

## Harjoitustyön tehtäväksianto

1. Harjoitustyön tausta .....	1
2. Varsinainen tehtävä.....	1
2.1. Toteutuksessa huomioitavia asioita .....	2
3. Esimerkkiajo Viopessa.....	3
4. Ohjelman käsittelemät tiedostot.....	5
4.1. Sähköntuotantodata.....	5
4.2. Tallennettavien tiedostojen rakenne .....	6
4.3. Esimerkkejä tallennetuista tiedostoista .....	7
5. Moodle-datasta tehtyjä esimerkkidiagrammeja .....	9
5.1. Päivittäinen sähköntuotanto vuoden ajalta.....	9
5.2. Kumulatiivinen sähköntuotanto päivittäinen vuoden ajalta.....	9
5.3. Kuukausittainen sähköntuotanto absoluuttisesti ja suhteellisesti .....	10
5.4. Sähköntuotanto eri kuukausina ja eri kellonaikoina .....	11
5.5. Sähköntuotannon osuus vuosituotannosta eri kellonaikoina .....	11

## 1. Harjoitustyön tausta

Keskustelet ystäväsi kanssa illanvieton yhteydessä aurinkosähkötuotannon sekä vuoden- ja kellonajan välisestä yhteydestä. Seuraavana aamuna keskustelunne palaa mieleesi ja päätät katsoa asiaa tarkemmin, sillä muistat nähneesi LUT Energian sähköntuotantotietoja LUT:n palvelimella CSV-tiedostossa. Tiedostossa on selvästi nähtävissä sähkön tuotanto eri kellonaikoina, joten tämän tiedoston avulla pystyt selvittämään miten vuoden- ja kellonaika vaikuttaa aurinkosähkön tuotantoon. Aineistossa on kuitenkin yli miljoona riviä, joten asia ei ratkea Excelillä vaan joudut kirjoittamaan pienen ohjelman selvittääksesi vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

1. Minkä kuukauden aikana aurinkosähköä saadaan eniten ja mikä on sen kuukauden osuus vuosituotannosta?
2. Mitkä kuukaudet ovat aurinkosähkön kannalta huonoimmat ja mitä luokkaa sähköntuotto on silloin?
3. Mitkä kellonajat ovat aurinkosähkön kannalta vuorokauden parhaita tunteja?
4. Mitkä kellonajat ovat aurinkosähkön kannalta vuorokauden huonoimpia tunteja?

## 2. Varsinainen tehtävä

Harjoitustyönä on toteuttaa Python-ohjelma, jossa on seuraavan valikon mukaiset toiminnot:

- 1) Lue sähköntuotantotiedot
- 2) Analysoi päivätuotanto

- 3) Tallenna päivätuotanto
- 4) Analysoi kuukausituotanto
- 5) Analysoi tuntituotanto
- 6) Tallenna kuukausituotanto
- 7) Tallenna tuntituotanto
- 0) Lopeta

Sähköntuottotiedot ovat CSV-tiedostossa. Tämän dokumentin lopussa on esimerkit yllä olevista raporteista muodostettavista kuvaajista ja mitä kussakin analyysissä on tehtävä on kerrottu lyhyesti kohdassa 4.1. Sähköntuotantodata.

Toteuttamalla kaikki yllä olevat toiminnot ohjelma vastaa kurssin **tavoitetasoa**. Harjoitustyön teko kannattaa aloittaa tekemällä ensin suppeampi **perusversio**, jonka voit laajentaa halutessasi tavoitetasolle. **Perusversiossa** tulee olla toteutettuna seuraavat toiminnot

- 1) Lue sähköntuotantotiedot
- 2) Analysoi päivätuotanto
- 3) Tallenna päivätuotanto
- 0) Lopeta

**Tavoitetason versiossa** tulee olla kaikki yllä olevat toiminnot eli perusversion toimintojen lisäksi seuraavat toiminnot:

- 4) Analysoi kuukausituotanto
- 5) Analysoi tuntituotanto
- 6) Tallenna kuukausituotanto
- 7) Tallenna tuntituotanto

Palautuksen 1 yhteydessä perusversio arvioidaan lähtökohtaisesti arvosanalla 3 ja tavoitetason versio arvosanalla 5. Arvostelu on kerrottu kokonaisuutena Moodlen Harjoitustyö-lehdellä.

Ohjelmasi tulee lukea annettu tiedosto ja valita siitä käyttöön käyttäjän antaman vuoden tiedot. Testaa ohjelmasi Moodlessa olevalla testitiedostolla. Viopen testitiedosto on tätä pienempi teknisten rajoitteiden vuoksi, mutta se riittää ohjelman toiminnallisuuden testaamiseen. Kun olet tallettanut ohjelmallasi CSV-tiedostot, tee niistä diagrammit Excelillä varmistuaksesi tulosten järjestyksestä ja nähdäksesi vastaukset alussa esitettyihin kysymyksiin. Alla on esimerkkiajon lisäksi esimerkit datasta tehdyistä CSV-tiedostoista sekä niistä tehdyistä diagrammeista. Vain tehty ohjelma palautetaan Viopeen.

## 2.1. Toteutuksessa huomioitavia asioita

### Negatiiviset arvot aineistossa

- Kuten alla olevasta esimerkistä näkyy, on data-aineistossa ajoittain negatiivisia lukuja ja sieltä puuttuu ajoittain dataa. (Enää ei pitäisi puuttua dataa vaan puuttuvien kohdalla pitäisi olla 0.00)
  - Puuttuva data ajatellaan tässä yhteydessä nollana eli ei vaikuta tuloksiin

- Negatiiviset luvut siivotaan datasta pois. Jotta ohjelmasi tuottaisi Viopen odottamia lukuja, laske aina yhden rivin sähköntuotannon yhteismäärä ja jos se on negatiivinen, nollaa se

### Pyöristykset

- Jotta ohjelmasi tuottaisi Viopen odottamia lukuja, älä pyöristä mitään laskennan välituloksia ohjelman suorituksen aikana
- Kun tulostat tai talletat arvoja, muuta liukuluvut kokonaisluvuiksi int-funktiolla pyöristämättä lukuja tulostuskäskyssä. Tämä on helpoin toimintapa tuottaa tällä lähtöaineistolla riittävän tarkkoja tuloksia ja samaan aikaan pyrkiä välttämään tarpeettomat ongelmat Viopen merkkivertailussa
- Huomaa, että tämä ratkaisu tekee tulosten tarkistamisen Excelillä vaikeaksi, sillä tulostiedot eivät ole tarkkoja vaan niissä on eroja desimaalien katkaisemisen takia

### Tallennettavien tiedostojen muoto

- Tuotettavat CSV-tiedostot on tarkoitus visualisoida Excelissä, joten helpointa on jättää utf-8 –koodaus tekemättä. Näin Excelissä näkyy mm. ääkköset oikein

### Kuukausittaisen sähköntuotannon esitysmuoto

- Kuukausi ja vuosi tulostetaan muodossa ”1/2016”. Jotta tämä siirtyisi helpolla Exceliin, kannattaa tämä merkkijono aloittaa välilyönnillä ja Vioppe siis edellyttää muotoa ” 1/2016”

## 3. Esimerkkiajo Viopessa

### Ajo 1

Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:

- 1) Lue sähköntuotantotiedot
- 2) Analysoi päivätuotanto
- 3) Tallenna päivätuotanto
- 4) Analysoi kuukausituotanto
- 5) Analysoi tuntituotanto
- 6) Tallenna kuukausituotanto
- 7) Tallenna tuntituotanto
- 0) Lopeta

Valintasi: 1

Anna luettavan tiedoston nimi: HTVioppe2016.csv

Anna analysoitava vuosi: 2016

Tiedosto 'HTVioppe2016.csv' luettu, 1099 riviä, 1098 otettu analysoitavaksi.

Analysoidaan 01.01.2016 00:00 ja 31.12.2016 16:00 välistä dataa.

Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:

- 1) Lue sähköntuotantotiedot
- 2) Analysoi päivätuotanto
- 3) Tallenna päivätuotanto
- 4) Analysoi kuukausituotanto
- 5) Analysoi tuntituotanto
- 6) Tallenna kuukausituotanto
- 7) Tallenna tuntituotanto
- 0) Lopeta

Valintasi: 2

Päivätuotanto analysoitu.

Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:

- 1) Lue sähköntuotantotiedot

```
2) Analysoi päivätuotanto
3) Tallenna päivätuotanto
4) Analysoi kuukausituotanto
5) Analysoi tuntituotanto
6) Tallenna kuukausituotanto
7) Tallenna tuntituotanto
0) Lopeta
Valintasi: 3
Päivätuotanto tallennettu tiedostoon 'tulosPaiva2016.csv'.
```

```
Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:
1) Lue sähköntuotantotiedot
2) Analysoi päivätuotanto
3) Tallenna päivätuotanto
4) Analysoi kuukausituotanto
5) Analysoi tuntituotanto
6) Tallenna kuukausituotanto
7) Tallenna tuntituotanto
0) Lopeta
Valintasi: 4
Kuukausituotanto analysoitu.
```

```
Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:
1) Lue sähköntuotantotiedot
2) Analysoi päivätuotanto
3) Tallenna päivätuotanto
4) Analysoi kuukausituotanto
5) Analysoi tuntituotanto
6) Tallenna kuukausituotanto
7) Tallenna tuntituotanto
0) Lopeta
Valintasi: 5
Tuntituotanto analysoitu.
```

```
Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:
1) Lue sähköntuotantotiedot
2) Analysoi päivätuotanto
3) Tallenna päivätuotanto
4) Analysoi kuukausituotanto
5) Analysoi tuntituotanto
6) Tallenna kuukausituotanto
7) Tallenna tuntituotanto
0) Lopeta
Valintasi: 6
Kuukausituotanto tallennettu tiedostoon 'tulosKuukausi2016.csv'.
```

```
Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:
1) Lue sähköntuotantotiedot
2) Analysoi päivätuotanto
3) Tallenna päivätuotanto
4) Analysoi kuukausituotanto
5) Analysoi tuntituotanto
6) Tallenna kuukausituotanto
7) Tallenna tuntituotanto
0) Lopeta
Valintasi: 7
Tuntituotanto tallennettu tiedostoon 'tulosTunti2016.csv'.
```

Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:

- 1) Lue sähköntuotantotiedot
- 2) Analysoi päivätuotanto
- 3) Tallenna päivätuotanto
- 4) Analysoi kuukausituotanto
- 5) Analysoi tuntituotanto
- 6) Tallenna kuukausituotanto
- 7) Tallenna tuntituotanto
- 0) Lopeta

Valintasi: 0

Kiitos ohjelman käytöstä.

## Ajo 2

Anna haluamasi toiminnon numero seuraavasta valikosta:

- 1) Lue sähköntuotantotiedot
- 2) Analysoi päivätuotanto
- 3) Tallenna päivätuotanto
- 4) Analysoi kuukausituotanto
- 5) Analysoi tuntituotanto
- 6) Tallenna kuukausituotanto
- 7) Tallenna tuntituotanto
- 0) Lopeta

Valintasi: 1

Anna luettavan tiedoston nimi: eiiole.txt

Anna analysoitava vuosi: 2016

Tiedoston 'eiiole.txt' lukeminen epäonnistui, ei löydy, lopetetaan.

## 4. Ohjelman käsittelemät tiedostot

### 4.1. Sähköntuotantodata

LUT:n järjestelmä tallennetaan sähköntuotannon tietokantaan joka sekunti. Tietokannassa on kuitenkin paljon rivejä, joissa ei näy sähköntuotantoa auringonpaisteen puutteen vuoksi tai esim. huoltotoimenpiteiden takia.

Tehtävän ohjelman tulee lukea kaikki halutun vuoden tietoja sisältävät rivit tiedostosta ja ottaa ne mukaan analyysiin. Lähtökohtaisesti se tarkoittaa sitä, että esim. päivätason analyysi laskee päivän aikana saadun sähköntuotannon yhteen ja kuukausitason analyysi laskee kuukauden aikana saadun sähköntuotannon yhteen jne. Näin ollen idea on siis lukea olemassa oleva sähköntuotantodata ohjelmaan ja ryhmitellä sitä käyttäjän haluamalla tavalla.

Tuntipohjainen analyysi poikkeaa muista, sillä siinä data tulee ryhmitellä kuukausittain ja jokaisen kuukauden aikana lasketaan eri tunteina kumuloitunut sähköntuotannon määrä. Näin ollen tuntipohjaisessa kuvaajassa sähköntuotannon määrä näkyy kaikkina kuukausina ja kaikkina tunteina 0-23, kun Excelissä rivinä on kuukausi ja sarakkeena tunnit.

Rivin alussa on rivillä olevan datasetin aikaleima. Tämä kannattaa ottaa talteen, sillä datan ryhmittely tehdään sen avulla. Rivillä oleva sähköntuotanto muodostuu sarakkeittain useista aurinkopaneeliryhmistä, jotta esim. paneelien suuntauksesta ja asennosta jne. johtuvia eroja sähköntuotantoon voidaan analysoida. Tässä harjoitustyössä yhdellä rivillä olevaa dataa käsitellään yhtenä kokonaisuutena ja mikäli tämä kokonaisuus sattuu olemaan negatiivinen, korvataan se nolllalla ja jos data puuttuu kokonaan, tulkitaan se myös nolllaksi.

Huomaa, että Moodlessa olevassa tiedostossa on dataa 15 min välein, mutta Viopessa dataa on vain 8 h välein sen tiedostokokorajoitteen takia. Näin ollen Viopie-datalla erityisesti

tuntianalyysin tulokset eivät ole hyödyllisiä, koska joka päivä dataa on klo 00:00, 08:00 ja 16:00. Tämä ei estä Viopen käyttämistä ohjelman tarkastamisessa, mutta järkeviä tuloksia näkee Moodle-tiedostolla, jolla mm. alla olevat kuvaajat on piirretty.

**Alla on lähtökohtana olevan sähköntuottotiedoston otsikkorivin ja muutama rivi dataa:**

```
Time UTC+0;Solar Carport [W];Solar Fixed installation [W]; SolarFlatroof
[W];Solar Single panel [W];Solar Tracker [W];Solar Wall (south) [W];Solar
Wall (west) [W];LUT Electricity Consumption [W];
2016-01-01 00:00:00;0.00;-60.00;-171.00;0.00;-32.00;82.00;90.00;0;
2016-01-01 00:15:00;0.00;-60.00;-168.00;0.00;-32.00;83.00;90.00;0;
2016-01-01 00:30:00;0.00;-60.00;-165.00;0.00;-33.00;78.00;90.00;0;
2016-01-01 00:45:00;0.00;-60.00;-165.00;0.00;-31.00;77.00;89.00;0;
2016-01-01 01:00:00;0.00;-60.00;-166.00;0.00;-32.00;76.00;90.00;0;
2016-01-01 01:15:00;0.00;-60.00;-165.00;0.00;-32.00;75.00;90.00;0;
2016-01-01 01:30:00;0.00;-60.00;-165.00;0.00;-32.00;79.00;90.00;0;
2016-01-01 01:45:00;0.00;-60.00;-168.00;0.00;-32.00;78.00;90.00;0;
2016-01-01 02:00:00;0.00;-60.00;-168.00;0.00;-34.00;81.00;90.00;0;
2016-01-01 02:15:00;0.00;-60.00;-173.00;0.00;-33.00;83.00;90.00;0;
2016-01-01 02:30:00;0.00;-60.00;-170.00;0.00;-35.00;80.00;90.00;0;
...
2016-01-02 07:15:00;1.00;-5.00;-434.00;2.00;0.00;169.00;265.00;0;
2016-01-02 07:30:00;11.00;0.00;-100.00;4.00;0.00;48.00;76.00;0;
2016-01-02 07:45:00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0;
2016-01-02 08:00:00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0;
2016-01-02 08:15:00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0;
2016-01-02 08:30:00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0;
2016-01-02 08:45:00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0;
2016-01-02 09:00:00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0;
```

## 4.2. Tallennettavien tiedostojen rakenne

**Tallennettavien tiedostojen nimet muodostuvat seuraavista 4 osasta:**

1. merkkijono: tulos
2. analyysikohtainen osa: Paiva, Kuukausi, Tunti
3. analysoitu vuosi
4. tiedostopääte: .csv

**Kaikissa tallennettavissa tiedostoissa on sama perusrakenne:**

1. tallennettavan analyysin otsikko
2. datataulukon otsikkorivi
3. data riveittäin
4. lopussa 2 rivinvaihtoa

Tallennettavaa dataa on paljon, joten tarkista datan ryhmittely, otsikkorivit, yhteenvetorivit jne. tapauskohtaisesti.

Tiedostoformaattia ei kannata määritellä erikseen, jotta merkit näkyvät Excelissä suoraan oikein. Kuukausikohtaisen data rivin alussa on välilyönti, jottei Excel muuta otsikon esitysmuotoa, esim. " 1 / 2016".

### 4.3. Esimerkkejä tallennetuista tiedostoista

**Päivittäisen sähköntuotannon tallenteet, tiedostossa päivätuotannon ja kumulatiivisen tuotannon tietojen tulee olla erotettuna kahdella rivinvaihtomerkillä:**

Päivittäinen sähköntuotanto:

```
;2016
1.1.2016;358006
2.1.2016;39
3.1.2016;0
4.1.2016;0
5.1.2016;0
6.1.2016;0
7.1.2016;0
8.1.2016;239143
9.1.2016;82165
...
25.12.2016;382888
26.12.2016;364955
27.12.2016;253934
28.12.2016;248960
29.12.2016;33631
30.12.2016;167224
31.12.2016;447874
```

Kumulatiivinen päivittäinen sähköntuotanto:

```
;2016
1.1.2016;358006
2.1.2016;358045
3.1.2016;358045
4.1.2016;358045
5.1.2016;358045
6.1.2016;358045
7.1.2016;358045
8.1.2016;597188
9.1.2016;679353
10.1.2016;1083374
...
25.12.2016;7305185463
26.12.2016;7305550418
27.12.2016;7305804353
28.12.2016;7306053313
29.12.2016;7306086944
30.12.2016;7306254169
31.12.2016;7306702044
```

**Kuukausittaisen sähköntuotannon tallenne, tiedoston lopussa on 2 tyhjää riviä:**

Kuukausittainen sähköntuotanto:

;2016;%-osuus

01/2016;13076032;0%

02/2016;41931946;0%

03/2016;226897456;3%

04/2016;1047753524;14%

05/2016;1706086773;23%

06/2016;1505794757;20%

07/2016;991199254;13%

08/2016;795949400;10%

09/2016;714956532;9%

10/2016;246743136;3%

11/2016;10676771;0%

12/2016;5636460;0%

Yhteensä;7306702044

### **Tuntipohjaisen sähköntuotannon tallenne, tiedoston lopussa on 2 tyhjää riviä:**

Tuntipohjainen sähköntuotanto:

;0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23

01/2016;0;0;0;0;0;0;0;887;164758;1012234;3178886;3949681;3621079;1073078;75429;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0

02/2016;0;0;0;0;0;0;18755;456126;2328751;5103328;7384330;8897525;8377879;5777810;2693257;879930;14253;0;0;0;0;0;0;0;0;0

...

12/2016;11563;11505;11235;11354;10788;10688;14505;82527;859897;1898221;1631366;849879;108485;14931;10227;11037;10697;10482;10469;10964;10604;11437;11693;11895

Yhteensä;105496;3686989;20891368;60011353;160936694;305514672;485251302;692577318;822054967;887526558;910533208;873692589;744231699;565217611;391515531;228876790;105515327;38275131;9566489;496095;54270;56410;56677;57489

Yksittäisen tunnin osuus vuosittaisesta sähköntuotannosta:

;0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23

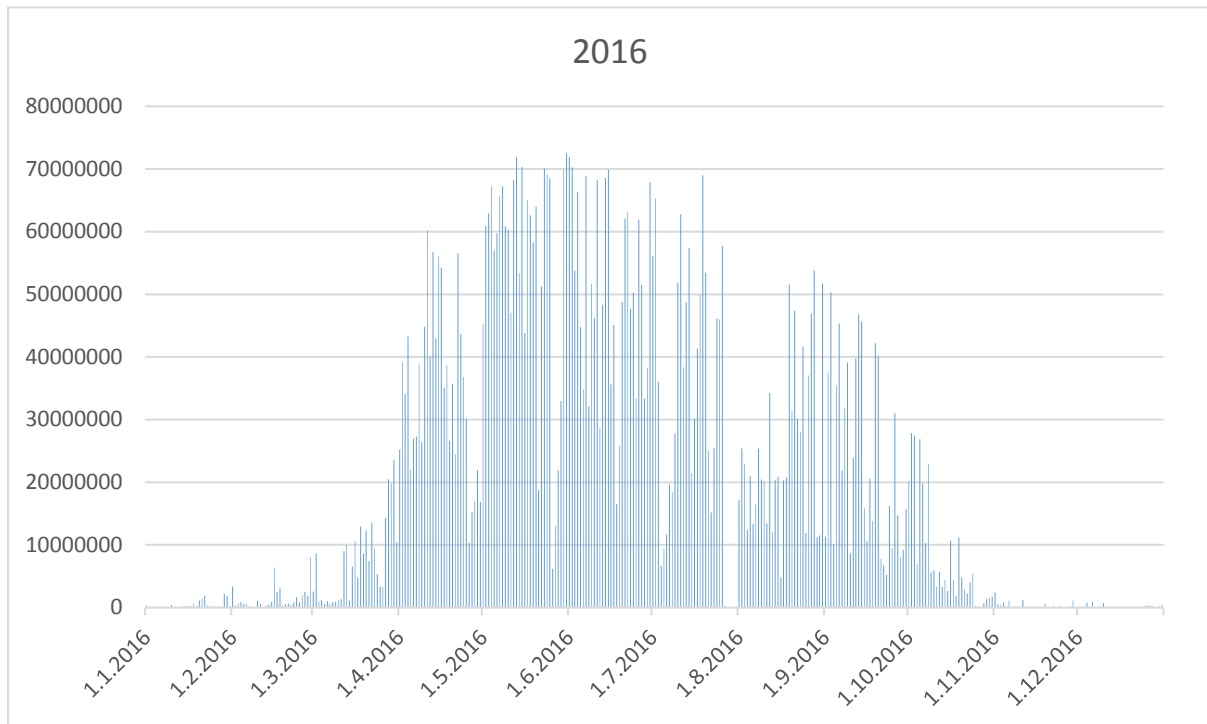
%-

osuus;0%;0%;0%;0%;2%;4%;6%;9%;11%;12%;12%;11%;10%;7%;5%;3%;1%;0%;0%;0%;0%;0%;0%;0%

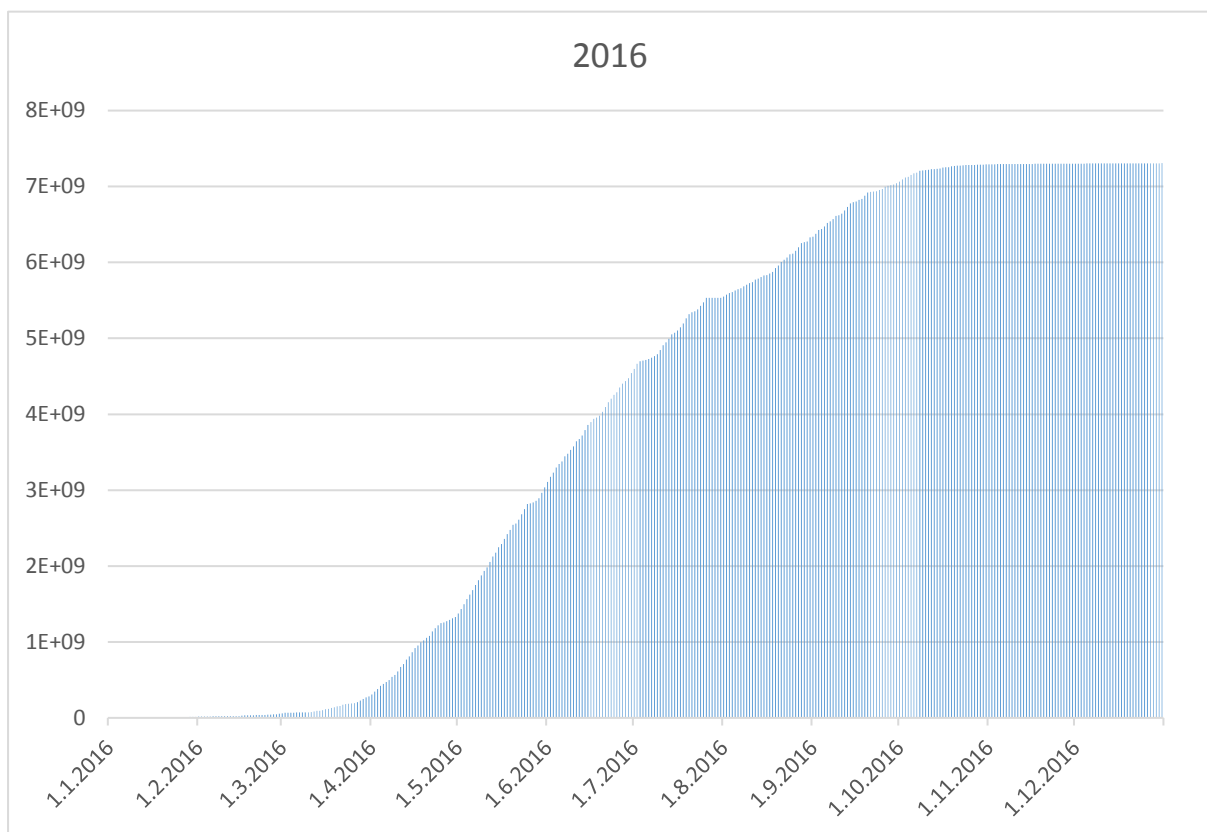


## 5. Moodle-datasta tehtyjä esimerkkidiagrammeja

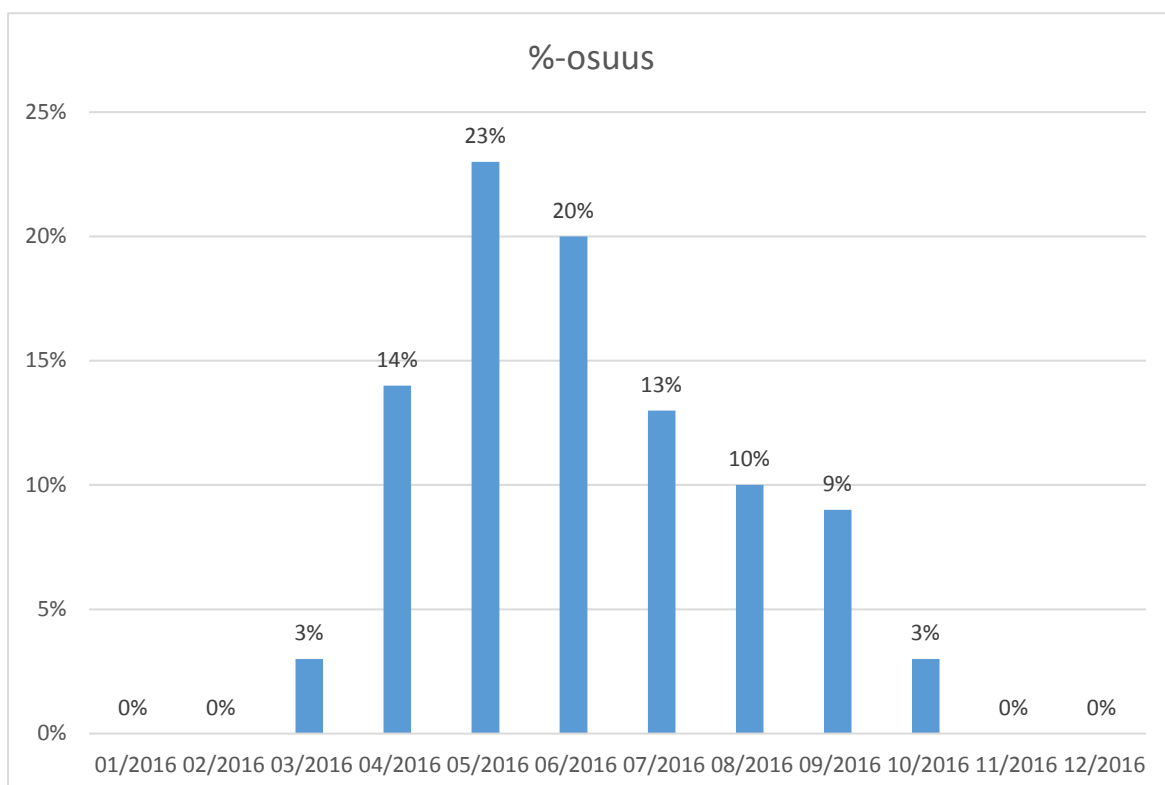
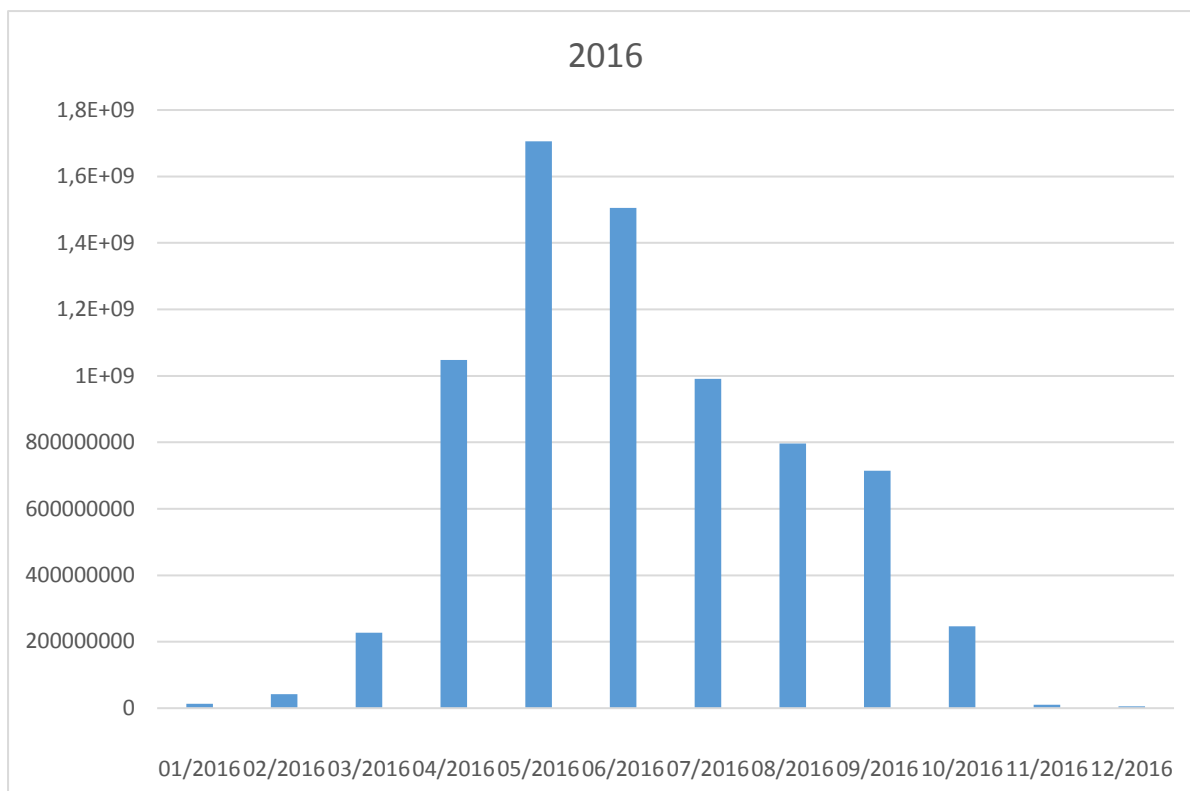
### 5.1. Päivittäinen sähköntuotanto vuoden ajalta



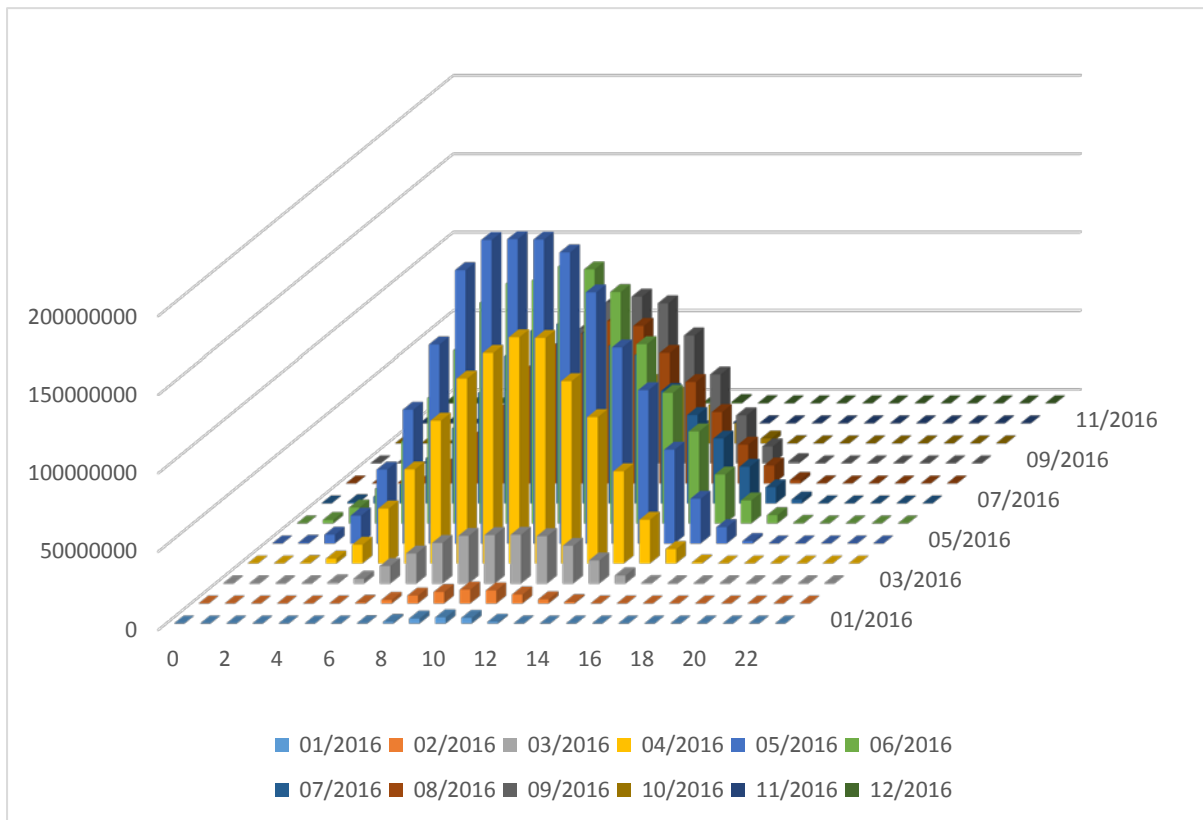
### 5.2. Kumulatiivinen sähköntuotanto päivittäinen vuoden ajalta



### 5.3. Kuukausittainen sähköntuotanto absoluuttisesti ja suhteellisesti



#### 5.4. Sähköntuotanto eri kuukausina ja eri kellonaikoina



#### 5.5. Sähköntuotannon osuus vuosituotannosta eri kellonaikoina

