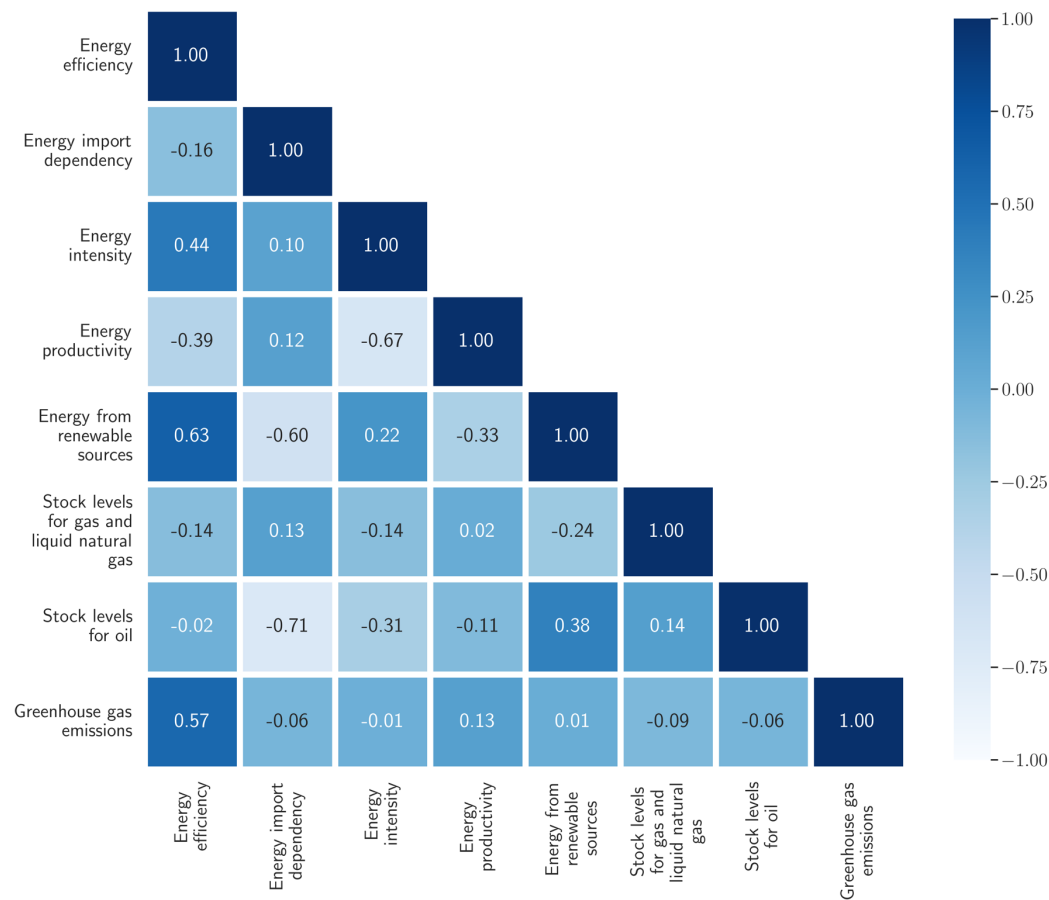
# Muuttujat (2/3)

## Valittujen muuttujien jakaumat



# Muuttujat (3/3)

## Korrelaatiomatriisi



# Tulokset (1/4)

Maat jaetaan työssä seitsemään eri ryhmään

1

Ryhmä 1

Suomi, Ruotsi

---

2

Ryhmä 2

Norja

---

3

Ryhmä 3

Luxemburg, Irlanti

---

4

Ryhmä 4

Belgia, Tšekki, Viro, Kreikka, Espanja, Ranska, Kroatia, Italia, Kypros, Latvia, Liettua, Puola, Portugali, Romania, Slovenia

---

5

Ryhmä 5

Tanska, Saksa, Unkari, Alankomaat, Itävalta, Slovakia

---

6

Ryhmä 6

Islanti

---

7

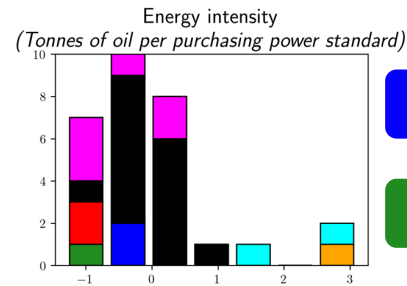
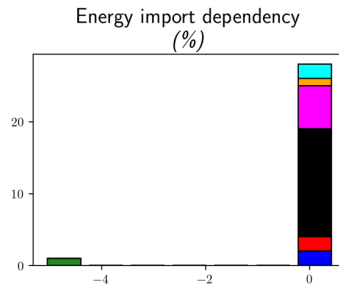
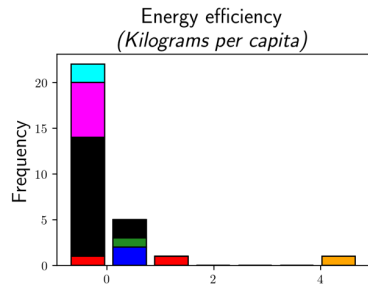
Ryhmä 7

Bulgaria, Malta

---

# Tulokset (2/4)

## Ryhmiin jakautuminen muuttujittain



**Ryhmä 1** Suomi, Ruotsi

**Ryhmä 2** Norja

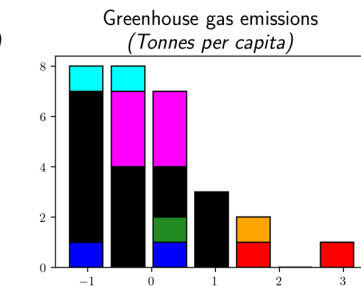
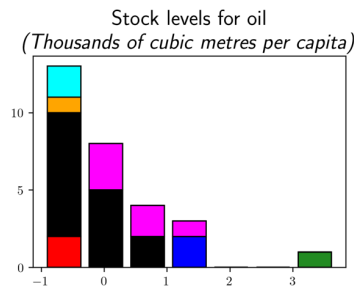
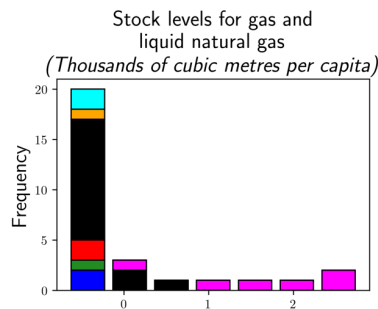
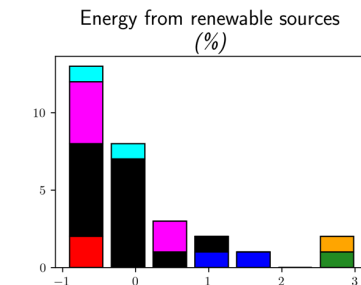
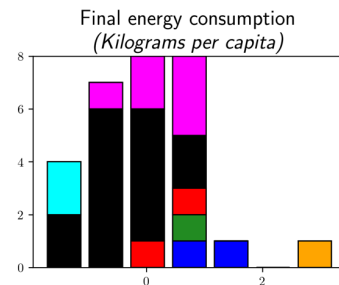
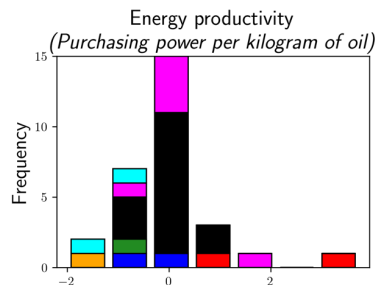
**Ryhmä 3** Luxemburg, Irlanti

**Ryhmä 4** Belgia, Tšekki, Viro, Kreikka, Espanja, Ranska, Kroatia, Italia, Kypros, Latvia, Liettua, Puola, Portugalila, Romania, Slovenia

**Ryhmä 5** Tanska, Saksa, Unkari, Alankomaat, Itävalta, Slovakia

**Ryhmä 6** Islanti

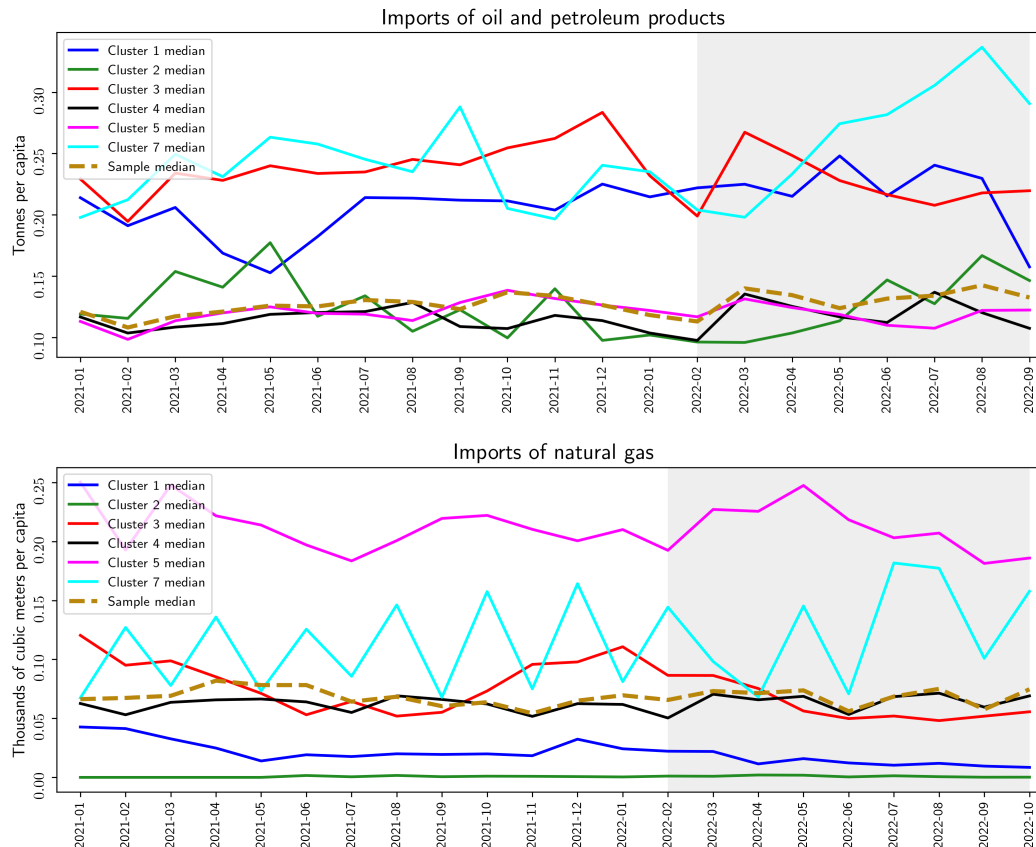
**Ryhmä 7** Bulgaria, Malta





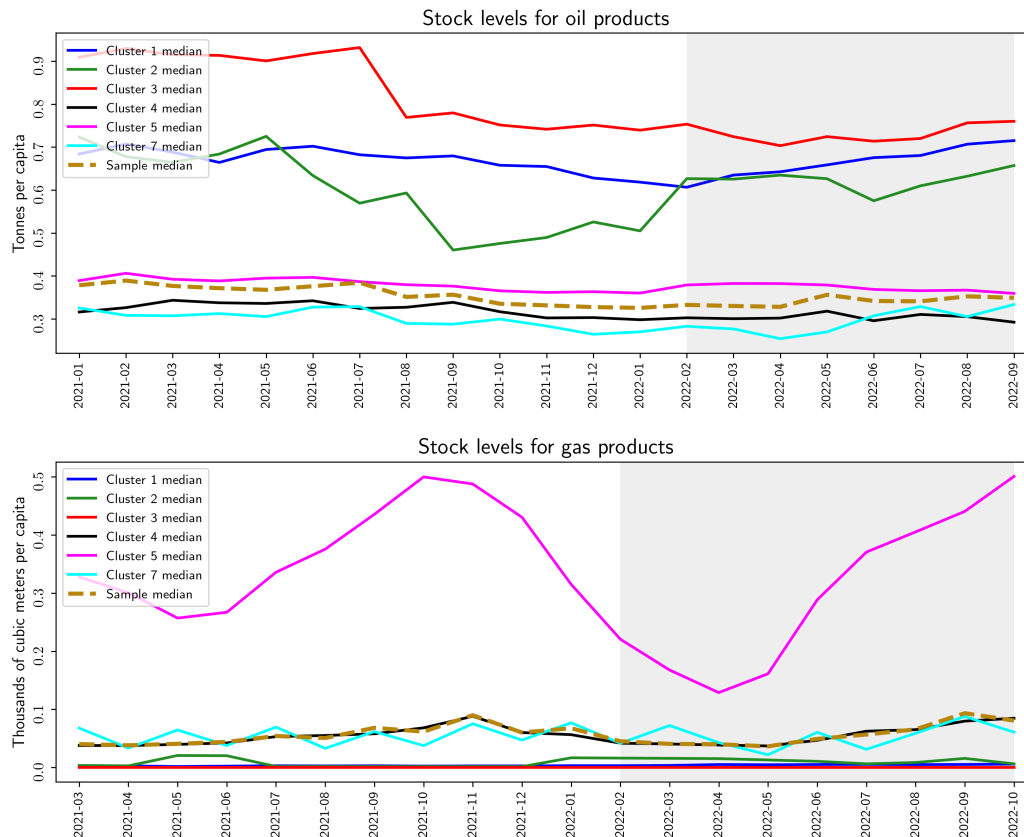
# Tulokset (3/4)

Kahdessa ryhmässä energian maahantuonti vaikuttaa muuttuvan kriisiajan aikana



# Tulokset (4/4)

Maiden energiatuotteiden varastotasoissa ei vaikuta näkyvän vielä selkeitä muutoksia kriisiajan aikana



# Rajaukset

- Datan saatavuus
  - Kaikkia energiamuuttujia ei ole saatavilla kaikille Euroopan maille
  - Uusimmat datapisteet ovat vuoden 2020 lopun lukuja: työssä pystytään selvittämään eri maiden lähtötilanne energiakriisiin
  - Vuoden 2022 dataa on saatavilla vain varastotasoille ja energian maahantuontimääriin
- Datan tarkkuus
  - Joidenkin tiettyjen datapisteiden huomattiin olevan selkeästi erisuuruisia eri datalähteissä

# Tietolähteet ja aineistot

- Kaikki data yhdeksälle energiamuuttujalle sekä 29 Euroopan maalle kerätään Eurostatista, Euroopan komission ylläpitämästä tietokannasta
- Ryhmien analysointi – uutislähteet sekä eri energiahallinnot
- Metodologiaosuus – oppikirjat ja internet