



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Suomalaisten sähkötoimittajien siirtohintojen klusterirakenteista (aihe-esittely)

Waldemar Sorjonen

15.10.2023

Ohjaaja: *Prof. Pauliina Ilmonen*

Valvoja: *Prof. Pauliina Ilmonen*

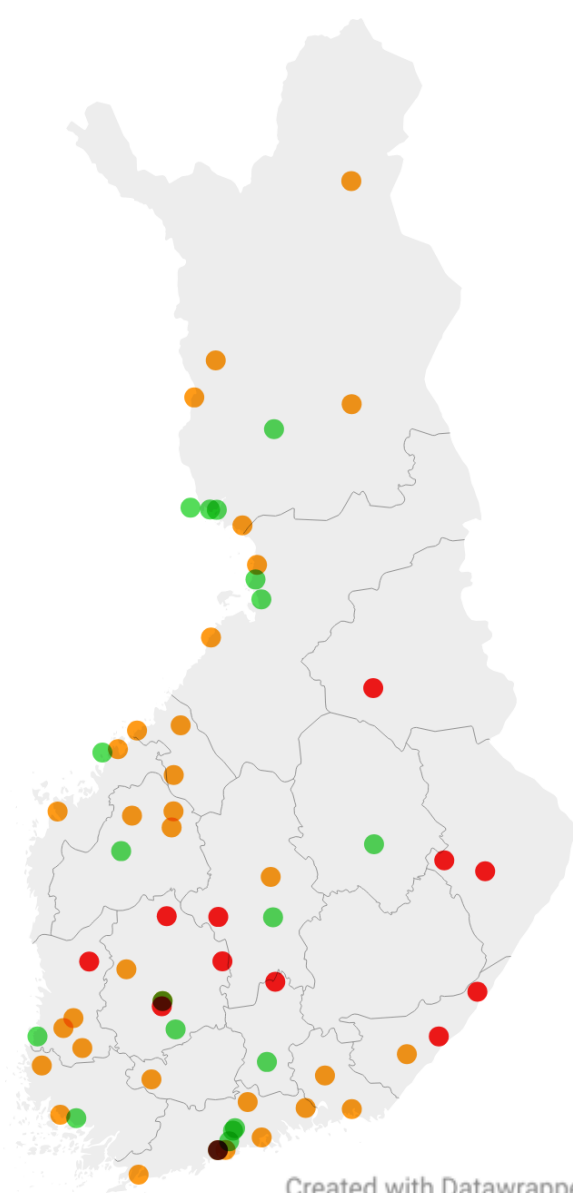
Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Tausta

- Yhteiskunnalliset mullistukset ovat vaikuttaneet sähkön markkina- ja siirtohintoihin
 - Covid-19
 - Ukrainan sota
 - Vihreä siirtymä
- Sähkötoimittajien haitallinen monopoli
- Suomalaisten lisääntynyt kiinnostus sähkön hinnasta

Tavoitteet

1. Klusteroidaan suomalaiset sähköntoimittajat siirtohintojen mukaan k:n keskiarvon menetelmällä
2. Sijoitetaan yhtiöt kartalle
3. Havainnoidaan ja analysoidaan maantieteellisen sijainnin vaikutusta siirtohintoihin



Rajaukset

- Eksploratiivinen tutkimus
- Rajataan siirtohintoihin
- Rajataan suomalaisiin sähköntoimittajiin
- Tutkitaan vuosia 2019, 2021 ja 2022

Käytettävät aineistot

- Energiaviraston vuosittaiset tilastot siirtohinnoista [3]
 - K1 – T4 tyyppikäyttäjien määrittelyt sähkönkulutuksen mukaan
 - 77 eri sähköntoimittajaa

Sähkøyhtiö	K1	K2	L1	L2	M1	M2	T1	T2	T3	T4
Äänekosken Energia Oy	12.72	8.95	5.93	5.47	8.36	5.55	4.81	3.80	2.59	2.51
Alajärven Sähkö Oy	13.71	9.75	7.40	6.87	9.33	7.36	4.75	4.03	3.13	2.44
Caruna Espoo Oy	9.57	7.36	6.07	5.59	6.62	5.80	3.91	2.97	2.03	1.76
Caruna Oy	15.74	14.13	9.01	8.24	13.30	9.05	7.19	5.81	4.11	3.23
Elenia Verkko Oyj	15.59	13.51	8.84	8.12	12.81	8.78	6.60	5.46	3.74	3.55
Enontekiön Sähkö Oy	10.22	9.81	7.83	7.43	9.19	7.74	6.13	5.76		
ESE-Verkko Oy	25.42	14.63	8.59	8.04	10.12	7.10	3.48	2.79		
Esse Elektro-Kraft Ab	12.99	9.93	8.27	7.86	9.29	8.02	5.59			
Forssan Verkkopalvelut Oy	11.70	10.17	7.10	6.46	9.22	7.14	5.05	3.96	2.64	2.40
Haminan Energia Oy	12.22	10.41	7.00	6.82	8.99	6.63	4.03	3.97	2.73	2.62
Haukiputaan Sähköosuuskunta	9.16	7.43	6.15	5.88	7.24	5.95	3.21	2.65	2.28	2.25
Helen Sähköverkko Oy	10.17	8.18	7.23	6.78	7.52	6.68	3.48	3.06	2.57	2.48
Herrfors Nät-Verkko Oy Ab	12.10	9.89	7.03	6.53	9.14	6.51	3.91	3.69	2.83	2.69
Iin Energia Oy	10.21	7.95	6.62	6.38	7.85	6.39	3.68	3.65	3.43	3.39

Menetelmät

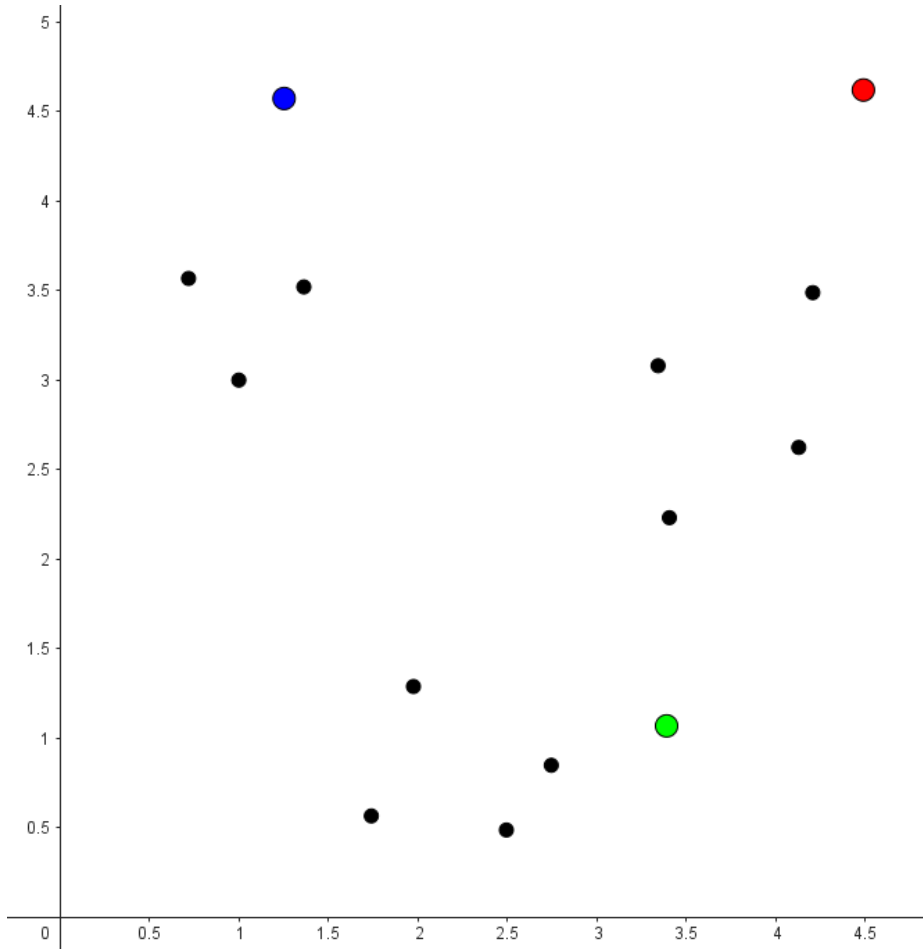
- K:n keskiarvon klusterointimenetelmä
- Minimoi systeemin inertian

$$\mathbf{J} = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in C_i} \|x_j - c_i\|_2^2$$

- Vaiheet
 - Keskuspisteiden alustus
 - Vaihe 1: Pisteiden sijoitus klustereihin
 - Vaihe 2: Keskuspisteiden päivitys
 - Iterointi ja lopetus

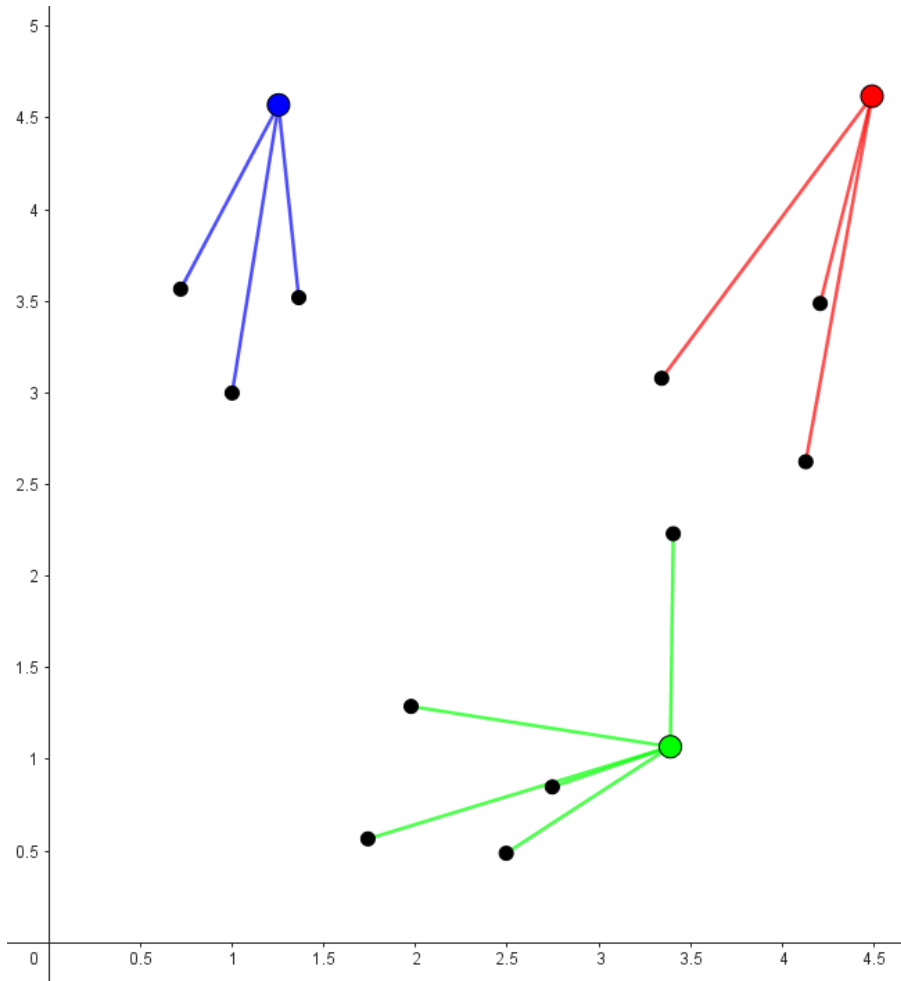
[2]

1. Keskuspisteiden alustus



- 11 datapistettä
- Kolme keskuspistettä c_j
- Keskuspisteiden sijainti tasajakaumasta tai k-means++ algoritmilla

Vaihe 1: Pisteiden sijoitus klustereihin

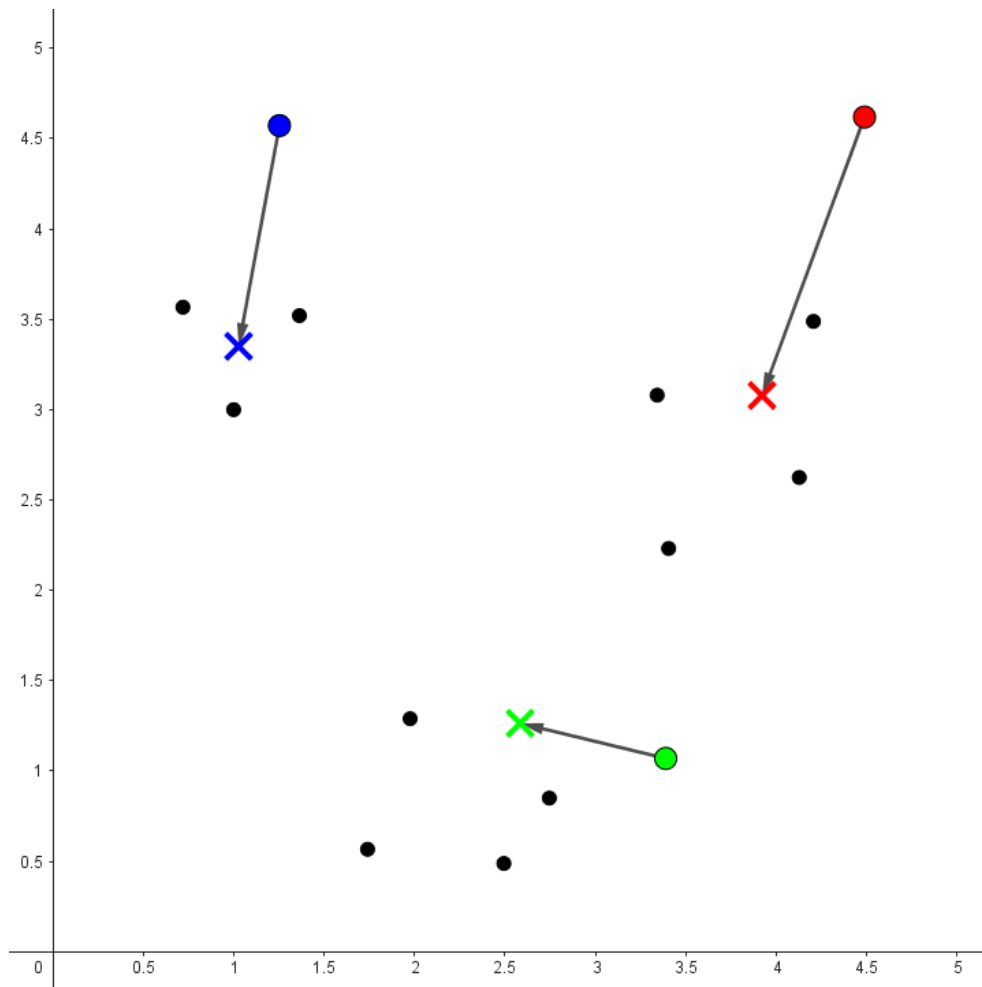


- Lasketaan kunkin pisteen x_j etäisyys keskuspisteisiin c_i

$$D_{ij} = \|x_j - c_i\|_2$$

- Määritetään kukin datapiste siihen klusteriin, jonka keskukseseen sillä on lyhin etäisyys

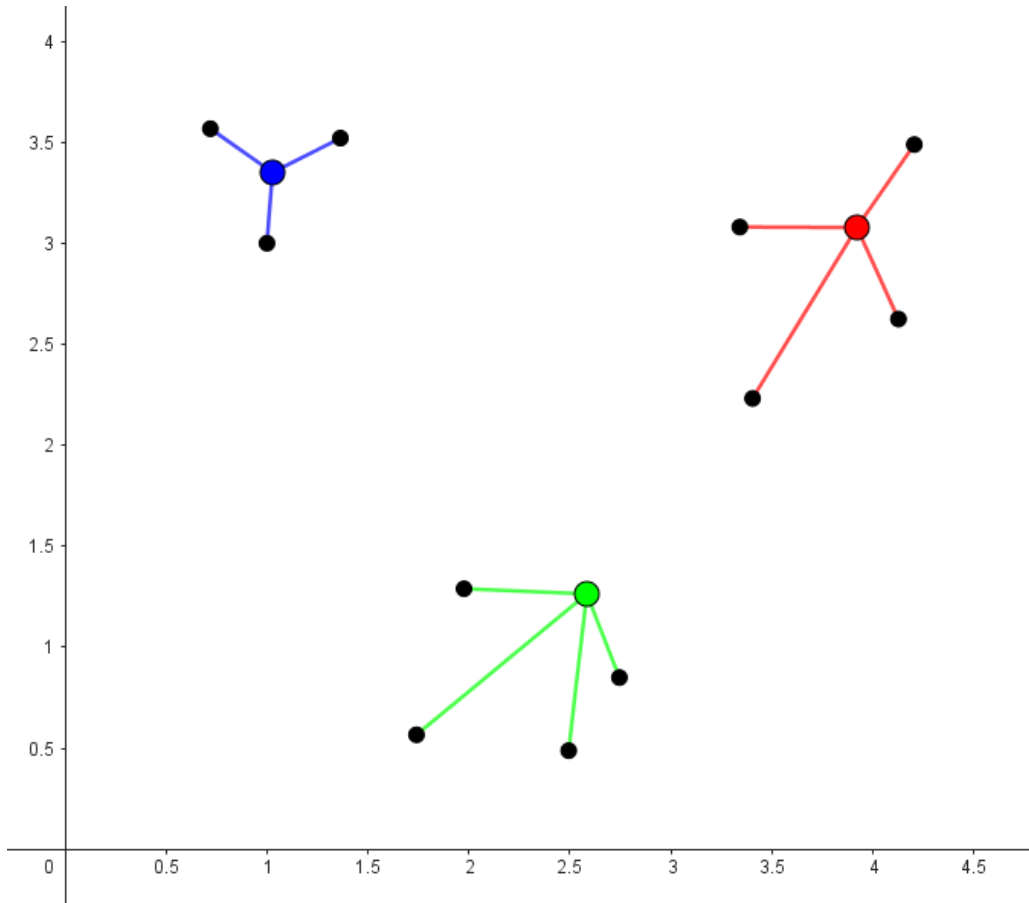
Vaihe 2: Keskuspisteiden päivitys



- Päivitetään keskuspisteiden paikkaa uudelle klusterille

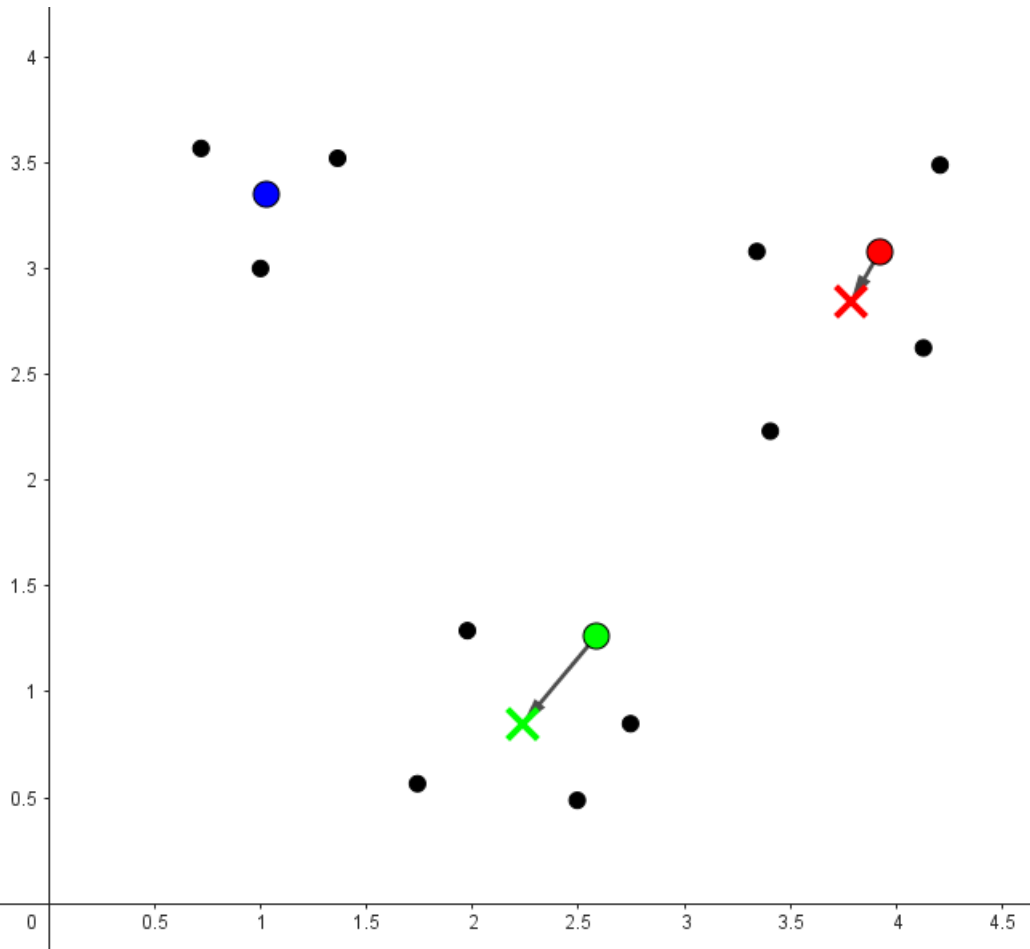
$$C_i = \frac{1}{|C_i|} \sum_{x_j \in C_i} x_j$$

Vaihe 1 iteraatio 2



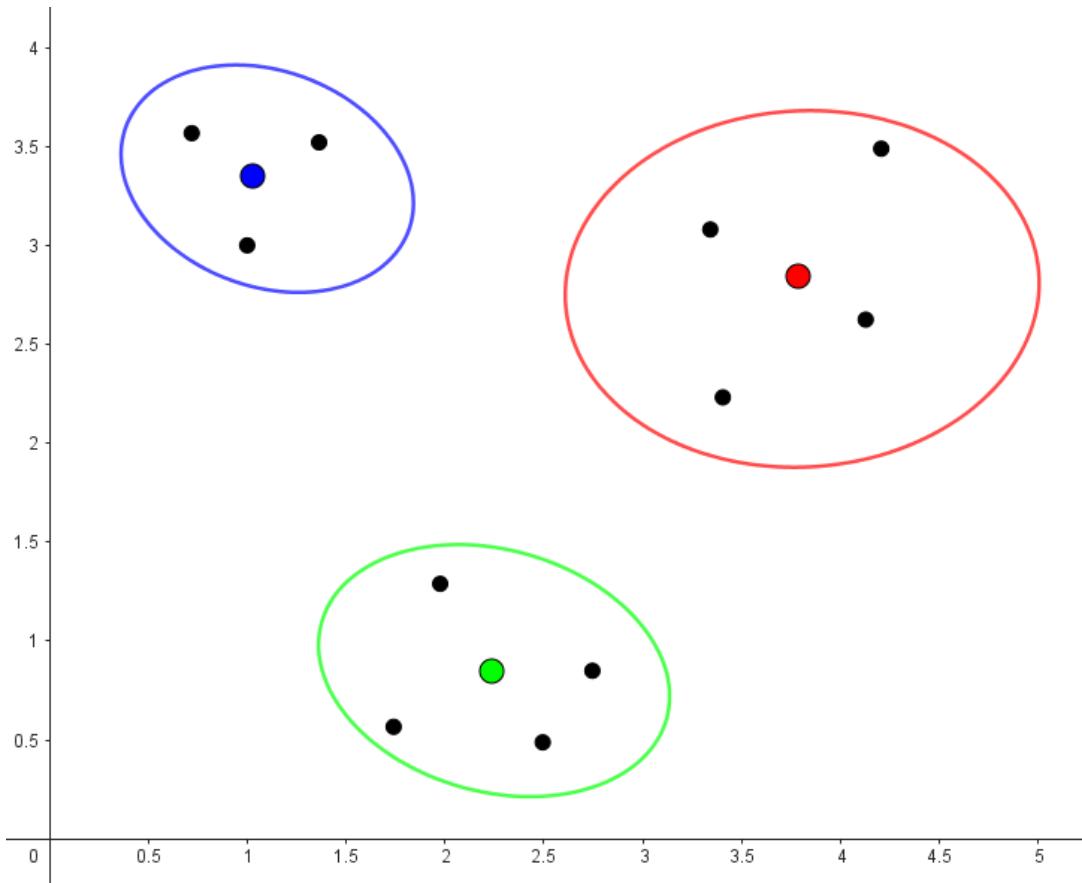
- Lasketaan kunkin pisteen x_j etäisyys keskuspisteisiin c_i
- Määritetään kukin datapiste siihen klusteriin, jonka keskukseen sillä on lyhin etäisyys

Vaihe 2 iteraatio 2



➤ Päivitetään
keskuspisteiden
paikkaa uudelle
klusterille

Lopetus



- Toistetaan vaiheita 1 ja 2 kunnes systeemin inertia ei iteraation jälkeen enää muutu

Aikataulu

- Aihe-esittely 11/2023
- Data-analyysi valmis 10-11/2023
- Työ valmis 12/2023

Lähteet

- [1] Kuva luotu Datawrapper –työkalulla
<https://www.datawrapper.de/>
- [2] A. Jung. Machine Learning: The Basics. Springer
Singapore, 2022.
- [3] ”Sähkön hintatilatot” / Energiavirasto
<https://energiavirasto.fi/sahkon-hintatilatot>