

<b>Materiaalin nimi</b>	Puun lämpöarvon määrittäminen
<b>Kohderyhmä</b>	13–15 -vuotiaat, 15–19 -vuotiaat
<b>Materiaalin laatu</b>	Työohje
<b>Kuvaus</b>	<p>Työssä tutustutaan puun lämpöarvoon mittaamalla veden lämpötilan muutoksia. Työohjetta voi muokata esimerkiksi vertailemaan eri puulajien lämpöarvoja vaihtamalla puuhakkeen ja sahanpurun eri puunäytteiksi.</p> <p>Työ sopii esimerkiksi osaksi isompaa puu- tai metsäaiheista projektia.</p>
<b>Materiaali</b>	Työohje alla
<b>Lähde</b>	Lassi Pyykkö ja Jouni Välisaari (JYU)

# Puun lämpöarvon määrittäminen

Työssä tutustutaan eri energianlähteiden lämpöarvoihin. Etanolin, puuhakkeen ja sahanpurun lämpöarvot määritetään yksinkertaisen laitteiston avulla. Työssä tarvittavat askartelutaidot ja ideointikykyä toimivan laitteiston rakentamisessa. Aluksi tutustu huolellisesti työohjeeseen. Lukemisen jälkeen kirjaa vihkoosi suunnitelma siitä, miten etenet tässä tutkimuksessa. Näytä tutkimussuunnitelmaasi opettajalle ennen tutkimuksen aloittamista. Tee muistiinpanot mittaustuloksista kaikissa tutkimuksen vaiheissa.

## Ennakkotehtävät

Mitä arvelet, kummasta saadaan enemmän energiaa, puuhakkeesta vai sahanpurusta?

Millainen on etanolin lämpöarvo verrattuna puunäytteen lämpöarvoihin?

## Reagenssit ja tarvikkeet

- etanolia
- puuhaketta
- sahanpurua
- vettä
- upokkaita ja pienisilmäisiä metalliverkon palasia
- lämpömittari
- statiivi ja koura
- tulitikkuja tai sytytin
- vaaka
- mittalasi
- dekantterilasi
- alumiinifoliota
- kipsilevy

## Työn suoritus

Aloita työ rakentamalla tutkimuslaitteisto. Eristä laitteistoa folion avulla.

1. Mittaa dekantterilasiin mittalasin avulla 100 ml huoneenlämpöistä vettä. aseta lämpömittari dekantterilasiin statiivin ja kouran avulla siten, ettei sen kärki kosketa dekantterilasin pohjaa.
2. Punnitse upokkaaseen 2 g etanolia. Mittaa vesiliuoksen alkulämpötila. Sytytä upokkaassa oleva etanoli ja siirrä upokas laitteistoon dekantterilasin alle. Seuraa lämpötilanmuutosta. Kirjaa muistiin veden maksimilämpötila.

3. Mittaa dekantterilasiin mittalasin avulla 100 ml huoneenlämpöistä vettä. Aseta lämpömittari dekantterilasiin samalla tavalla kuin aiemminkin.
4. Punnitse upokkaaseen 2 g etanolia ja 0,25 g **puuhaketta**. Mittaa vesiliuoksen alkulämpötila. Sytytä upokkaassa oleva etanoli-puuhake -seos ja siirrä upokas laitteistoon dekantterilasin alle. Seuraa lämpötilanmuutosta. Kirjaa muistiin veden maksimilämpötila. Jos upokkaassa oleva aine sammuu ennen kuin se on palanut loppuun, yritä sytyttää se uudelleen.
5. Mittaa dekantterilasiin mittalasin avulla 100 ml huoneenlämpöistä vettä. Aseta lämpömittari dekantterilasiin samalla tavalla kuin aiemminkin.
6. Punnitse upokkaaseen 2 g etanolia ja 0,25 g **sahanpurua**. Mittaa vesiliuoksen alkulämpötila. Sytytä upokkaassa oleva etanoli-sahanpuru -seos ja siirrä upokas laitteistoon dekantterilasin alle. Seuraa lämpötilanmuutosta. Kirjaa muistiin veden maksimilämpötila. Taas, sytytä palava näyte uudelleen, jos se sammuu ennen kuin se on palanut loppuun.

### Tulosten käsittely

Näytteen energia voidaan laskea kaavalla

$$E = m c \Delta T,$$

missä

$E$	=	näytteen energia
$m$	=	veden massa
$c$	=	veden ominaislämpökapasiteetti
$\Delta T$	=	veden lämpötilan muutos

Palavan aineen massa ilmoitetaan grammoina ja veden lämpötilan muutos kelvinasteina. Mittauksissa käytetty 100 ml vettä painaa 100 g. Veden ominaislämpökapasiteetti on 4,182 kJ/(K·kg)

### Työhön liittyviä kysymyksiä

1. Kuinka paljon energiaa tutkittavat aineet sisältävät?
2. Mitkä tekijät aiheuttavat virhettä määrityksissä?
3. Miten voisit kehittää tutkimuslaitteistoa?
4. Miksi dekantterilasissa olevan veden lämpötila muuttui? Miten poltettavan aineen energia siirtyi veteen?

Tutkimuksen tuloksia voidaan pitää vain suuntaa antavina. Kirjallisuusarvot etanolin ja puun lämpöarvoille ovat: 26,8 MJ/kg ja 19 MJ/kg. Koska tutkittavia aineita ei polteta tässä kokeessa suljetussa systeemissä, energiaa siirtyy dekantterilasissa olevan veden lisäksi myös ilmaan ja tutkimuslaitteistoon. Osa polttoaineesta jää usein myös palamatta.