

ENERGIAN KULUTUKSEN LASKEMINEN



VEDEN, ILMAN JA METALLIN
LÄMMITTÄMISEEN TARVITTAVAN
ENERGIAN LASKEMINEN



MITEN ENERGIAN KULUTUKSIA VOIDAAN MITATA JA LASKEA?

- Energian kulutuksesta maalaamoissa suuri osa on ilmanvaihdon mukana menetetystä lämpimän ilman ulos viemästä lämpöenergiasta. Sen tilalle on tuotava uutta puhdasta ilmaa ulkoa joka on lämmitettävä jotta maalaamotila ei jäähtyisi. Koska ilmamäärät ovat suuria on myös lämmitykseen tarvittavan energian tarve suuri silloin kun sisäilman ja ulkoilman välinen lämpötilaero on suuri. Näin on erityisesti talven kylminä päivinä jolloin energian kulutus voi nousta todella suureksi.



VEDEN JA ILMAN LÄMPÖSISÄLTÖ

- Kun ilmaa tai vettä tai mitä tahansa ainetta lämmitetään lämmitys kuluttaa energiaa. Vastaavasti kun joku aine jäähtyy se luovuttaa energiaa saman määrän kuin se on lämmitessään kuluttanut.
- Aineen kyky vastaanottaa ja luovuttaa energiaa riippuu sen ominaislämpökapasiteetista.
- Ominaislämpökapasiteetti on lukuarvo joka ilmaisee paljonko yhden kilon painoiseen aineeseen on tuotava lämpöenergiaa, jotta sen lämpötila nousee yhden °C-asteen.



OMINAISLÄMPÖKAPASITEETTI

- Vastaavasti ominaislämpö-kapasiteetti ilmaisee paljonko yhden kilon painoinen aine luovuttaa lämpöä jäähtyessään yhden °C asteen verran.
- Mitä suurempi ominaislämpökapasiteetin arvo on, sitä enemmän aine kykenee sitomaan itseensä lämpöenergiaa lämmitessään ja luovuttamaan lämpöenergiaa jäähtyessään.

Ominaislämpökapasiteetin tunnus on c_p ja sen yksikkö on:

$$C_p = \text{kJ} / ^\circ\text{C} \times \text{kg}$$



OMINAISLÄMPÖKAPASITEETTI

- Eri aineiden ominaislämpökapasiteetteja

Aine	C_p (kJ / °C × kg)
Vesi	4,19
Jää	2,09
Teräs	0,47
Kupari	0,39
Alumiini	0,9
Lasi	0,83
Ilma	1,0



VEDEN OMINAISLÄMPÖKAPASITEETTI

- Edellisestä taulukosta voidaan havaita, että vedellä on varsin suuri ominaislämpökapasiteetin arvo verrattuna mm. metalleihin. Tästä johtuen veteen voi sitoutua huomattavan paljon lämpöenergiaa.
- Kun veden ominaislämpökapasiteetti on suuri vaatii se lämmitysvaiheessa paljon lämpöenergiaa. Jäähdyessään se vastaavasti luovuttaa saman suuren energiamäärän.



VEDEN LÄMMITYSENERGIA

- Esim. 1. Paljonko tarvitaan energiaa lämmittämään 200 kg vettä 30 °C -astetta?
- Vastaus:

$$\begin{aligned} E &= 4,19 \text{ kJ}/^{\circ}\text{C} \times \text{kg} \times 30^{\circ}\text{C} \times 200 \text{ kg} \\ &= 25140 \text{ kJ} = 25,14 \text{ MJ} \end{aligned}$$



ENERGIA YKSIKÖIDEN MUUNTAMINEN

- Edellisestä tehtävästä saatiin veden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä yksikössä kJ joka muunnettiin yksikköön MJ.
- Jos tulokset halutaan muuntaa yksikköön kWh saadaan vastaukset jakamalla seuraavasti:
 - $\text{kJ} / 3600 = \text{kWh}$
 - $\text{MJ} / 3,6 = \text{kWh}$
- Edellisen laskun tulos yksikössä kWh on näin ollen:
- $25,14 \text{ MJ} / 3,6 = 7 \text{ kWh}$.



VEDEN LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS

- Saatu tulos vastaisi samaa energian kulutuksen määrää kuin Winnovan rautafosfointialtaan lämmittäminen +22 °C-asteesta + 52 °C-asteeseen tai suihkussa käyntiin jossa tuleva kylmä vesi lämmitettäisiin +9 °C-asteesta +39 °C-asteeseen ja suihkua käytettäisiin 13 min 20 s.
- Onko tämä sitten paljon? Jos vesi lämmitettäisiin sähköllä jonka hinta olisi 0,15 e / kWh olisi sähkölasku tällöin $0,15 \text{ e/kWh} \times 7 \text{ kWh} = 1,05 \text{ e}$.



VEDEN LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS

- Tulosta voidaan verrata muihin sähkön kulutuksen lähteisiin. Jos tulosta verrataan LED-valaisimeen jonka energian kulutus on 3 W voitaisiin valoa pitää päällä samalla energiamäärällä $2333 \text{ h} = 97 \text{ d}$ eli yli 3 kuukautta! Tai jos tulosta verrattaisiin nykyaikaiseen LED-televisioon jonka kulutus on 60 W voitaisi televisiota pitää päällä 175 h joka olisi aikana yli viikko!
- Tavallisen sähkökiukaan teho on noin 6 kW ja näin ollen kulutus tunnissa 6 kWh. Ed. veden lämmitys kuluttaa energiaa näin ollen enemmän kuin kiukaan pitäminen päällä tunnin ajan.



VEDEN LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS

- Esim. 2. Paljonko tarvitaan energiaa lämmittämään 200 litraa vettä + 20 °C- asteesta + 65 °C-asteeseen?

- Vastaus:

$$E = \frac{4,19 \text{ kJ} \times 200 \text{ kg} \times (65 - 20^\circ \text{C})}{^\circ \text{C} \times \text{kg}} = 37710 \text{ kJ}$$

Yksikössä kWh tulos olisi 10,5 kWh.

Mieti miten tulos saatiin? Paljonko energia maksaisi jos se lämmitettäisiin sähköllä jonka hinta on 0,15 e/kWh?

RAUDAN LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS

- Esim. 3. Paljonko tarvitaan energiaa lämmittämään 15 kg rautaa +20 °C- asteesta + 220 °C-asteeseen?
- Vastaus

$$E = \frac{0,47 \text{ kJ} \times 15 \text{ kg} \times (220 - 20^\circ \text{C})}{^\circ \text{C} \times \text{kg}} = 1410 \text{ kJ}$$

Yksikössä kWh tulos olisi 0,4 kWh.

Kulutus on hyvin tyypillinen Winnovassa jauhemaalauksessa kuluva energia kun maalataan ohutlevytuotteita. Mieti onko tämä paljon?

ILMAN LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS

- Esim. 4. Paljonko tarvitaan energiaa lämmittämään 5000 m³ ilmaa -20 °C-asteesta + 20 °C-asteeseen? Ilman tiheys on 1,3 kg/m³.

$$E = 1,0 \text{ kJ/}^{\circ}\text{C} \times \text{kg} \times 40^{\circ}\text{C} \times 5000 \text{ m}^3 \times 1,3 \text{ kg/m}^3 = 260000 \text{ kJ} = 260 \text{ MJ}$$

Yksikössä kWh tulos olisi 72 kWh. Kulutus vastaisi Winnovan kuivaerotuskaapin pitämistä päällä talvella 1h 24 min kun tulevan korvausilman lämpötila on -20 °C-astetta ja ilman vaihto 1 m³/s. Ilmaa poistuisi 5000 m³ / 1 m³/s = 5000 s = 1,389 h = 1 h 23 min.



ILMAN LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS

- Ilman lämmitysenergian kulutukseen tarvitaan kaksi tietoa:
- Paljonko tulevaa ilmaa pitää lämmittää? Tämä saadaan helposti laskemalla tilasta poistuvan ja sinne tulevan ilman lämpötilojen erotuksella. Esim. jos poistuvan ilman lämpötila on $+ 20\text{ °C}$ ja tulevan ilman lämpötila -5 °C on lämpötilojen erotus 25 °C .
- Paljonko ilmaa poistetaan? Poistuvan ilman määrä voidaan mitata pitot-mittarilla poistoilmakanavasta. Mittaus on varsin yksinkertaista.