



## Työohje: Hiilipuu.fi

Hiilipuu havainnollistaa hiilenkiertoa virtuaalisen männyn avulla. Hiilipuu animaatio näyttää miten mänty Helsingin yliopiston Hyytiälän metsäasemalla sitoo ilman hiilidioksidia juuri nyt. Voit myös tarkastella päiviä vuodesta 2014 lähtien sekä erilaisissa sääolosuhteissa. Hiilipuu on Helsingin yliopiston Ilmakehätieteen keskuksen, Metsätieteiden laitoksen, ohjelmistoyritys Simosolin ja kuvataiteilija Terike Haapojan yhteistyöhanke.

Kohderyhmä: työ edellyttää sujuvaa lukutaitoa, yksinkertaista laskemista ja kykyä löytää asyayhteyksiä, muokkaa työohjetta ja tehtäviä ryhmällesi soveltuvaksi.

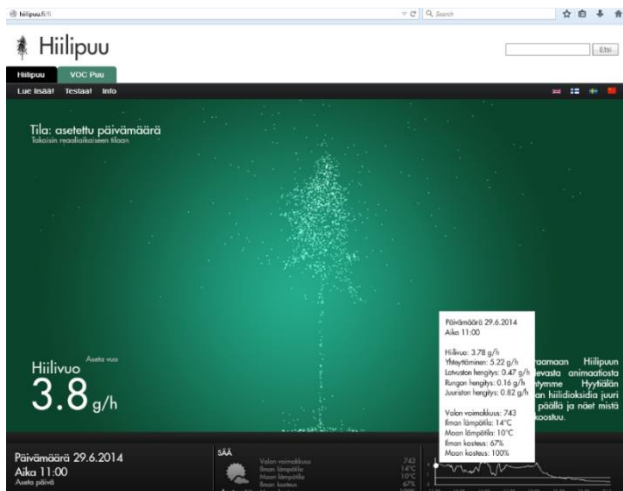
Toteutustapa: Etsi tietoja hiilipuu.fi-sivustolta ja simuloi hiilen kiertoa asettamalla erilaisia sääolosuhteita.

Työn tarkoitus: havainnollistaa metsien merkitystä hiilinieluna ja ilmastonmuutoksen vaikutuksia mäntymetsän hiilenkiertoon.

Tarvikkeet: Virtuaalinen mänty [www.hiilipuu.fi](http://www.hiilipuu.fi)

## Tausta

Yhteyttäessään kasvit sitovat hiilidioksidia ja vapauttavat happea, jota hengitämme. Yhteyttämisen lisäksi puut, kuten kaikki elollinen, soluhengittävät ja vapauttavat hiilidioksidia. Hiilipuun pisteet havainnollistavat hiilidioksidia ja hiilidioksidin vaihto ilmaistaan hetkellisenä hiilivuona. Positiivinen luku kertoo männyn ottavan hiilidioksidia vastaan ja negatiivinen merkitsee puun luovuttavan hiilidioksidia ilmakehään. Hiilidioksidi on ilmakehän merkittävin kasvihuonekaasu, jonka pitoisuus nousee fossiilisia polttoaineita käytettäessä. Sitomalla ilmakehän hiilidioksidia metsät hidastavat ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden nousua ja ilmastonmuutosta. Muuttuva ilmasto ja kohoava hiilidioksidipitoisuus puolestaan vaikuttavat puiden toimintaan ja siten metsien hiilenkiertoon.



Hiilidioksidin vaihto näkyy hiilivuona [hiilipuu.fi](http://hiilipuu.fi) sivun alareunassa, hiilivuon kertoo hiilen nettovaihdon, eli yhteyttämisen ja hengityksen välisen erotuksen. Esimerkkikuvassa yhteyttämisen on 5.22 g/h ja latvuston, rungon ja juuriston hengitys yhteensä 1.45 g/h eli mänty sitoo ilmakehästä 3.8 grammaa hiiltä tunnissa. Hiilipuu.fi perustuu Hyytiälän metsäasemalla tehtäviin mittauksiin ja voit tarkastella männyn toimintaa vuodesta 2014 lähtien vaihtamalla ajankohtaa "Aseta päivä" tai vaihtamalla olosuhteita "Aseta sää" kohdasta. Lisäohjeet löytyvät valitsemalla "Opetusvideot" yläpalkin "Info" valikosta.

## Mittaustehtävä ulkona

Tarvikkeet: Hiilipuu.fi, Vernier LabQuest & mittausanturit: PAR sensor, EasyTemp-lämpötila-anturi, Relative Humidity Sensor, Soil Moisture Sensor

1. Kuvaile mittaustaipaikkaasi (esim. metsätyyppi, metsän arvioitu ikä, vuodenaika, sää)

---

---

2. Mittaa maastossa seuraavat suureet:

Mitattava asia	Mittaustulos
Valon voimakkuus, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ *	
Ilman lämpötila, °C	
Ilman kosteus, %	
Maan lämpötila, °C	
Maan kosteus, % **	

\*kasveille käyttökelpoinen valo PAR (photosynthetically active radiation). PAR:n yksikkönä käytetään valokvanttimooleja pinta-ala- ja aikayksikköä kohti.

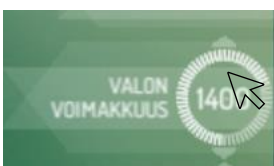
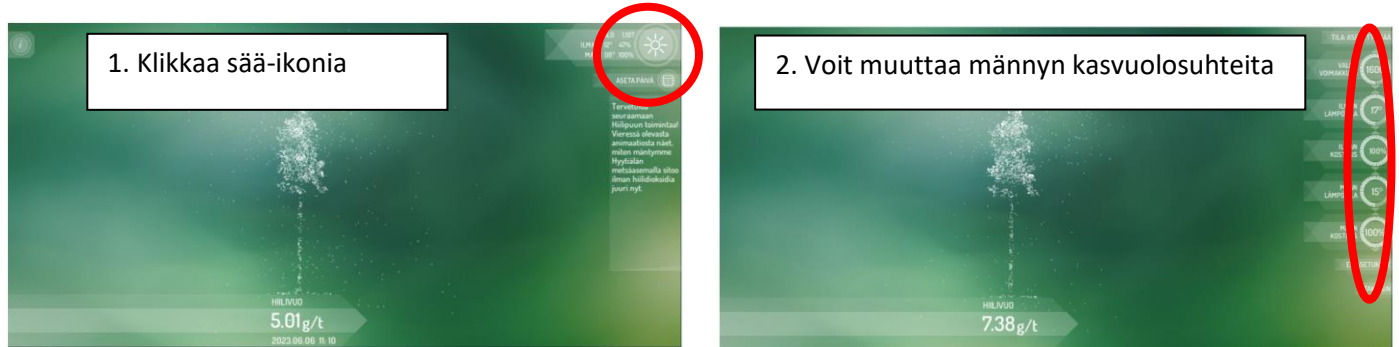
\*\*Kesällä maan kosteus voi kovassa kuivuudessa laskea 10%:iin. Normaalisti kesällä maan kosteus vaihtelee välillä 25-30%, sateen jälkeen jopa 35%.

3. Säädä hiilipuu omien mittaustulostesi mukaiseksi. Minkälainen hiilivuo on mittaustaipaikkasi tällä hetkellä?

---

---

Ohjeet Hiilipuun säätämiseen:



Lukuarvojen suurentaminen: klikkaa luvun yläpuolelta



Lukuarvojen pienentäminen: klikkaa luvun alapuolelta

## Oppilastehtävät

**Tehtävä 1.** Aseta päiväksi jouluaatto, juhannus ja lopuksi oma syntymäpäiväsi. Minä päivänä hiilivuo on suurin? Vie kursori Hiilivuo kuvaajalle oikeaan reunaan ja kirjaa ylös kuinka paljon yhteyttäminen oli kunakin päivänä kello 12.

päivä	hiilivuo g/t
jouluaatto	
juhannus	
syntymäpäivä	

**Tehtävä 2.** Millä osilla mänty soluhengittää ja mitä yhdisteitä hengityksessä vapautuu? "Lue lisää!" valikosta löytyy lisätietoa.

---

---

---

**Tehtävä 3.** Mitkä tekijät vaikuttavat siihen kuinka paljon hiilidioksidia puut ottavat (eli yhteyttämisen määrään)? Ja millä tavalla kyseisten tekijöiden muutos vaikuttaa yhteyttämiseen? Valitse "Aseta sää" ja vaihda olosuhteita.

---

---

---

**Tehtävä 4.** Mitkä tekijät vaikuttavat siihen kuinka paljon hiilidioksidia puut vapauttavat? Valitse "Aseta sää" ja vaihda olosuhteita.

---

---

---

**Tehtävä 5.** Missä olosuhteissa puun nettovaihto on suurimmillaan (yhteytys-hengitys)? Kuvaille, voit myös antaa lukuarvoja (lämpötila, valo, maan kosteus, ilman kosteus, hiilidioksidipitoisuus).

---

---

---

*Työn suunnittelu: yliopistonlehtori Taina Ruuskanen, Helsingin yliopiston koulutus ja kehittämiskeskus ja fysiikan laitos, Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama tiedekasvatuksen kehittämishanke HIILI*

## Jatkotutkimus: Kännykän lataaminen

Oman kännykän lataamisesta muodostuvat hiilidioksidipäästöt voidaan laskea kännykän akussa lukevien tietojen pohjalta. Suurimmasta osasta akkuja löytyy suoraan akun kapasiteetti wattitunteina. Wattitunnit ilmoittavat kännykän tarvitseman määrän energiaa yhtä latausta kohden.

Sähköä voidaan tuottaa useilla eri menetelmillä ja kaikki menetelmät tuottavat eri määrän hiilidioksidia eli niillä on erilainen hiilijalanjälki. Keskimäärin Suomessa sähkön tuottaminen aiheuttaa 220 grammaa hiilidioksidia jokaista tuotettua kilowattituntia kohden.

1. Etsi akusta kapasiteetti wattitunteina. Kuinka paljon tämä on?
2. Jos kännykkä ladataan joka yö tyhjästä täydeksi, kuinka paljon se tarvitsee energiaa vuoden aikana?
3. Kuinka suuren hiilijalanjäljen kännykän tarvitsema sähkö tuottaa
  - a) vuodessa?
  - b) yhdessä latauksessa?
4. Missä ajassa hiilipuu sitoo yhden latauksen aiheuttaman määrän hiiltä
  - a) keväällä?
  - b) kesällä?
  - c) talvella?

### Esimerkkikännykkä

Kännykän akun kapasiteetti on esimerkkikännykässä (kuva vieressä) 8,09 Wh. Jos kännykkä ladataan vähintään kerran päivässä, tulee vuoden aikana kännykän lataamiseen käytettyä

$365 \text{ päivää} * 8,09 \text{ Wh} = 2953 \text{ Wh}$   
eli noin 3 kilowattituntia energiaa.

Sähkön hiilidioksidipäästökseksi on ilmoitettu keskimäärin 220 g hiilidioksidia jokaista tuotettua kilowattituntia kohden eli 3 kWh tuottaa 660 g hiilidioksidia. Jos tämä jaetaan vuoden jokaiselle päivälle, saadaan yhden päivän kuluttaman latauksen osuudeksi 1,8 g hiilidioksidia.

Eli yksi lataus tuottaa sähkön kautta noin 2 grammaa hiilidioksidia.

