

## Energiavertailua

**Avainsanat:** Energia, sähkö, öljy, puu, energian tuottaminen, yksikkömuunnokset

**Luokkataso:** Lukio

**Välineet:** kynä, paperia, laskin

### Tavoitteet:

Tavoitteena on lisätä oppilaiden energiantuottamistapojen tuntemusta ja tietoisuutta erilaisten energialähteiden eroista niin energiatehokkuudessa kuin hinnassakin. Tehtävässä tarvitaan monenlaisia yksikkömuunnoksia, sekä perustason energialaskuja. Lisäksi tehtävää voidaan käyttää tietotekniikan opetukseen yhdistettynä ja esimerkkinä siitä miten netistä voidaan hakea ajankohtaista tietoa.

### Esimerkkitoteutus:

Oppilaat laskevat kahden erilaisen talon energiankulutusta vaikkapa ryhmätyönä. Toinen ryhmä laskee 1-talon kulutuksen ja toinen ryhmä 2-talon kulutuksen:

Lähtötietona kahdesta kilosta haketta saadaan puukaasuna saman verran energiaa kuin yhdestä litrasta öljyä. Öljystä saadaan 42 MJ/kg. Kuutiometri puuhaketta painaa n. 150 kg.

- 1) Talo 1 on  $150m^2$  omakotitalo. Sen energiatehokkuus on A-luokkaa ja lämmitys- ja sähköenergia saadaan puukaasusta. Etsi A-luokan talon vuosittainen maksimaalinen energiakulutus ja laske kuinka paljon puuta täytyy olla tarvittavan energian tuottamiseksi ja paljonko se maksaa.
- 2) Talo 2 on myös  $150m^2$  omakotitalo. Sen energiatehokkuus on A-luokkaa ja lämmitys saadaan öljystä. Sähkö ostetaan palveluntarjoalta. Suomessa  $150m^2$  omakotitalo kuluttaa sähköä keskimäärin 8750 kWh. Etsi A-luokan talon vuosittainen maksimaalinen energiakulutus ja laske kuinka paljon öljyä täytyy olla tarvittavan lämmitysenergian tuottamiseksi ja paljonko se maksaa.

Oppilaat voivat etsiä tehtävässä tarvittavia öljyn ja sähkön hintatietoja, sekä rakennusten energiateholuokitustaulukkoa netistä esimerkiksi hakusanoilla: *sähkön hinta, öljyn hinta, energiankulutus, matalaenergia...* Näitä voi opettajan kanssa miettiä tunnilla porukallakin.

Opettajalle vinkiksi: (nämä voi myös antaa oppilasryhmille suoraan, jos haluaa nopeuttaa tehtävän suorittamista)

- Öljyn hintalaskuri tästä:

[https://www.neste.fi/temperatilaus\\_yksityis.aspx?path=2589%2c2655%2c2710%2c2791%2c2800%2c3695](https://www.neste.fi/temperatilaus_yksityis.aspx?path=2589%2c2655%2c2710%2c2791%2c2800%2c3695)

(jos linkki on vanhentunut, niin [www.neste.fi](http://www.neste.fi) -kautta varmaan löytää uuden sivun)

- Sähkön hintalaskuri esim. tästä: <http://www.sahkonhinta.fi/>

Oppilaat voivat katsoa esim. omalla kotipaikalla vaikuttavia sähköä tuottavia/jakelevia yrityksiä. Lopulliset hintaerot ovat aika pieniä eivätkä vaikuta tehtävän lopputulokseen.

- Puuhakkeen hinta kotiinkuljetettuna:  $20 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$ . (mikäli opettaja haluaa

ajantasaista tietoa, netistä vain hakemaan muutama puuhaketta myyvä yritys ja soitto sinne, kertovat kyllä yleensä mielellään)

- Energiapuun hinta metsästä korjattuna  $10\text{m}^3$ , tällöin haketus täytyy hoitaa omana työnä ja ostaa hakkurikone (esim. [www.junkkari.fi](http://www.junkkari.fi)), jonka hinta 10 000 - 30000 € (Tämän voi toteuttaa vaihtoehtoisena tehtävänä)

Energiatehokkuusluokitustaulukko (wikipediasta/Helsingin Sanomat 2009):

Rakennusten energiatehokkuusluokitus: kulutuksen maksimiarvot kWh/m <sup>2</sup> vuodessa			
Luokka	Saksa	Ruotsi	Suomi
A-luokka	30	100	150
B-luokka	50	130	170
C-luokka	70	160	190
D-luokka	90	190	230

**Malliratkaisu opettajalle:**

Vuosittainen energiankulutus A-luokan omakotitalolle, jonka pohjapinta-ala on  $150m^2$  :

$$150m^2 \cdot 150 \frac{kWh}{m^2} = 22500kWh$$

1 l öljyä ~ 2 kg puuhaketta	(karkea suhde, alan kirjallisuudesta)
-----------------------------	---------------------------------------

Öljyn energia-arvo  $42MJ/kg$ , öljyn tiheys keskimäärin  $900 kg/kuutiometri$  (karkea arvio, öljyn tiheys vaihtelee laadun mukaan)

$$\frac{900kg}{m^3} = \frac{0,9kg}{dm^3} = \frac{0,9kg}{l} \Rightarrow \frac{42MJ}{kg} \cdot \frac{0,9kg}{l} = 37,8MJ / l$$

Litra öljyä vastaa kahta kiloa puuhaketta, joten puuhakkeen energia-arvo  $= 18,9MJ / kg$

**Puukaasu-talo:**

Puuhakkeen energia kilowateiksi:

$$\frac{18,9MJ}{kg} = \frac{18,9MWh}{kg} = \frac{0,00525MWh}{kg} = \frac{5,25kWh}{kg}$$

Kulutus:  $\frac{22500kWh}{5,25kWh/kg} \approx 4286kg$  puuhaketta.

Tämän hinta, jos 1 kuutio painaa 150 kg:

$$\frac{4286kg}{150kg} = 28,57m^3 \Rightarrow 28,57m^3 \cdot 20 \frac{€}{m^3} = 571,43€/vuosi$$

**Öljytalo:**

$$\frac{37,8MJ}{l} = \frac{37,8MWh}{l} = \frac{0,0105MWh}{l} = \frac{10,5kWh}{l}$$

Kulutus:

22500 kWh menee sähköä  $8750 kWh$ , joten öljylle jää  $22500kWh - 8750kWh = 13750kWh$ .

$$\frac{13750kWh}{10,5kWh/l} \approx 1310l$$

Tämän hinta hintalaskurin mukaan (tehtävän laatimishetkellä Oulussa) =  $1366,6 €$

Sähkön hinta (tehtävän laatimishetkellä Oulussa) =  $550 €/vuosi$

Yhteensä:  $1916,6 €/vuosi$

Puukaasu-talon hinta on laskettu ohessa olevan ekokortteli-tyyppisessä tilanteessa ja on pelkän raakaenergian hinta ilman mitään lämmön ja sähkön siirtämiseen sekä ekokorttelin puukaasuvoimalan valmistamis- ja ylläpitokustannuksiin liittyviä lisäkuluja. Näitä olisi syytä oppilaiden kanssa miettiä.

Lisäinformaationa opettajalle, että tehtävän valmistumisvuonna esimerkkitalon kokoiselta omakotitalolta laskutettiin Kempeleen ekokorttelissa puukaasutehtaan lämpö- ja sähköenergiasta n. 950 €/vuodessa.