

STEAM-tiedekasvatus

Juupajoella

Hankkeen loppuraportti

Pauliina Schiestl-Aalto

Anne Tuovila

Lea Nurminen

## Sisältö

### Alkusanat

1. Hankkeen tavoite ja menetelmät
2. Tehtävät
3. Oppilaiden ja opettajien mietteitä tiedekasvatuksesta
4. Tehtävissä käytettävät välineet ja mittalaitteet



© Juho Aalto

## Alkusanat

Helsingin yliopiston Hyytiälän metsäasema sijaitsee Juupajoella, Pirkanmaalla. Hyytiälässä on tehty laaja-alaista metsäntutkimusta ja metsäopetusta yli sadan vuoden ajan. Hyytiälässä sijaitseva SM EARI -ilmakehäasema on poikkitieteellinen huippututkimusasema, joka on perustettu vuonna 1995. Huolimatta pitkästä historiasta, yhteistyö Juupajoen kunnan ja Hyytiälän metsäaseman välillä oli vähäistä ennen kuin aloitimme tiedekasvatushankkeen, jota tässä dokumentissa kuvataan. Tällaisen hankkeen aloittaminen on itse asiassa hyvin helppoa, kun sopivat ihmiset osuvat yhteen ja ovat halukkaita edistämään yhteistä asiaa. Totesimme, että meillä on erinomainen ja jopa poikkeuksellinen mahdollisuus opettaa oppilaille ajattelun taitoja ja tutkimuksen tekoa tekemällä heidän kanssaan samanlaisia mittauksia, joita Hyytiälässä ja SM EARI -asemalla tehdään.

Alusta asti tavoitteena oli luoda hankkeesta pitkäkestoinen ja jatkuva siten, että tiede olisi osana koko oppilaiden peruskoulupolkua eikä vain yksittäisenä vierailukertana. Opetushallituksen rahoittaman kaksivuotisen hankkeen puitteissa kehitimme toiminnasta kokonaisuuden, joka alkaa eskari-ikäisistä ja jatkuu aina yhdeksännelle luokalle asti sisältäen joka vuosi tehtäväkokonaisuuden siten, että kymmenessä vuodessa tehtävistä muodostuu karkea kokonaiskuva siitä, mistä metsä koostuu, minkälaisia prosesseja metsässä on käynnissä ja miten ympäristötekijät näitä prosesseja ohjaavat. Vähintään yhtä tärkeää kuin asiasisältö, on kuitenkin perehdyttää oppilaita mittaamiseen, mittausten tulkintaan ja näistä tehtävien päätelmien tekemiseen. Kriittisen ajattelun taidot ovat tärkeitä ihan jokaiselle ja niitä toivomme tässä hankkeessa kehittävämmek.

Hankkeen edetessä tehtäväkokonaisuuksia on kehitetty niin, että niiden toteuttamiseen ei tarvita yliopistollista tutkimusasemaa, vaan niitä voidaan tehdä joko kaikille saatavilla olevilla välineillä tai edullisilla opetuskäyttöön tarkoitetuilla välineillä. Kymmenen tehtävää toimivat kokonaisuutena, mutta myös yksittäisinä, jos niistä halutaan toteuttaa vain yksi tai joitakin.

Toimintamme on tällä hetkellä käynnissä neljättä vuotta ja tarkoitus on jatkaa sitä hamaan tulevaisuuteen. Tässä dokumentissa esittelemme hankkeen tavoitteen ja menetelmät sekä kunkin tehtäväkokonaisuuden sekä oppilaiden ja opettajien näkemyksiä hankkeesta ja tehtävistä. Kaikki tehtävät ja toiminnan yleisesittely ovat saatavilla myös osoitteessa <https://peda.net/juupajoki/tiedekasvatus>.

Juupajoella, 22.12.2020

Pauliina Schiestl-Aalto, tutkijatohtori Helsingin yliopisto

## 1. Hankkeen tavoite ja menetelmät

Juupajoen kunnan esi- ja perusopetuksen tiedekasvatustoiminta toteutetaan yhteistyössä Hyytiälän metsäaseman kanssa. Suunnittelu ja toteutus tapahtuvat yhteistyössä kunnan esiopetuksen, perusopetuksen ja yliopiston henkilöstön kesken. Hyytiälässä hankkeen vastuuhenkilönä toimii MMT Pauliina Schiestl-Aalto.

Tehtävissä koululaiset tutustuvat nykyaikaiseen luonnontieteelliseen tutkimukseen, jollaisesta Hyytiälän metsäaseman vahvasti monitieteinen tutkimustoiminta tarjoaa erinomaisen esimerkin. Nykytutkimuksessa esimerkiksi biologiaan ja ekologiaan yhdistyy edistynyt matematiikka ja mallinnus, tekniseltä suoritukseltaan vaativat mittaukset, tietoteknisesti haastavat laskentamenetelmät sekä ymmärrys fysiikan ja kemian ilmiöistä.

Hankkeessa työskennellään opetussuunnitelman mukaisen ilmiöpohjaisen oppimisen kautta ja tarjotaan oppilaille mahdollisuus osallistavaan ja aktiiviseen oppimiseen. Tehtävissä tehdään kullekin ikätasolle sovitusti samankaltaisia mittauksia kuin Hyytiälässä tehdään tutkimustarkoituksessa. Näin päästään pohtimaan tiedon hankkimisen ja tiedon tulkinnan monimutkaisuutta ja sitä, miten erilaiset oletukset tai olosuhteet vaikuttavat tuloksiin.

Koska Hyytiälässä tutkitaan nimenomaan metsää ja metsän ja ilmankin välisiä vuorovaikutuksia, hankkeemme sisältö muodostuu metsäteeman ympärille. Substanssiosaamista tärkeämpi päämäärä on kuitenkin edistää ajattelun ja oppimisen taitoja, luovaa ongelmanratkaisukykyä ja kykyä loogiseen ajatteluun ja päättelyyn. Tiedekasvatuksen avulla tuetaan myös kykyä ymmärtää tieteen ja tutkimuksen prosesseja ja niistä saatavia tuloksia.



## 2. Tehtävät

Kymmenvuotisen tehtäväkokonaisuuden aikana käydään ensin läpi, miksi puut näyttävät siltä kuin näyttävät, mistä elollisista ja elottomista tekijöistä metsä koostuu ja miten nämä tekijät ovat yhteydessä toisiinsa (0-2 lk.). Seuraavaksi perehdytään ympäristötekijöihin, jotka ohjaavat metsässä toimivia prosesseja kuten kasvua, yhteytystä ja hajotusta (4-5 lk.). Lopuksi perehdytään kyseisiin prosesseihin (6-9 lk.). Kokonaisuuden runko on seuraava:

0. lk.: Mittaamisen perusteet, puun rakenne
1. lk.: Metsä – mistä tekijöistä metsä koostuu
2. lk.: Metsätyypit – miksi metsät ovat erilaisia
3. lk.: Puiden välinen yhteistyö ja kilpailu
4. lk.: Ympäristötekijät: lämpö ja vesi
5. lk.: Ympäristötekijät: valo
6. lk.: Puun kasvun säännönmukaisuudet
7. lk.: Kasvuun vaadittavat tekijät ja kasvunopeus
8. lk.: Hengitys ja hiilenvaihto
9. lk.: Yhteytys ja mallinnus

Seuraavassa esitellään kullekin luokka-asteelle suunniteltu tehtävä. Suurin osa tehtävistä sisältää varsinaisen tehtävän lisäksi ennakkotehtävän, joka tutustuttaa aiheeseen. Kolmannesta luokasta eteenpäin oppilaat tuottavat tehtävän jälkeen sanallisen tai kuvallisen raportin, jossa harjoitellaan kertomaan, mitä tehtävässä on tehty ja mitä siitä on opittu.

Tehtäviin liittyvät lomakkeet ovat saatavilla osoitteessa <https://peda.net/juupajoki/tiedekasvatus>.

## Esiopetus

Esikoululaisten tehtävä koostuu kahdesta itsenäisestä lyhyestä tehtävästä, joista ensimmäisessä tutustutaan mittaamisen perusteisiin ja toisessa siihen, miksi puu näyttää puulta.

### Mittaamisen perusteet

Askarrellaan keitetyistä kananmunista jokaiselle oppilaalle oma otus. Askarteluun voidaan käyttää esim. vedenpitäviä tusseja ja silmätarroja.

Tehtävässä kananmunaotukset haluavat mennä uimaan, mutta ne ovat hyvin tarkkoja siitä, millaisessa vedessä ne haluavat uida. Arvioidaan ja mitataan erilaisten uima-altaiden uimaveden sopivuutta:

#### *Tehtävä 1: Aistinvarainen arviointi*

Verrataan kolmea uima-allasta, joista yhden vesi on jäässä ja punaista, yhden vesi kylmää ja sinistä, yhden vesi väritöntä ja lämmintä. Mihin näistä olisi paras mennä uimaan? Miksi? Mietitään ainakin lämpötilaa, kovuutta ja väriä. Lämpötilaa voi arvioida näköhavainnon perusteella (jää / neste) sekä kädellä tunnustelemalla. Mitä muita ominaisuuksia vedellä voisi olla? Miten niitä voisi arvioida? Millaisessa vedessä sinusta on kiva uida?

Merkitään lomakkeelle, mikä on paras uima-allas.

#### *Tehtävä 2: Yksinkertainen mittalaite*

Mitataan veden tiheyttä kananmunaotusten avulla.

Otukset eivät osaa uida, joten niiden pitäisi kellua vedessä, jotta uima-allas olisi niille sopiva. Laitetaan otukset altaaseen ja katsotaan kelluvatko otukset.

Tämän jälkeen kananmunaotukset päättävät koittaa myös merivesi uima-allasta. Lisätään toiseen astiaan reilusti suolaa ja sekoitetaan kunnolla. Kelluvatko kananmunaotukset nyt?

Piirretään lomakkeelle kananmunaotus altaan pohjaan tai pinnalle sen mukaan, mitä on havaittu.

Otukset kutsuvat kaverinsa Omenan ja Porkkanan kanssaan uimaan. Kokeillaan kelluvatko kaverit merivedessä. Merkitään lomakkeelle, ketkä kelluvat.

#### *Tehtävä 3: Digitaalinen mittalaite*

Vesi on molemmissa uima-altaissa otuksille liian kuumaa! Ne keksivät laittaa jääpaloja altaisiin, jotta vesi jäähtyy. Otukset eivät kuitenkaan ole varmoja, millä keinolla vesi viilenee nopeimmin: pitäisikö vettä sekoittaa vai antaa sen vain olla? Autetaan otuksia ja mitataan veden viilenemistä digitaalisella mittalaitteella molemmissa altaissa. Sekoitetaan toisen altaan vettä, kunnes jääpalat sulavat. Kumpaan uima-altaaseen otukset pääsevät nopeammin uimaan? Miksi?

Merkitään lomakkeelle, kummassa altaassa vesi jäähtyi nopeammin.





## Puun rakenne: Miksi puu näyttää puulta?

Jokainen askartelelee normaalin puun ja jollain tavalla hassun puun yhdistelemällä erikokoisia runkoja, juuria ja latvuksia. Hassun puun voi koostaa osista miten vain. Mietitään, mitkä piirteet tekevät puusta normaalin. Miksi oikea puu ei voisi näyttää samalta kuin askarreltu hassu puu?

Verrataan koko puun pituutta ja latvuksen pituutta. Valossa kasvaneella puulla latvus voi olla koko puun pituinen, varjossa kasvaneella alle puolet koko puun pituudesta. Puu tarvitsee paljon lehtiä, joissa se tekee sokeria kasvamiseen ja energian tuottamiseen.

Arvioidaan vielä juuriston leveyttä. Mitä isompi juuristo, sitä laajemmalla alueella puu saa kerättyä vettä ja ravinteita. Karkeasti juuristo ulottuu yhtä kauaksi puusta kuin puu on pitkä.

Runko on puussa kuljetusta ja tukea varten. Runkoa pitkin kuljetetaan maasta vettä ja ravinteita lehtiin ja toisinpäin sokereita lehdistä juuriin. Lisäksi runko kohottaa lehdet ylös valoon.

Katsotaan hassuja puita. Saako oma hassu puusi napattua riittävästi valoa lehdillään? Saako se maasta vettä ja ravinteita juurilla? Saako puu kuljetettua runkoa pitkin vettä, ravinteita ja sokereita lehtien ja juurien välillä?

Katsotaan ja mietitään yhdessä: Minkälaisia hassuja puita on tehty? Näyttävätkö kaikki normaalit puut samalta? Voisiko puista joissain olosuhteissa kasvaa hassuja puita?





## 1. luokka: Mistä metsä koostuu?

1.-luokkalaisten tiedekasvatustehtävässä mietitään, millaisista elollisista ja elottomista tekijöistä metsä koostuu sekä sitä, miten nämä tekijät vaikuttavat toisiinsa.

Esimerkkejä elollisista tekijöistä: puut, muut kasvit, eläimet, mikrobit, sienet

Esimerkkejä elottomista tekijöistä: valo, vesi, lämpö, maaperä, ravinteet

*Ennakkotehtävänä* jokainen oppilas piirtää / maalaa A4 –A3 –kokoiselle paperille metsän, johon varsinaisessa tehtävässä lisätään yllä olevia tekijöitä. Piirroksessa / maalauksessa pitäisi olla:

- taivas
- aurinko
- maanpinta
- maaperä
- muutama erikokoinen puu
- tilaa tehtävässä lisättäville asioille

Esimerkiksi näin:



Tehtäväpäivänä lisätään metsään tarroja siten, että metsässä on yksi hahmo jokaisesta seuraavista luokista:

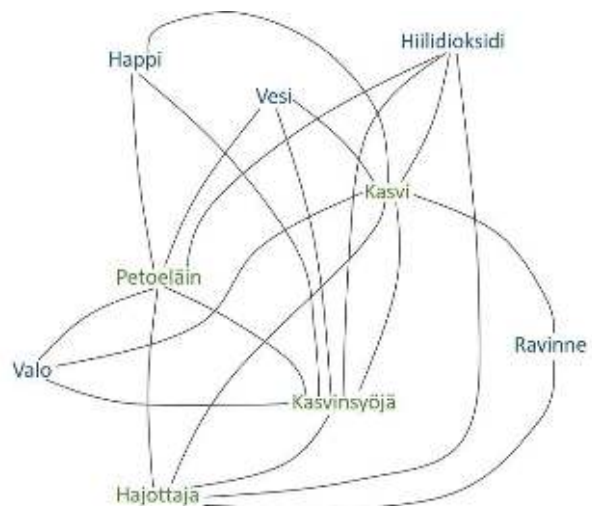
Luokka	Hahmot		
Valo	Aurinko		
Hiilidioksidi	Hiilidioksidi		
Happi	Happi		
Vesi	Vesipisarat maassa		
Maaperä	Ravinteet		
Lahopuut	Kanto	Maapuu	
Pohjajaksvit	Jäkälä	Sammal	
Pintakasvit 1	Kanerva	Metsätähti	
Pintakasvit 2	Mustikka	Puolukka	
Sienet	Tatti	Kantarelli	
Madot	Kasteliero		
Lihan- / sekasyöjät	Karhu	Kettu	Mäyrä
Kasvinsyöjät	Rusakko	Metsämyyrä	Metsäkauris
Linnut	Punatulkku	Varpushaukka	Pohjantikka
Hyönteiset 1	Perhonen	Neidonkorento	Heinäsiirkka
Hyönteiset 2	Kimalainen		

Tämän jälkeen mietitään näiden tekijöiden vuorovaikutussuhteiden ja metsässä tapahtuvia prosesseja:

Jokainen piirtää kuvaansa:

- puun ja kasvien juuret kiinni maan vesipisaroihin ja ravinteisiin.
- puiden juurista yhteyksiä sieniin.
- auringon säteitä ulottumaan kasvien lehtiin
- hiilidioksidista yhteys kasviin ja kasvista happeen
- eläimistä yhteys kasveihin ja maaperään ja toisiinsa
- eläimistä ja kasveista yhteys mattoon ja madosta ravinteisiin

Piirretään havainnekuva yhteyksistä taululle oppilaiden tekemien kuvien perusteella ja mietitään yhdessä, mitä tapahtuisi, jos jonkun näistä tekijöistä poistaisi.





## 2. luokka: Kasvupaikkatyypit

### Ennakkotehtävä:

Ennakkotehtävässä opetellaan eri kasvupaikkatyypien tyypillisimpiä kasvilajeja lotto- tyyppisen pelin avulla. Peli askarrellaan ja sitä pelataan neljän hengen ryhmissä.

### Varsinainen tehtävä:

Käydään ensin läpi, millaisia kasvupaikkatyyppejä Suomessa on.

Jaetaan oppilaan 3-4 hengen ryhmiin ja mennään metsään. Käydään kahdella kohteella, ensin tuoreessa kangasmetsässä, sitten kuivahkossa kangasmetsässä. Kummallakin metsätyypillä tehdään seuraavat asiat ja kirjataan havainnot lomakkeeseen:

Arvioidaan metsän ravinteisuutta: Minkälaisia kasveja metsässä kasvaa? Onko metsä mäellä tai kuopassa. Mikä on maaperän paksuus - kuinka syvälle maahan saamme lyötyä rautakangen? Kuinka paksu on humuskerros?

Arvioidaan kosteusolosuhteita: Näkyykö vesipintoja, onko missään rahkasammalta, tuntuuko sammal märältä? Näkyykö ympärillä ylä- tai alamäkiä? Miltä maa näyttää lapiolla kaivettuna – karkeaa vai hienoa, kivistä vai ei kivistä jne.?

Arvioidaan valo-olosuhteita: Katsotaan silmämääräisesti näyttääkö metsä valoisalta vai hämärältä. Mitataan valomittarilla, kuinka paljon valoa metsässä on. Eroaako kasvillisuus puiden juurella ja puiden väleissä?

Näiden havaintojen lisäksi puolet ryhmistä keskittyy tuoreeseen kangasmetsään ja puolet kuivahkoon kangasmetsään. Etsitään ja poimitaan näistä metsistä niin monta ennalta opeteltua kasvia kuin löytyy. Myös muita kiinnostavia, kasvupaikalla esiintyviä kasveja voi poimia.

Palataan takaisin sisälle ja askarrellaan kerätyistä materiaaleista pienoismetsä, joka kootaan sammalista, kasveista, oksista jne. Miten eri kasvupaikkojen metsät eroavat toisistaan? Miksi?

Mitataan vielä ravinteikkaassa ja vähäravinteisessa paikassa kasvaneiden puiden pituuskasvua. Kummassa kasvu on ollut suurempaa? Miksi?







### 3. luokka: Puiden välinen kilpailu ja yhteistyö

*Ennakkotehtävänä* piirretään / maalataan kuva metsästä, jossa on paljon eri kokoisia puita ja eri puulajeja. Piirretään myös maanalaiset osat.

Varsinaisessa tehtävässä pohditaan puiden välistä vuorovaikutusta askartelutehtävän avulla:

Jaetaan luokka kolmeen ryhmään. Jokainen ryhmä rakentaa oman metsän. Jokainen oppilas askartelea vessapaperirullasta ja kartongista ison havupuun, pienen havupuun ja lehtipuun. Rungon tyveen laitetaan langanpätkiä juuriksi. Puista kootaan metsä.



### *Puiden välinen yhteistyö:*

Muodostetaan juuriyhteyksiä samanlajisten puiden välille sitomalla puiden juuria yhteen. Juuriyhteyksien kautta puut kuljettavat viestejä ja siirtävät sokereita ja ravinteita toiselle puulle. Tehdään siis puista ”verkostoja”.

Simuloidaan hyönteishyökkäystä asettamalla parin puun latvukseen toukka. Tällöin vahingoittuneet puut viestivät hyökkäyksestä toisille juuriyhteyksien avulla ja erittämällä lehdistään / neulasistaan tuoksuaineita. Näitä tuoksuaineita simuloidaan suihkauttamalla hajuvettä viereisille puille. Muut puut muodostavat tällöin itselleen suoja-aineita tulevaa hyökkäystä vastaan.

### *Puiden välinen kilpailu:*

Puut kilpailevat toistensa kanssa kasvamiseen tarvittavista raaka-aineista: valosta, vedestä ja ravinteista. Mitä enemmän valoa puu saa verrattuna toisiin, sitä enemmän se pystyy taas kasvamaan lisää. Puiden kasvaessa ne tarvitsevat enemmän näitä raaka-aineita. Metsässä osa puista kuolee / kaadetaan, jolloin toisille vapautuu enemmän tilaa.

*Havainnollistetaan lopuksi* seuraavat tilanteet ja vertaillaan miltä metsä näyttää eri tilanteissa:

#### 1. Hyväkuntoinen nuorehko metsä:

Isot puut valtaavat kasvaessaan lisää tilaa, jolloin pienemmät puut eivät saa enää riittävästi valoa ja kuolevat

#### 2. Hyönteistuhon vanhas metsässä:

Hyönteiset iskevät isoihin, huonokuntoisiin puihin ja tappavat ne. Isot puut kuolevat pystyyn tai kaatuvat lahopuiksi ja pienille, hyväkuntoisille puille jää tilaa kasvaa.

#### 3. Hoidettu metsä:

Osa puista harvennetaan ja viedään pois metsästä

Jälkikäteen raporttina piirretään / maalataan aiemmin tehtyihin teoksiin puiden välistä vuorovaikutusta sen perusteella, mitä tehtäväpäivänä tehtiin.



#### 4. luokka: Lämpö ja vesi

*Ennakkotehtävänä* etsitään alla olevasta kuvasta vettä ja lämpöä sekä asioita, jotka tarvitsevat vettä ja lämpöä. Alla olevan metsäkuvan sijaan voi halutessaan käyttää jostain muualta löytyvää metsäkuvaa tai esim. itse piirrettyä metsää.



*Lisäksi ennakkotehtävänä* askarrellaan pilleistä putkisto simuloimaan puun juuria ja runkoa:

Puu ottaa vettä maasta juurillaan. Vesi kulkee puuaineen sisällä ”vesipilareina” ylös lehtiin tai neulasiin, joista se haihtuu ilmaan. Haihtumisen aiheuttaa imu, joka johtuu siitä, että ilmassa on vähemmän vettä kuin lehdistä. Mitä lämpimämpää ilma on, sitä suurempi on imu ja haihtuminen. Lehdistä / neulasissa on pieniä reikiä ”ilmarakoja”, joiden suuruutta puu voi säädellä. Jos ilmaraot ovat suuria, veden on helppo kulkea niiden kautta ulos lehdistä ja puu haihduttaa paljon vettä. Jos ilmaraot ovat pieniä, veden on hankala kulkea ulos ja puu haihduttaa vähän vettä. Vesi kulkee siis puussa ikään kuin pitkin putkia, jotka ulottuvat juurista lehtiin.

Yhdessä tehtävässä simuloimme veden kulkua puussa pilleistä rakennetun ”puun” avulla. Askartele tämä ”puu” valmiiksi käyttöä varten. Teippaa kolme pilliä yhteen niin että niiden alareunat ovat eri korkeuksilla. Leikkaa yläreuna tasaiseksi. Nyt alareunat ovat juuria ja yläreunat lehtiä ja pillien suut kuvaavat ilmarakoja. Tehtävässä sinä itse olet alhainen ilmankosteus, joka imee vettä ulos pillien suusta eli ilmaraoista.



Varsinainen tehtävä koostuu kolmesta tehtäväpisteestä, joihin kuhunkin varataan aikaa n. 20 minuuttia.

*Tehtävä 1: Vesi ja lämpö maassa*

- a) Mitataan lämpötilaa ja maan kosteutta neljässä purkissa, joihin on laitettu hiekkaa seuraavanlaisina yhdistelminä:
- lämmin, kuiva
  - lämmin, märkä
  - kylmä, kuiva
  - kylmä, märkä
- b) Mitataan käden lämpötila kaikilta ryhmän jäseniltä pintalämpötilamittarilla:

*Tehtävä 2: Veden kulku puun sisällä*

Puu ottaa vettä maasta juurillaan. Vesi kulkee puuaineen sisällä ”vesipilareina” ylös lehtiin tai neulasiin, joista se haihtuu ilmaan. Haihtumisen aiheuttaa imu, joka johtuu siitä, että ilmassa on vähemmän vettä kuin lehdistä. Mitä lämpimämpää ilma on, sitä suurempi on imu ja haihtuminen. Lehdistä / neulasissa on pieniä reikiä ”ilmarakoja”, joiden suuruutta puu voi säädellä. Jos ilmaraot ovat suuria, veden on helppo kulkea niiden kautta ulos ja puu haihduttaa paljon vettä. Jos ilmaraot ovat pieniä, veden on hankala kulkea ulos ja puu haihduttaa vähän vettä. Vesi kulkee siis puussa ikään kuin pitkin putkia, jotka ulottuvat juurista lehtiin.

- a) Tutkitaan ilmarakoja mikroskoopilla  
Katsotaan mikroskoopilla tai suurennuslasilla, minkälaisia ilmarakoja on kuusen, männyn, katajan ja pihdan neulasissa
- b) Simuloidaan veden kulkua puussa ennakkotehtävänä askarrellun pillipuun avulla.  
Kaada mukiin vettä tai mehua ja laita pillipuu mukiin.  
Pidä ilmaraot ensin auki. Ime puun läpi mukista vähän vettä tai mehua. Todennäköisesti sait juotua ongelmitta?  
Sulje ilmaraot eli litistä pillien suut melkein umpeen. Onko imeminen nyt vaikeampaa? Kuinka kovaa tarvitsee imeä, että saat juotua yhtä nopeasti kuin äsken?  
Mieti hetki, mikä voisi olla syynä siihen, että puut eivät pidä ilmarakojaan koko ajan kiinni ja säästä siten vettä. Kysymys on tosi vaikea, joten ei haittaa, jos et keksi selitystä.  
Avaa taas ilmaraot ja ime sitten vettä/mehua, kunnes ylimmät juurenpäät (pillien alareunat) eivät ole enää pinnan alapuolella. Näin käy, kun pintamaa kuivuu ja vain syvällä olevat puun juuret saavat vettä. Muuttuuko imeminen nyt hitaammaksi? Mieti, mitä tämä tarkoittaa puun veden saannin kannalta.

### Tehtävä 3. Vesi ja lämpö ilmassa + sade

#### a) Pilvi lasipurkissa.

Laita lasipurkkiin kolmannes kuumaa vettä ja pyöritä lusikalla niin että lasipurkin reunat lämpenevät.

Laita purkin kansi nurinpäin purkin päälle ja laita kannen päälle kahdeksan jääpalaa.

Odota n. minuutti.

Ota kansi pois, suihkauta reiluhko määrä hiuskiinnettä purkkiin ja laita kansi nopeasti takaisin purkin päälle.

Katso, miten pilvi muodostuu purkissa.

Avaa kansi ja päästä pilvi vapaaksi.

#### b) Datatehtävä (data SMEARII-aseimalta, osoitteesta:

<https://avaa.tdata.fi/web/smart/smear/download>:

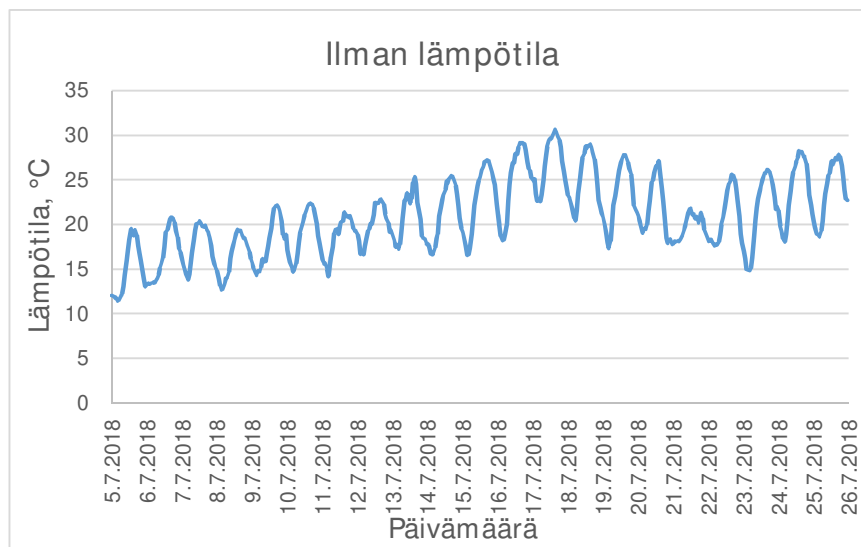
Tutkitaan seuraavan sivun kuvissa näkyviä, Hyytiälästä mitattuja lämpötila-, sade- ja maan kosteus – tietoja kesältä 2018, noin kolmen viikon ajalta.

Katsotaan ensin lämpötilakuvaa. Oliko silloin lämmintä?

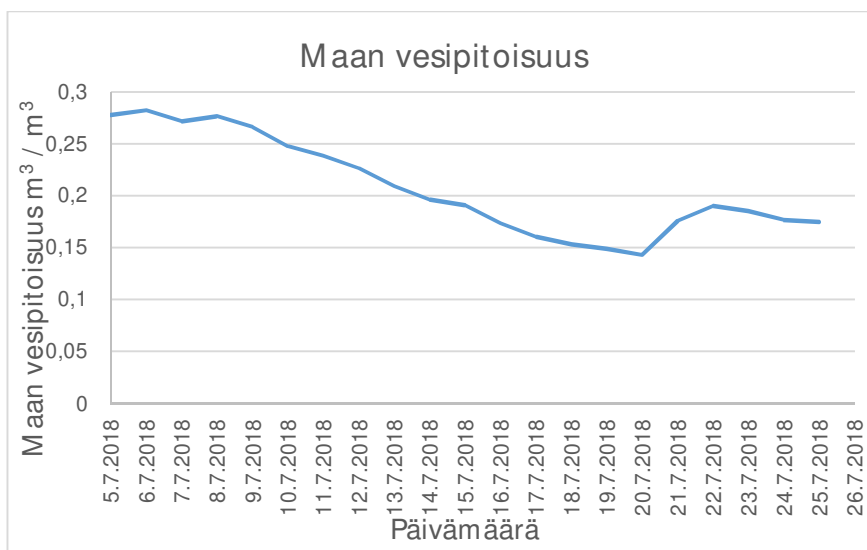
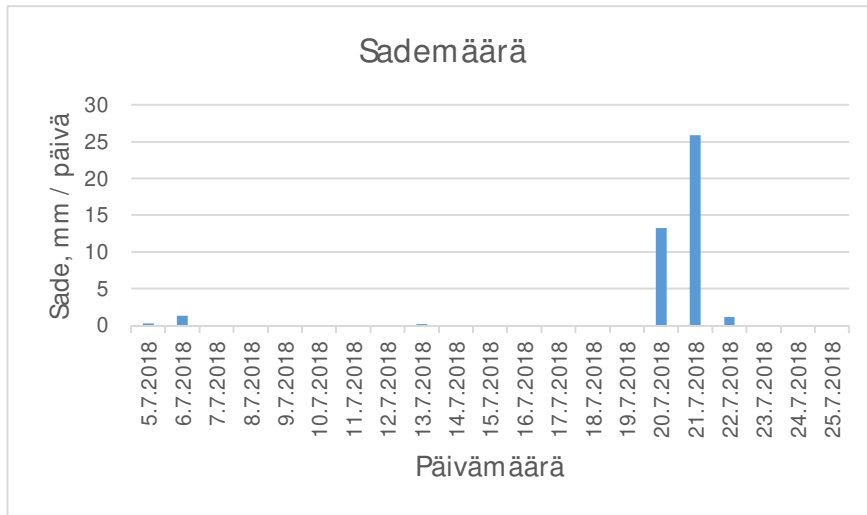
Katsotaan sitten sademäärä kuvaa. Minä päivinä Hyytiälässä on satanut?

Katsotaan sitten kuvaa maan vesipitoisuudesta. Miten kuiva ja lämmin jakso näkyy maan vesipitoisuudessa?

Entä miten sade näkyy maan vesipitoisuudessa?







## 5. luokka: Valo

Ennakkotehtävässä käydään läpi varsinaisessa tehtävässä tarvittavia tietoja valosta, valon mittaamisesta ja valon vaikutuksista kasveihin. Tehtävälomake on saatavilla: <https://peda.net/juupajoki/tiedekasvatus>.

Varsinaisessa tehtävässä tehdään pareittain kolme kiertävää tehtävää, joissa on aina kaksi paria kerrallaan yhtä tehtävää tekemässä. Yhteen tehtävään varataan aikaa n. 20 minuuttia.

*Tehtävä 1. Valomittaus – mitataan valon intensiteettiä ja lämmitystehoa*

**a.** Mitataan valon intensiteettiä:

- kohtuullisessa valossa
- kirkaassa valossa
- hyvin kirkaassa valossa (suoraan lampusta)
- hyvin kirkaassa valossa aurinkolasien läpi
- hämärässä
- ulkona

Aloitetaan kohtuullisesta valosta (esim. huone, jossa ei ole lamppuja päällä, mutta ikkunasta tulee valoa).

Arvioidaan ennen seuraavia mittauksia, kuinka paljon valoa oman näköhavainnon perusteella kuvittelisi olevan verrattuna tähän ensimmäiseen mittauskohteeseen. Ryhmä voi kirjata ylös yhteisen arvion tai jokaisen oman arvion.

Silmämääräisen arvion jälkeen mitataan valon intensiteettiä mittarilla. Kirjataan ylös mittaustulos.

Suoraan lampusta mitattaessa testataan: Miten mittaustulos vaihtelee, jos mittaria pidetään kohtisuorassa / vinossa lamppuun nähden? Miten mittaustulos vaihtelee, jos lamppua siirretään lähemmäksi mittaria / kauemmaksi mittarista?

Pohditaan lopuksi ja kirjataan raporttiin: Olivatko omat arviot suurempia vai pienempiä kuin mitatut?

**b.** Valon lämmittävä vaikutus ja albedo eli säteilyn imeytyminen pintaan

Laitetaan lämpölamppu päälle osoittamaan kohti valkoista ja mustaa pintaa. Teipataan myös lämpötila-anturit näille pinnoille. Odotetaan hetki. Kokeillaan kädellä kumpi alustoista (valkoinen vai musta) on lämpimämpi.

Kirjataan ylös mittarien lukemat.

Mietitään, miksi näin tapahtuu.

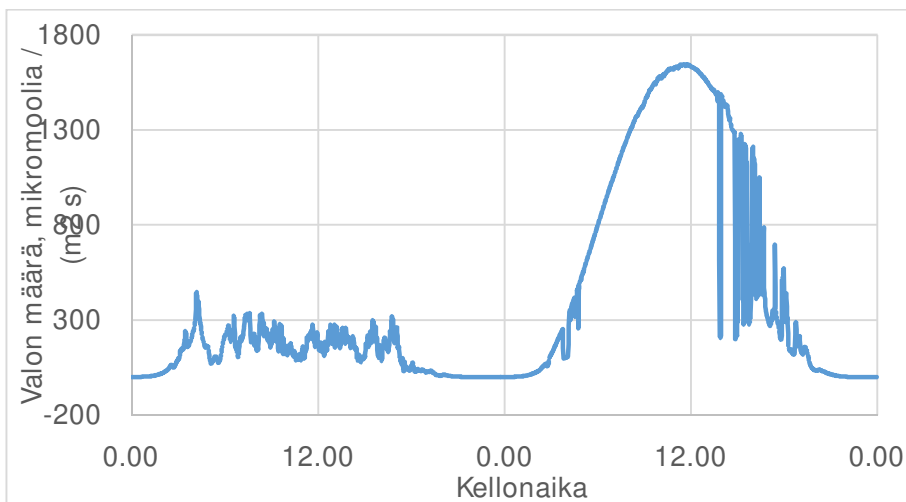
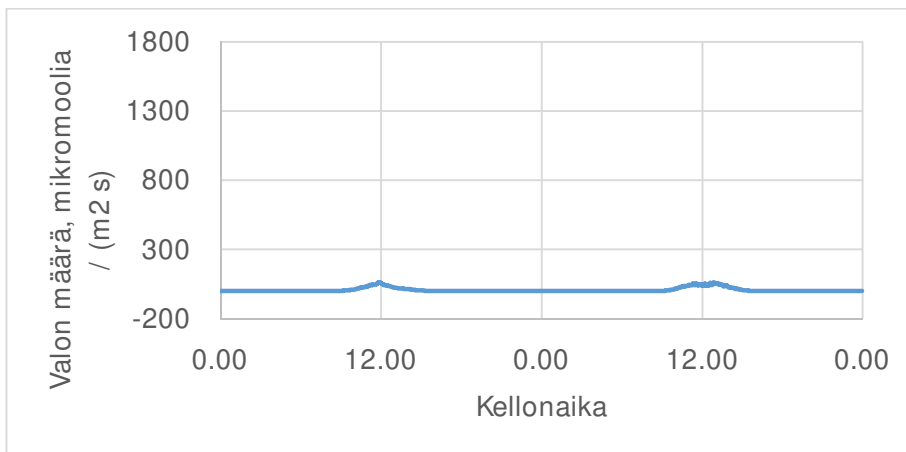
Kumpi väreistä heijastaa enemmän valoa, valkoinen vai musta (/tumma)?

## Tehtävä 2. Datatehtävä

Alla on kaksi kuvaa, joissa on kummassakin valomittausaineistoa kahden vuorokauden ajalta (data osoitteesta <https://avaa.tdata.fi/web/smart/smear/download>). Toisen kuvan mittaukset ovat kesäkuulta 2017, toisen kuvan mittaukset joulukuulta 2017. Merkitään kuviin, kumpi on kesältä ja kumpi on talvelta. Rajataan kuviin ne ajat, jolloin on valoisaa. Näin nähdään päivän pituuden erot kesällä ja talvella.

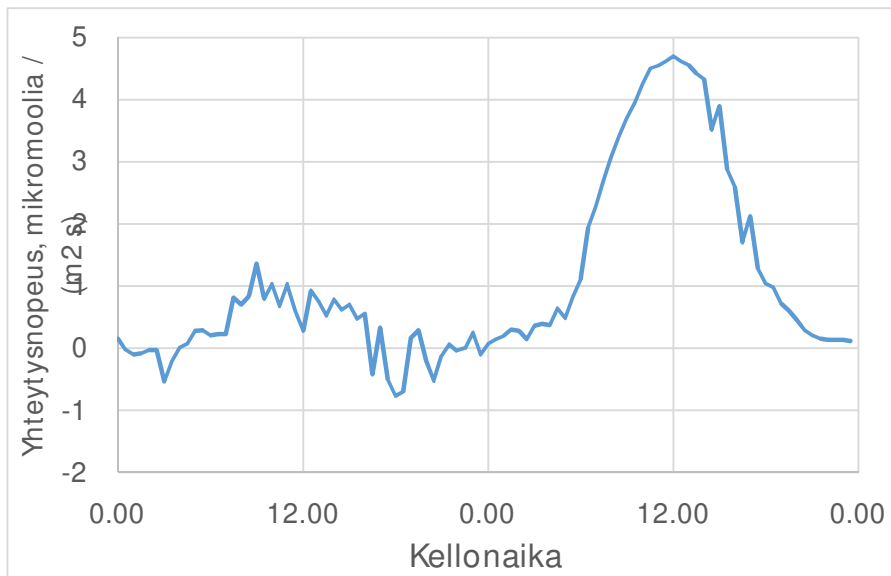
Kesäkuvassa toinen päivä on ollut sateinen, toinen aurinkoinen. Kumpi on ollut sateinen ja kumpi aurinkoinen? Mistä sen näkee?

Kuvissa klo 0.00 tarkoittaa keskiyötä ja 12.00 keskipäivää.

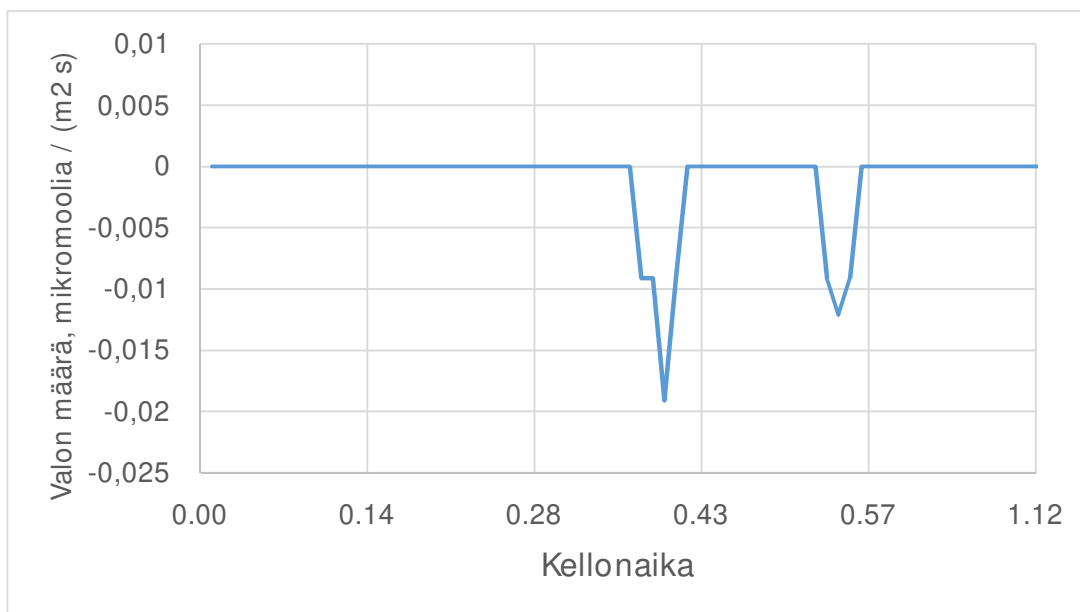


Verrataan puiden yhteytysnopeutta valoon. Alla olevassa on yhteytysnopeus samoina kahtena päivänä kuin valon määrä edellisessä kuvassa. Näyttääkö yhteytysnopeuskuva (suurin piirtein) samalta kuin valomittauskuva?

Miksi?



Zoomataan valomittauskuvaa lähemmäksi ja huomataan, että osa yöaikaisesta datasta on negatiivista, eli valon määrä näyttää olevan pienempi kuin nolla. Voiko näin olla? Mitä nämä mittaukset ovat?



### Tehtävä 3. Puun sopeutuminen valoon

Puolet pareista askartele Suomessa kasvava puun, puolet päiväntasaajalla kasvavan puun. Kerrataan mistä suunnasta valo tulee Suomessa / päiväntasaajalla ja mietitään, miltä puun pitäisi näyttää, jotta se maksimoisi valon saannin. Käydään läpi piippumallin idea ja rakennetaan puu rautalangasta, teipistä, sinitarrasta ja kartongista. Piippumallin mukaan tietty pinta-ala puun runkoa (=putki) pystyy ylläpitämään tietyn määrän lehtiä. Tehtävässä jokaisen putken päähän kiinnittyy yksi suuri lehti. Runkoa kasvattamalla puu saa enemmän lehtiä valoon, mutta rungon eli putkien ylläpitäminen on puulle kallista. Puun pitäisi siis olla rakenteeltaan sellainen, että se saisi

mahdollisimman paljon valoa mahdollisimman pienellä runkomäärällä. Laitetaan puuhun 16 putkea (rautalankaa), joihin kiinnittyy 16 lehteä.





## 6. luokka: Puun kasvun säännönmukaisuudet

Ennakkotehtävässä tutustutaan männyn kasutapaan ja siihen, miten männyn vuosittaisen pituus- ja paksuuskasvun voi erottaa. Ennakkotehtävälomake on saatavilla osoitteessa

<https://peda.net/juupajoki/tiedekasvatus>.

Varsinaisessa tehtävässä jakaudutaan n. kolmen oppilaan ryhmiin ja tehdään seuraavat kaksi tehtävää:

*Tehtävä 1: Männyn pituuskasvu*

Männyn silmut kehittyvät heinä-elokuun aikana. Näistä silmuista kasvaa seuraavana vuonna uusi pituuskasvu eli uudet pätvät runkoa ja oksia. Mitä paremmissa oloissa silmu on kehittynyt, sitä enemmän puu kasvaa seuraavana kesänä.

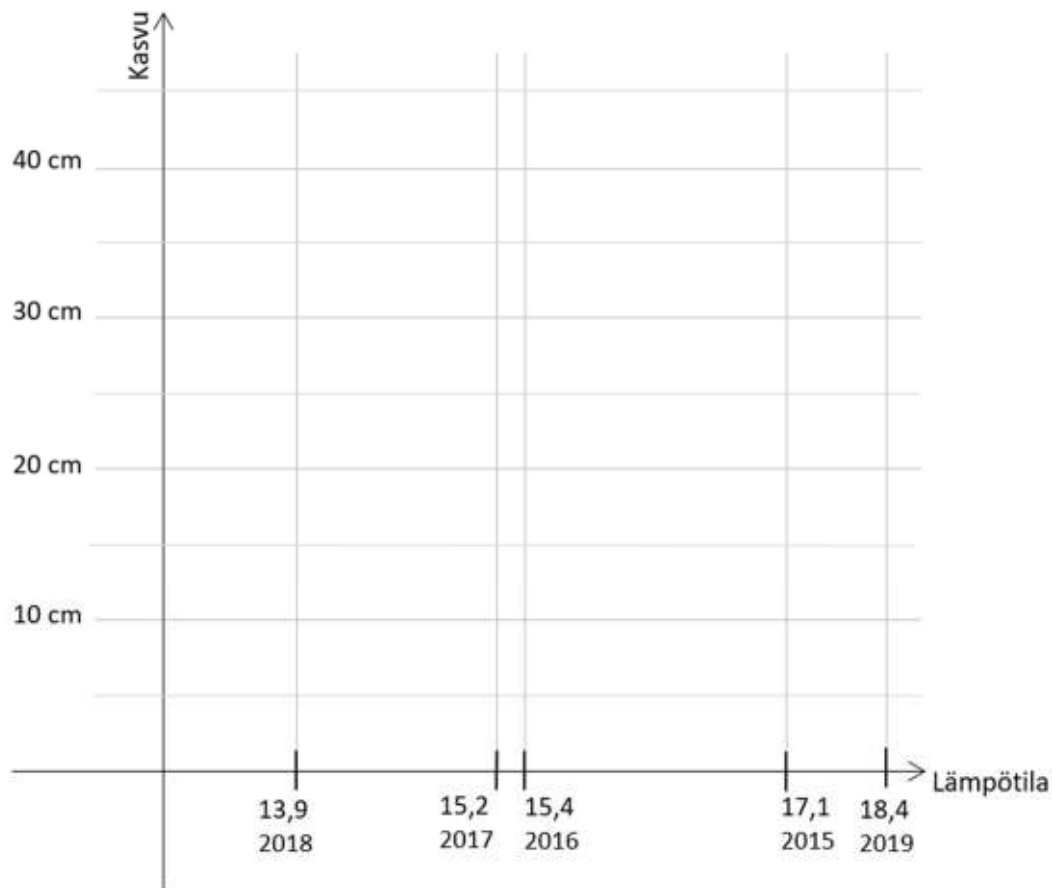
Mitataan alla olevan kuvan männyntaimesta viivoittimella kuuden edellisen vuoden pituuskasvu.



Kirjoitetaan tulokset alla olevan kaltaiseen taulukkoon:

<b>Vuosi</b>	<b>Edellisen loppukesän lämpötila, °C</b>	<b>Pituuskasvu, cm</b>
<b>2020</b>	15,5	
<b>2019</b>	18,4	
<b>2018</b>	13,9	
<b>2017</b>	15,2	
<b>2016</b>	15,4	
<b>2015</b>	17,1	

Piirretään taulukon tulokset alla olevaan kuvaajaan: x-akselilla, eli vaakasuoralla akselilla on lämpötila. Y-akselilla, eli pystyakselilla on pituuskasvu. X-akselille on merkitty pystysuorilla harmailla viivoilla mittausvuosia vastaavien lämpötilojen kohdat. Merkitään kunkin viivan kohdalle saman vuoden mitattu pituuskasvu.



### Tehtävä 2: Oksan läpimitan ja neulasmassan suhde

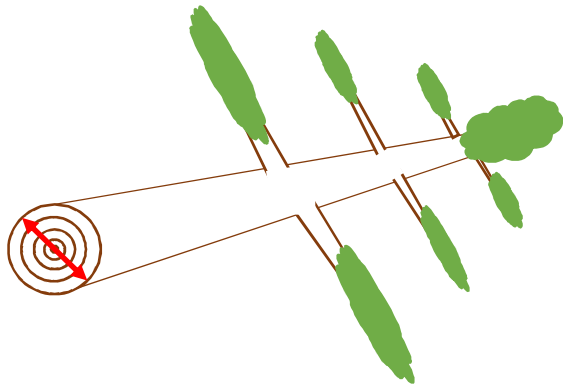
Puu ottaa maasta vettä juurillaan ja kuljettaa sen puuainetta pitkin neulasiin. Tietty pinta-ala puuainetta pystyy kuljettamaan vettä tietylle neulamäärälle. Mitataan, löydetäänkö yhteys oksien läpimitan ja neulasten määrän välille. Jokainen ryhmä käsittelee 1-5 oksaa oksien koosta riippuen. Valitaan oksat niin, että kaikenkokoisia oksia tulee käsiteltyä.

Jokaiselle oksalle tehdään seuraavat:

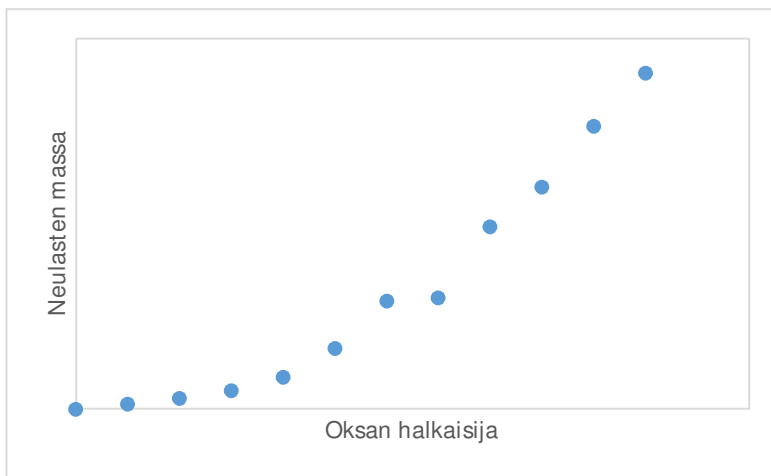
Nypitään neulaset irti oksasta ja laitetaan purkkiin. Kun kaikki neulaset ovat purkissa, punnitaan purkki neulasten kanssa.

Mitataan oksan / taimen rungon halkaisija viivoittimella tyveltä eli alaosasta (ks. kuva).

Kirjataan tulokset ylös.



Lopuksi laitetaan tulokset yhdessä taululle kuvaajaan, jossa x-akselilla on oksan halkaisija ja y-akselilla neulasten massa. Koska neulasmassa on teoreettisesti verrannollinen oksan tyven pinta-alaan, kuvaaja näyttää todennäköisesti kutakuinkin seuraavalta:



## 7. luokka: Kasvunopeuden riippuvuus ympäristöstä

Rakennetaan ennakkotehtävänä pienoiskasvihuone. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää mitä tahansa kasvatusastioita tai ruukkuja.

Jakaudutaan neljään ryhmään ja kasvatetaan kasvihuoneissa (tai ruukuissa) herneenversoja neljässä eri olosuhteessa (ks. alla). Jokaiseen kasvihuoneeseen (tai ruukkuun) kylvetään 30 hernettä. Itämisen jälkeen harvennetaan niin, että jätetään jäljelle 20 taimea kuhunkin rasiaan.

Kasvatusolosuhteet:

1. **Optimitilanne.** Tämän astian multaa kastellaan säännöllisesti tarpeen mukaan. Laitetaan lamppu valaisemaan versoja ja pidetään versot huoneenlämmössä.
2. **Kuivuus.** Pidetään multa selvästi kuivempana. Kastellaan vähän, jos multa on aivan kuiva. Laitetaan lamppu valaisemaan versoja ja pidetään versot huoneenlämmössä.
3. **Valon puute.** Laitetaan kasvatusastian päälle varjostin (esim. ohut kangas), jonka vain osa valosta läpäisee. Pidetään multa kosteana ja versot huoneenlämmössä.
4. **Kylmyys.** Laitetaan kasvatusastia jääkappiin (tai ulos, jos ulkolämpötila on 1-10 °C). Laitetaan lamppu valaisemaan versoja ja pidetään multa kosteana.

Versoja kasvatetaan kylvämisen jälkeen 2-3 viikkoa. Kasvatuksen aikana mitataan jokaisesta kasvatusastiasta:

- Mullan kosteus 2-3 krt viikossa jokaisesta kasvihuoneesta. Jos kosteus on alle 20 %, kastellaan.
- Mullan lämpötila kerran viikossa.
- Valo kerran viikossa.

Kirjataan tulokset ylös.

Kasvatuksen lopuksi tutkitaan, onko kasvatusastioiden välillä eroja. Arvioidaan tätä silmämääräisesti sekä mittaamalla versojen pituuksia ja painoja. Mitataan jokaisesta astiasta kuuden verson pituus ja lasketaan näistä keskiarvo. Lisäksi punnitaan jokaisesta astiasta kymmen verson yhteismassa.

Lasketaan tuloksesta keskimääräinen kasvunopeus (g / pv) eri kasvatusolosuhteissa jakamalla versojen massa kasvatuspäivien lukumäärällä.

Piirretään tuloksista pylväskuvaaja, jossa neljällä pylväällä näytetään kasvunopeudet eri olosuhteissa.

Verrataan kasvunopeuksia eri kasvatusolosuhteissa:

Missä olosuhteissa herneet kasvoivat nopeimmin?

Missä olosuhteissa herneet kasvoivat hitaimmin?

Kuolivatko herneet joissain olosuhteissa?

Mikä vaikuttaa tulosten perusteella kasvun kannalta tärkeimmältä tekijältä – vesi, valo vai lämpö?





## 8. luokka: Hengitys ja hiilenvaihto

Ennakkotehtävänä selitetään

1. Mitä soluhengitys tarkoittaa, miksi sitä tehdään ja missä se tapahtuu
2. Mitä eroa on puun ja ihmisen hengityksellä? Entä mitä yhteistä?
3. Ilman hiilidioksidipitoisuus ilmaistaan usein yksikössä ppm. Mistä ppm on lyhenne ja mitä se tarkoittaa?
4. Täydennetään seuraavat lauseet sanoilla: **nousee, sitovat, vapauttavat ja laskee**

Yhteyttäessään puut \_\_\_\_\_ hiilidioksidia. Tällöin ilman hiilidioksidipitoisuus \_\_\_\_\_

Hengittäessään puut \_\_\_\_\_ hiilidioksidia. Tällöin ilman hiilidioksidipitoisuus \_\_\_\_\_

5. Täydennetään seuraavat lauseet sanoilla: **lämpöä, ilman hiilidioksidia, happea, valoa, sokeria** (yksi sanoista tulee molempiin lauseisiin):

Yhteyttämiseen tarvitaan

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ ja \_\_\_\_\_

Hengittämiseen tarvitaan

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ ja \_\_\_\_\_

Lisäksi tehdään varsinaista tehtävää varten mittauslomake. Tehtävässä mitataan kasvin ja ihmisen hengitystä. Mitattavat kohteet ovat seuraavat:

- a. kuusen / männyn oksat suljetussa, läpinäkymättömässä astiassa lämpimässä (9 minuuttia, lukemat kirjataan joka minuutti)
- b. kuusen / männyn oksat suljetussa, läpinäkymättömässä astiassa kylmässä (9 minuuttia, lukemat kirjataan joka minuutti)
- c. Ulkoilma (hiilidioksidipitoisuus)
- d. Sisäilma – avoin tila (hiilidioksidipitoisuus)
- e. Sisäilma – pieni / huonosti ilmastoitu tila (hiilidioksidipitoisuus)
- f. Oma uloshengitys (hiilidioksidipitoisuus)

Kohdat a-b mitataan kerran, yksi mittaus kestää 9 minuuttia ja hiilidioksidipitoisuus kirjataan minuutin välein. Kohdat c-e ovat kertaluonteisia mittauksia, jotka toistetaan 3-6 kertaa jokainen. Oma uloshengitys mitataan 1-2 kertaa.

Valmistellaan mittauslomakkeet, joihin saadaan kirjattua mittauskohteet (mukaan lukien mittausajankohta (a-b) sekä toistot (c-f)) ja tulokset. On hyvä varata myös tila mahdollisille huomioille, joita mittauksen aikana syntyy.

Varsinaisessa tehtävässä on kaksi osiota:

### *Tehtävä 1: Mittaus*

Mitataan esivalmistellun lomakkeen mukaan hiilidioksidipitoisuutta tai hiilidioksidipitoisuuden nousua. Verrataan lopussa ryhmien kesken, kirjataan suurimmat ja pienimmät arvot ylös. Piirretään kohdista a ja b kuvaaja, jossa on x-akselilla aika minuutteina ja y-akselilla hiilidioksidipitoisuus suljetussa astiassa, jossa kuusen/ männyn oksat ovat. Hiilidioksidipitoisuuden pitäisi nousta astioissa, kun oksat hengittävät ja vapauttavat hiilidioksidia. Neulaset eivät pysty yhteyttämään, koska ne eivät saa valoa läpinäkymättömässä astiassa.

### *Tehtävä 2: Datatehtävä*

Hiilenvaihto tarkoittaa sitä, kuinka paljon metsä sitoo hiilidioksidia ilmasta ja vapauttaa sitä ilmakehään. Nettohiilenvaihto on näiden erotus:

Nettohiilenvaihto = hengitys - yhteytystuotos

Jos yhteytystuotos on yhtä suuri kuin hengitys, metsän nettohiilenvaihto on 0. Jos yhteytystuotos on hengitystä suurempaa, metsään sitoutuu enemmän hiiltä kuin sitä vapautuu ja metsä toimii hiilen **nieluna**. Jos metsä hengittää enemmän kuin yhteyttää, metsästä vapautuu hiilidioksidia ja metsä toimii hiilen **lähteenä**.

NEE = net ecosystem exchange, ekosysteemin nettohiilenvaihto

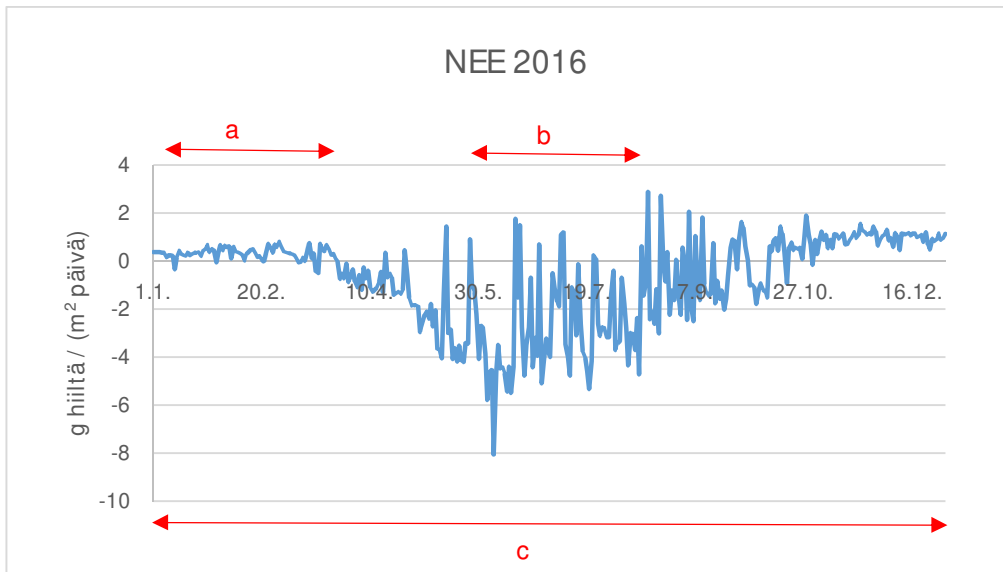
TER = total ecosystem respiration, ekosysteemin hengitys

GPP = gross primary production, yhteytyksessä sidottu hiili

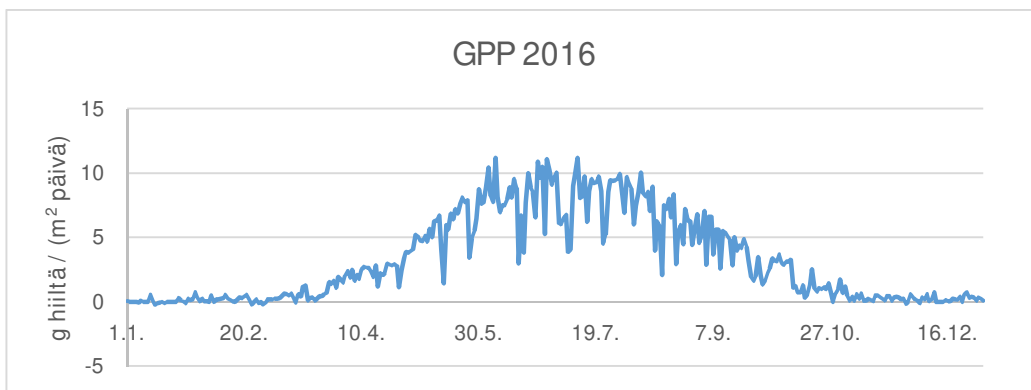
NEE = TER – GPP

Kuvissa 1-3 on mitattua hiilenvaihtoaineistoa vuodelta 2016 ja kuvissa 4-5 auringon säteily -mittauksia ja lämpötilamittauksia samalta ajanjaksolta. Nämä ovat vuorokausikeskiarvoja, eli jokaiselle päivälle on yksi lukema. Kuvissa 6-8 on hiilenvaihto yhdeltä viikolta keskeltä kesää. Nämä ovat tunneittaisia arvoja, eli jokaiselle päivälle on 24 lukemaa. Näistä näkyy hiilenvaihdon vuorokausittainen vaihtelu. Kuvissa 9-10 on säteily- ja lämpötilatiedot näille seitsemälle päivälle. Tarkastellaan kuvia niin, että ymmärretään, mitä ne kuvaavat.

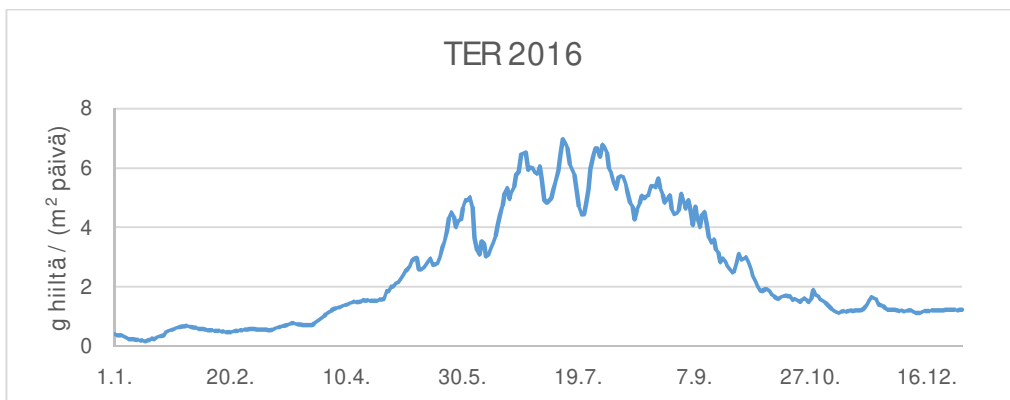
1. Tarkastele kuvia 1-5 ja yllä olevaa yhtälöä:
  - a. Milloin yhteytystuotos (GPP) on suuri?
  - b. Milloin hengitys (TER) on nopeaa?
  - c. Mitä tarkoittaa, jos nettohiilenvaihto on 0 ja missä eri olosuhteissa se voi olla 0?
  - d. Pohdi hengitykseen ja fotosynteesiin vaikuttavia tekijöitä: mitä tapahtuu, jos lämpötila nousee, mutta valon määrä ei lisäännä.
2. Tarkastele kuvia 6-10. Miten NEE, TER ja GPP vaihtelevat vuorokauden aikana? Miksi?
3. Toimiiko metsä kuvan 1 ajanjaksoilla a, b ja c hiilen nieeluna vai lähteenä? Ajanjaksot on merkitty kuvaan punaisella.



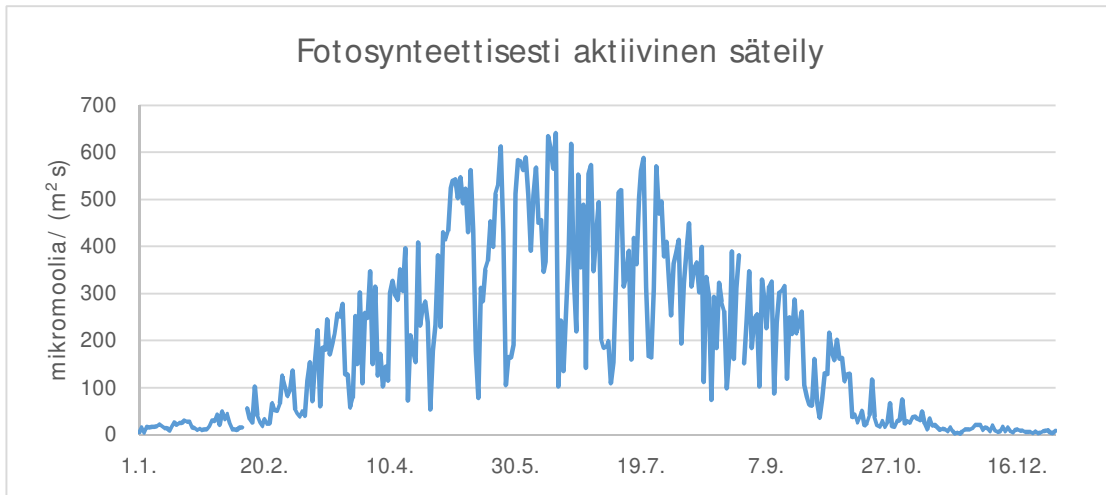
Kuva 1.



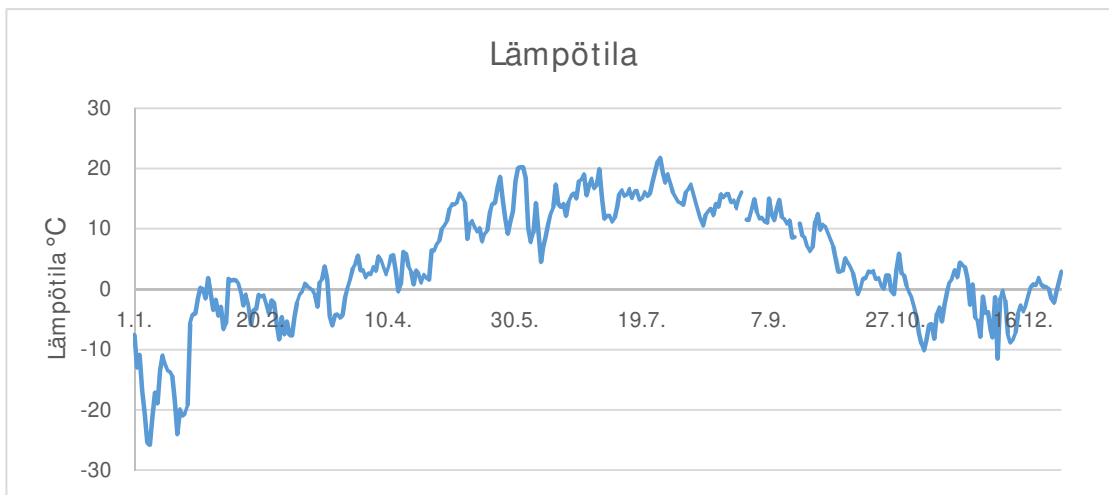
Kuva 2.



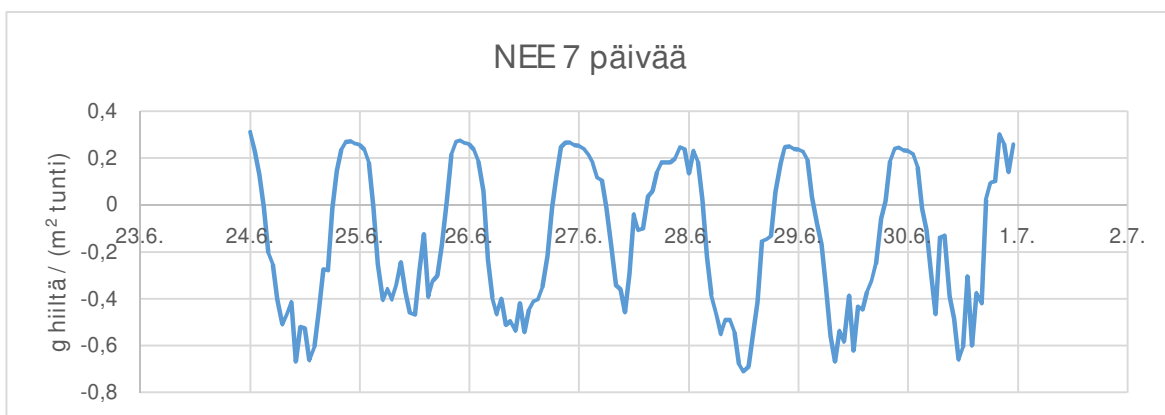
Kuva 3.



Kuva 4.



Kuva 5.

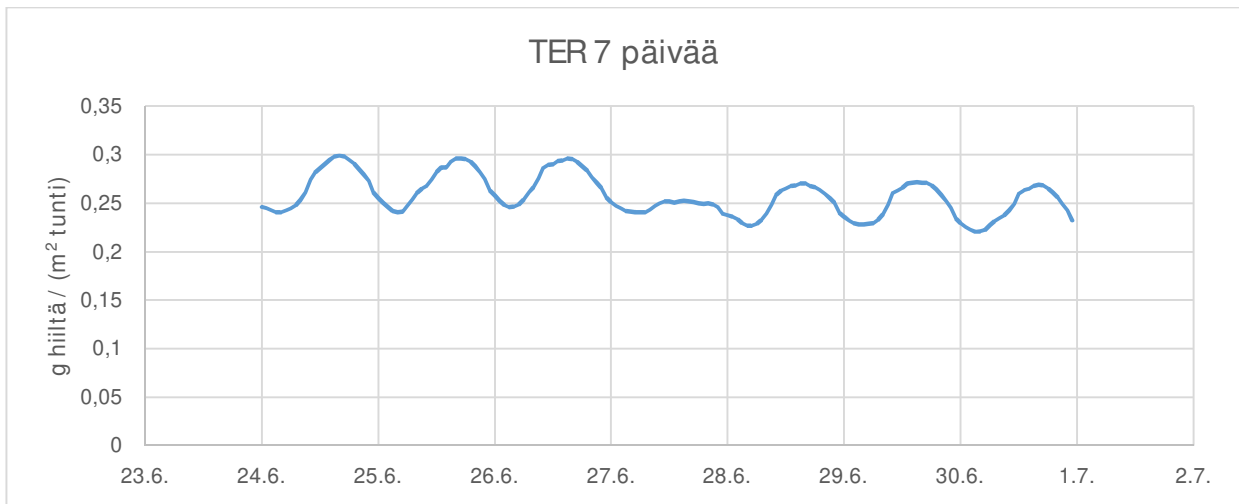


Kuva 6.





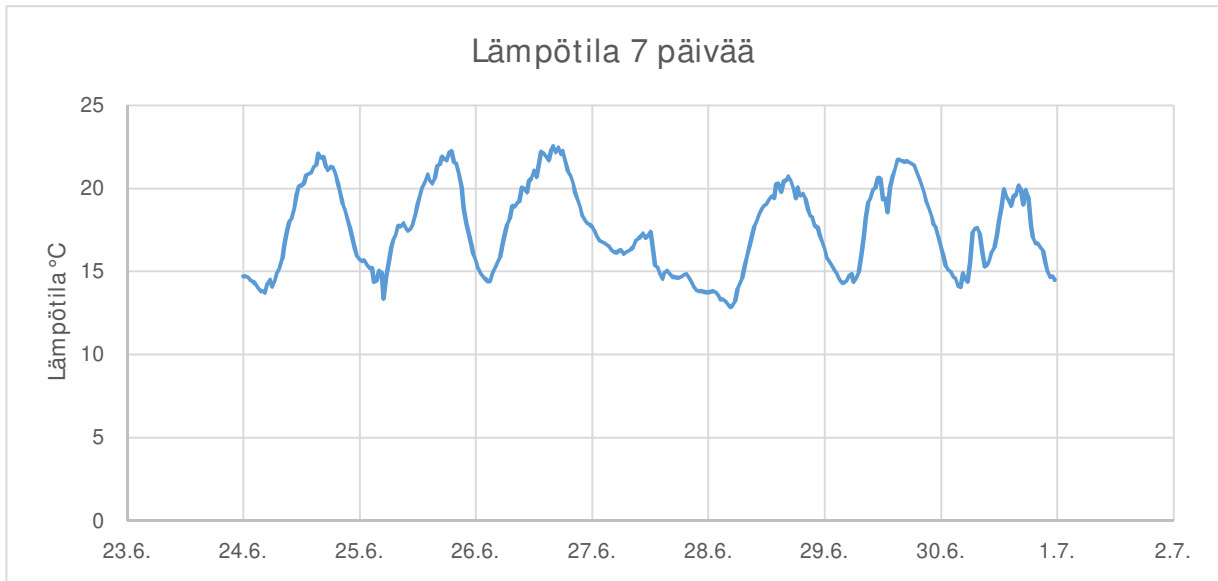
Kuva 7.



Kuva 8.



Kuva 9.



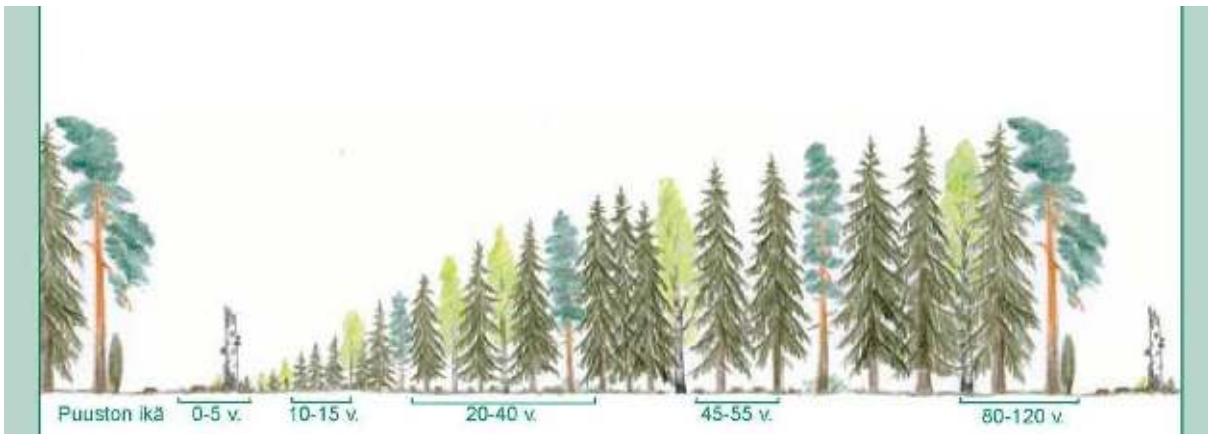
Kuva 10.



## 9. luokka: Yhteyttäminen ja mallinnus

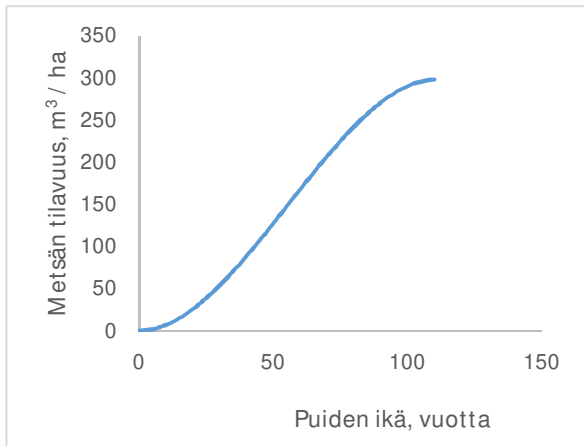
Ennakkotehtävässä pohditaan yhteyttämistä, metsän kasvua ja mallinnusta seuraavien kysymyksien avulla:

1. Kasvit valmistavat sokereita yhteyttämällä. Mitä yhteyttämiseen tarvitaan yhteyttävän kasvin lisäksi (raaka-aineet ja ympäristötekijät, 4 asiaa)
2. Tulevassa tehtävässä mitataan kammion hiilidioksidipitoisuuden muutosta pimeässä ja valossa. Mitä oletatte hiilidioksidipitoisuudelle tapahtuvan a) pimeässä, b) valossa? Miksi?
3. Perinteisesti hoidetun talousmetsän kasvua taimikosta eteenpäin voi havainnollistaa alla olevalla kuvalla



© Metsäyhdistys

- Pohtikaa: a) Minkä ikäinen metsä kasvaa nopeimmin? b) Minkä ikäinen metsä kasvaa hitaimmin? c) Milloin metsään sitoutuu eniten hiiltä? d) Milloin metsään sitoutuu vähiten hiiltä? e) Minkä ikäisenä metsä olisi järkevä päätehakata (eli avohakata), jos niin haluaa tehdä? f) Mitä metsälle tapahtuu, jos sitä ei hakkaa? g) Mitä puihin sitoutuneelle hiilelle tapahtuu hakkuissa?
4. Mallintaminen tarkoittaa todellisuuden osan, esimerkiksi tietyn ilmiön tai systeemin esittämistä muulla tavalla kuin sillä itsellään. Mallintamista voidaan tehdä myös matemaattisesti, kuten esimerkiksi painovoimamalli, joka kuvaa kahden tai useamman kappaleen välistä vuorovaikutusta. (Wikipedia)  
Metsän tilavuuskasvusta voidaan muodostaa matemaattinen malli, jonka kuvaaja näyttää jotakuinkin samalta kuin edellisellä sivulla oleva piirretty kuva. Mallin avulla voidaan siis arvioida, kuinka paljon puuta on metsässä, kun tiedetään metsän ikä.



Kuvaaja kertoo, kuinka monta kuutiometriä puuta hehtaarin metsäpinta-alalla on tietyn ikäisessä metsässä.

Tässä käytetty malli on seuraava yhtälö:

$$\text{Metsän tilavuus (m}^3/\text{ha)} = \frac{-0,44 * ikä^3 + 73 * ikä^2 + 2 * ikä}{1000}$$

Yhtälössä numerot -0,44, 73 ja 2 ovat mallin **parametreja**, joita muuttamalla voidaan saada malli sopimaan erilasten metsien kuvaamiseen, esim. nopeammin tai hitaammin kasvavien.

Esimerkiksi 20- vuotiaan metsän tilavuus tällä mallilla on:

$$\frac{-0,44 * 20^3 + 73 * 20^2 + 2 * 20}{1000} = 25,72 \text{ (m}^3/\text{ha)}$$

Laskekaa mallilla, kuinka paljon metsässä on puuta 0 v, 50 v ja 100 v iässä.

Varsinaisessa tehtävässä on kolme tehtävapistettä, joihin varataan aikaa n. 20 min / piste

#### Tehtävä 1: Mittaustehtävä

Tutkitaan yhteytysnopeutta eri valo-olosuhteissa.

Laitetaan kammioon (muovipurkki tai muovipussi) havupuun oksia. Asetetaan valoanturi kammion päälle / viereen. Katsotaan ensin, mitä tapahtuu hämärässä: laitetaan hiilidioksidimittari kammioon ja suljetaan kammio hengittämättä sen suuntaan.

Kirjataan taulukkoon valon intensiteetti. Kirjataan hiilidioksidimittarin lukema:

- 1 minuutin kohdalla (= hiilidioksidi alussa)
- 5 minuutin kohdalla (= hiilidioksidi lopussa)

Katsotaan mittarin kuvaajasta näyttääkö se järkevältä. Pimeässä hiilidioksidipitoisuuden pitäisi nousta.

Sytytetään seuraavaksi lamput. Kirjataan valomittarin lukema.

Kirjataan hiilidioksidimittarin lukema

- 2 minuutin kohdalla (= hiilidioksidi alussa)
- 6 minuutin kohdalla (= hiilidioksidi lopussa)

Tarkkaillaan samalla mittarin kuvaajaa. Hiilidioksidin pitäisi laskea kammiossa.

Kirjataan taulukkoon molemmissa valo-olosuhteissa mitattu valon intensiteetti, hiilidioksidipitoisuus mittauksen alussa ja hiilidioksidipitoisuus mittauksen lopussa. Lasketaan, kuinka paljon hiilidioksidipitoisuus muuttui mittauksen aikana. Muuttuiko hiilidioksidipitoisuus oletetulla tavalla?

### *Tehtävä 2: Mallinnus*

Hiilipuusovellus (saatavilla esim. play-kaupasta: carbontree) kuvaa Hyytiälässä kasvavan männyn hiilenvaihtoa eli yhteytystä ja hengitystä. Sovellus laskee ilma lämpötilan, maan lämpötilan, ilman kosteuden ja valon perusteella puun yhteytysnopeuden ja puun eri osien hengitysnopeudet. Puuhun tai puusta lentelevät pallurat kuvaavat näitä nopeuksia. Alareunassa näkyy nettohiilenvaihtonopeus (= yhteytys – hengitys, grammaa tunnissa). Sovelluksessa voi muuttaa päivämäärää, vuoden aikaa, säätilaa tai puun aktiivisuutta ja katsoa, mitä hiilenvaihdolle tapahtuu.

Säädetään vuodenaikaa napauttamalla "asetä päivä" (voitte joko asettaa päivämäärän tai valita vuodenajan "esiasetukset"-valikosta).

Miten nettohiilenvaihto eroaa keväällä, kesällä, syksyllä ja talvella?

Takaisin pääsivulle pääsee "takaisin"-nappulasta.

Säädetään valon määrää yläreunan sääpalkista.

Miten nettohiilenvaihto muuttuu, kun valon voimakkuutta lisätään tai vähennetään?

Tutkitaan, mitä tapahtuu, kun säädätte muita sääolosuhteita.

Mennään taas pääsivulle ja napautetaan alareunan nettohiilenvaihtopalkkia ja katsotaan, miten hiilenvaihto jakautuu yhteyttämisen ja puun eri osien hengitysten välille. Puun aktiivisuustasoa voi vaihtaa "esiasetukset"-painikkeesta.

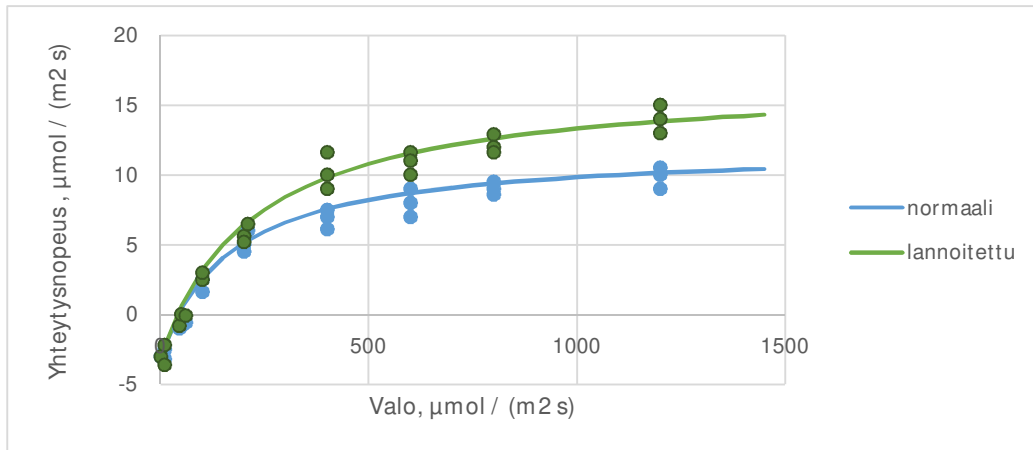
Napauttamalla tässä valikossa esim. kohtaa "yhteyttämisen" pääsee tietotekstiin yhteyttämisestä.

Tabletissa on toisella välilehdellä auki hiilipuu-nettisivu, jossa on lisätietoa puun hiilenvaihdosta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Testatkaa tietonne kohdassa "testaa!" ja valitkaa minkä tasoisen visan haluatte tehdä.

### *Tehtävä 3: Datatehtävä ja pohdintatehtävä*

Tehtävässä 1 mitataan itse yhteytyksen valovastetta. Alla olevassa kuvassa on aikaisemmin tehdyistä vastaavista mittauksista piirretty kuvaaja. Ympyröillä on merkitty mittaushavaintoja ja viivat ovat mittausten perusteella tehtyjä mallikuvaajia. Sininen kuvaa normaalitilaista mäntyä, vihreä mäntyä, jota on lannoitettu typpilannoitteella.





Tulkitaan kuvaajasta, mitä yhteitysnopeudelle tapahtuu, kun valo lisääntyy nollasta ylöspäin.

Mitä tapahtuu yhteitysnopeudelle, kun valo lisääntyy loputtomiin?

Miten lannoittaminen vaikuttaa yhteyttämiseen?

*Pohdintatehtävä 1:* Miten metsien käyttö liittyy ilmastonmuutokseen?

*Pohdintatehtävä 2:* Mitä hyötyjä on metsän hakkaamisesta / hakkaamatta jättämisestä ilmaston kannalta? Miten nämä hyödyt voi yhdistää metsänomistajan tavoitteiden kanssa vai voiko ylipäättään?

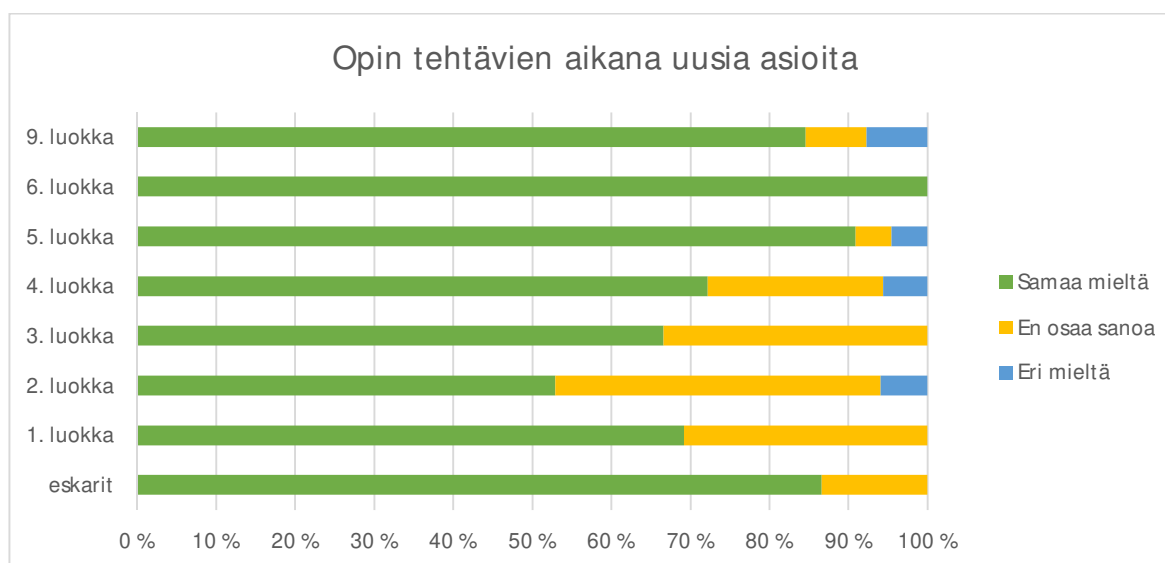
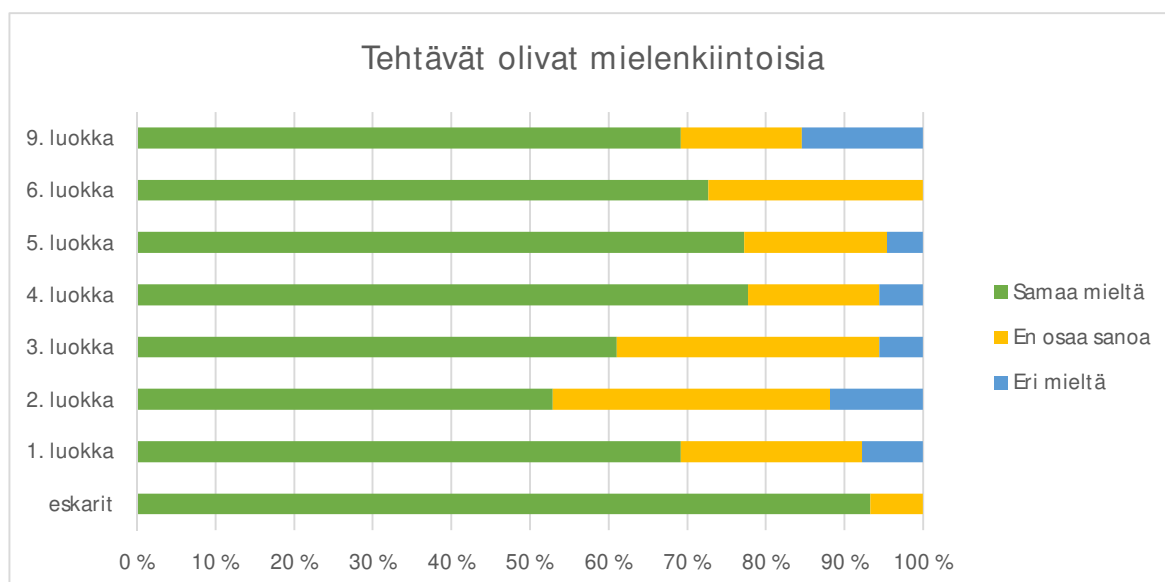
*Pohdintatehtävä 3:* Mänty on nyt 2 kertaa niin vanha kuin kuusi oli silloin, kun kuusi oli 2 kertaa niin vanha kuin mänty. Kuusi on nyt 315 vuotta. Mikä on männyn ikä nyt? (lähteestä: <https://opetus.tv/extrat/>)



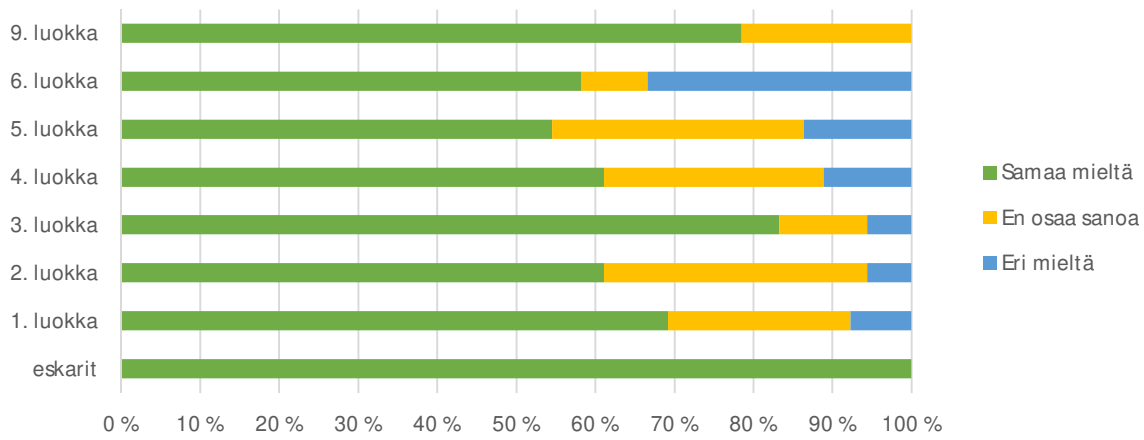
### 3. Oppilaiden ja opettajien mietteitä tiedekasvatuksesta

Oppilailta pyydettiin lukuvuoden 2019-2020 aikana palautetta tiedekasvatustehtävistä. Koronatilanteen vuoksi 7. ja 8. luokkien tehtävät siirtyivät ja näin ollen palautteita kerättiin luokilta 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 9. Oppilaita pyydettiin arvioimaan tehtävien sisältöä ja vaikeustasoa, omaa onnistumista sekä tehtävien ohjeistusta. Luokille 4-9 suunnattu kysely oli hieman laajempi kuin luokille 0-3. Suurin osa oppilaista piti tehtäviä mielenkiintoisina ja opettavaisina, ja suurin osa myös koki onnistuneensa tehtävien tekemisessä hyvin. Suurin osa koki myös raportin kirjoittamisen onnistuneen, mutta joidenkin luokkien kohdalla moni myös piti raportin kirjoittamista vaikeana, mikä osoittaa, että raportin tuottamiseen on hyvä panostaa jatkossa enemmän. Vaikka hankkeen päätavoitteena on tukea oppilaiden ajattelun taitojen kehittymistä, oheistavoitteena on myös lisätä oppilaiden kiinnostusta luonnontieteitä kotaan. Hieman alle puolet oppilaista koki näin tapahtuneen. Luokasta riippuen 54-100 % toivoi tiedekasvatuksen jatkuvan tulevina vuosina.

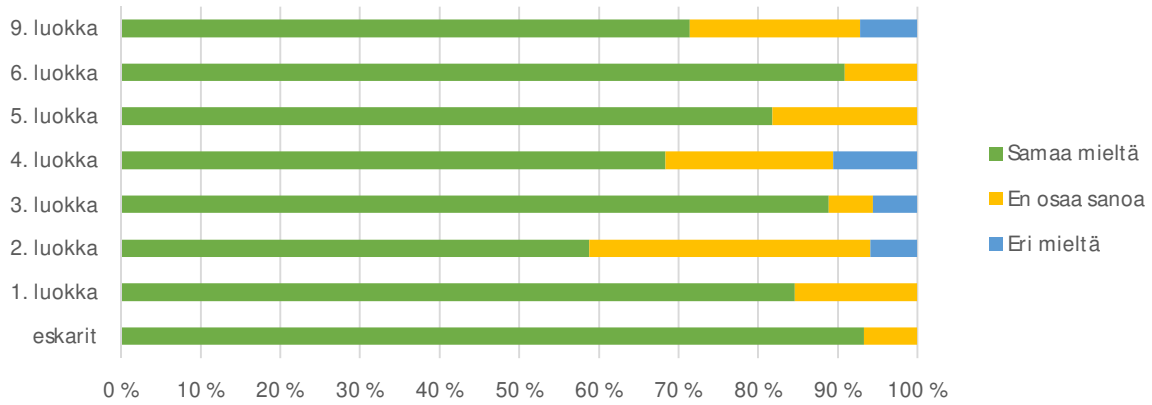
Alla olevissa taulukoissa esitetään palautteiden tuloksia:



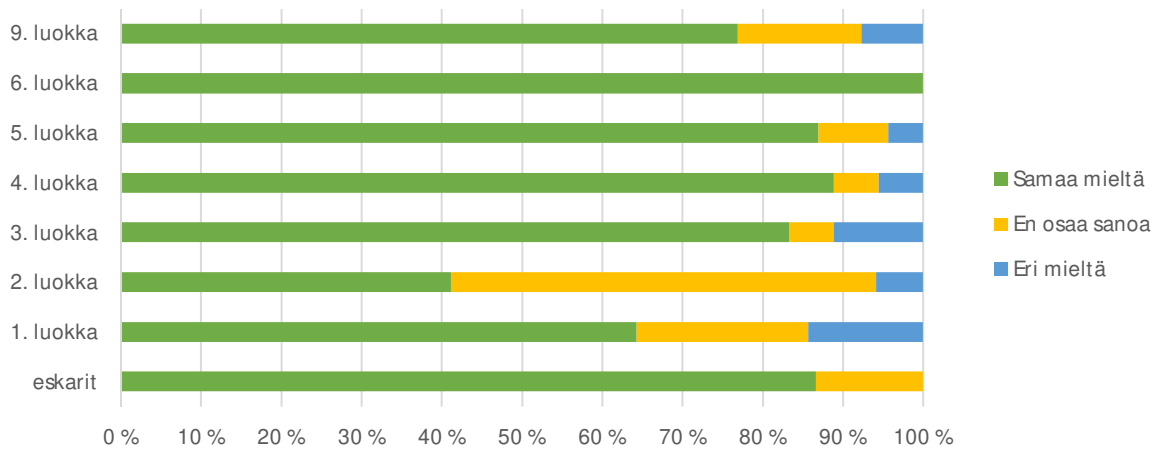
### Toivoisin, että tiedekasvatustoiminta jatkuisi koulussamme tulevina vuosina



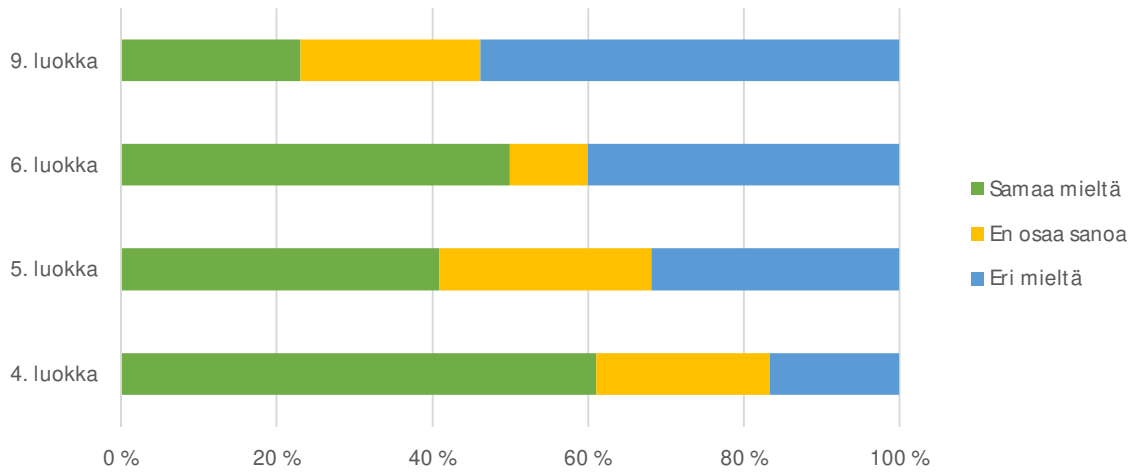
### Sain tehtävät hyvin tehtyä



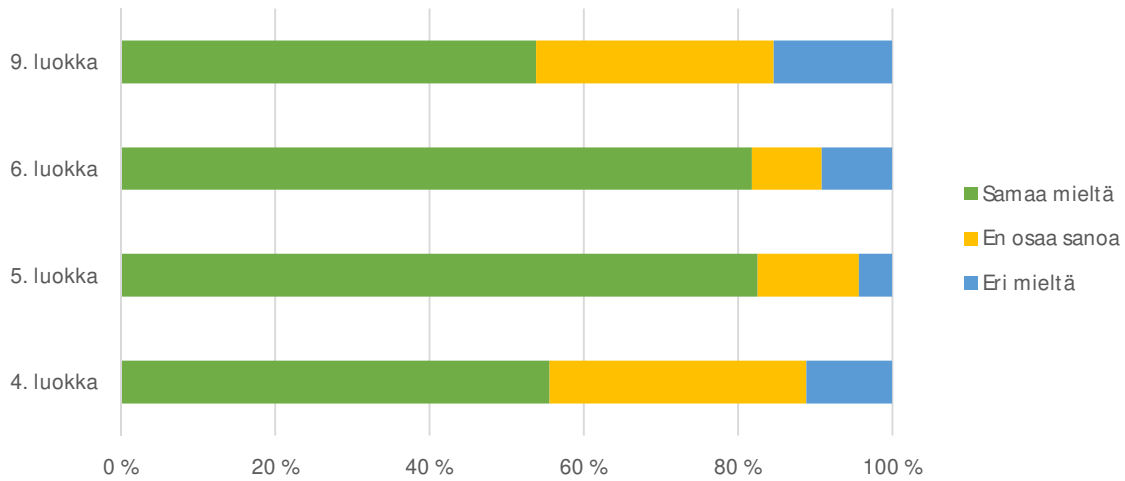
### Sain tehtävien aikana riittävästi ohjeita ja neuvoja



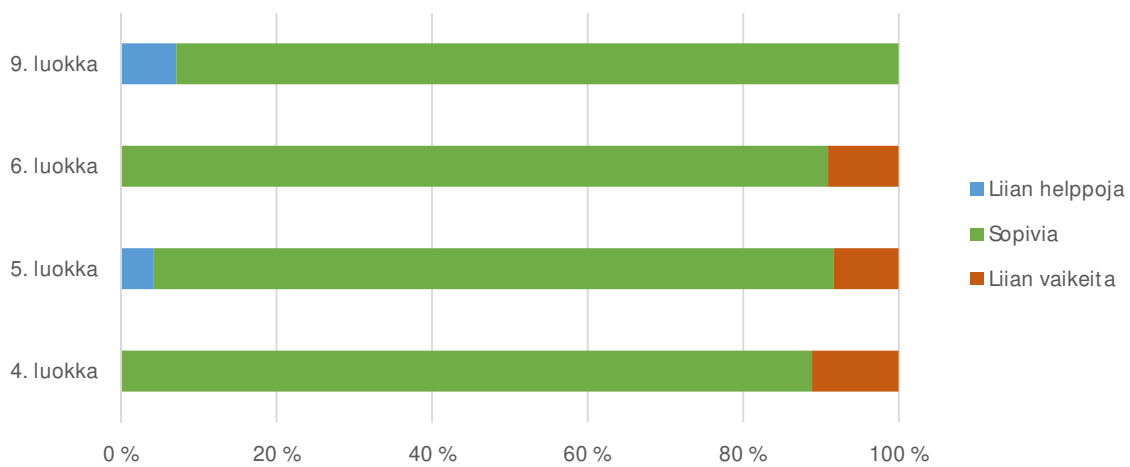
### Tehtävät lisäsivät mielenkiintoani luonnontieteitä kohtaan



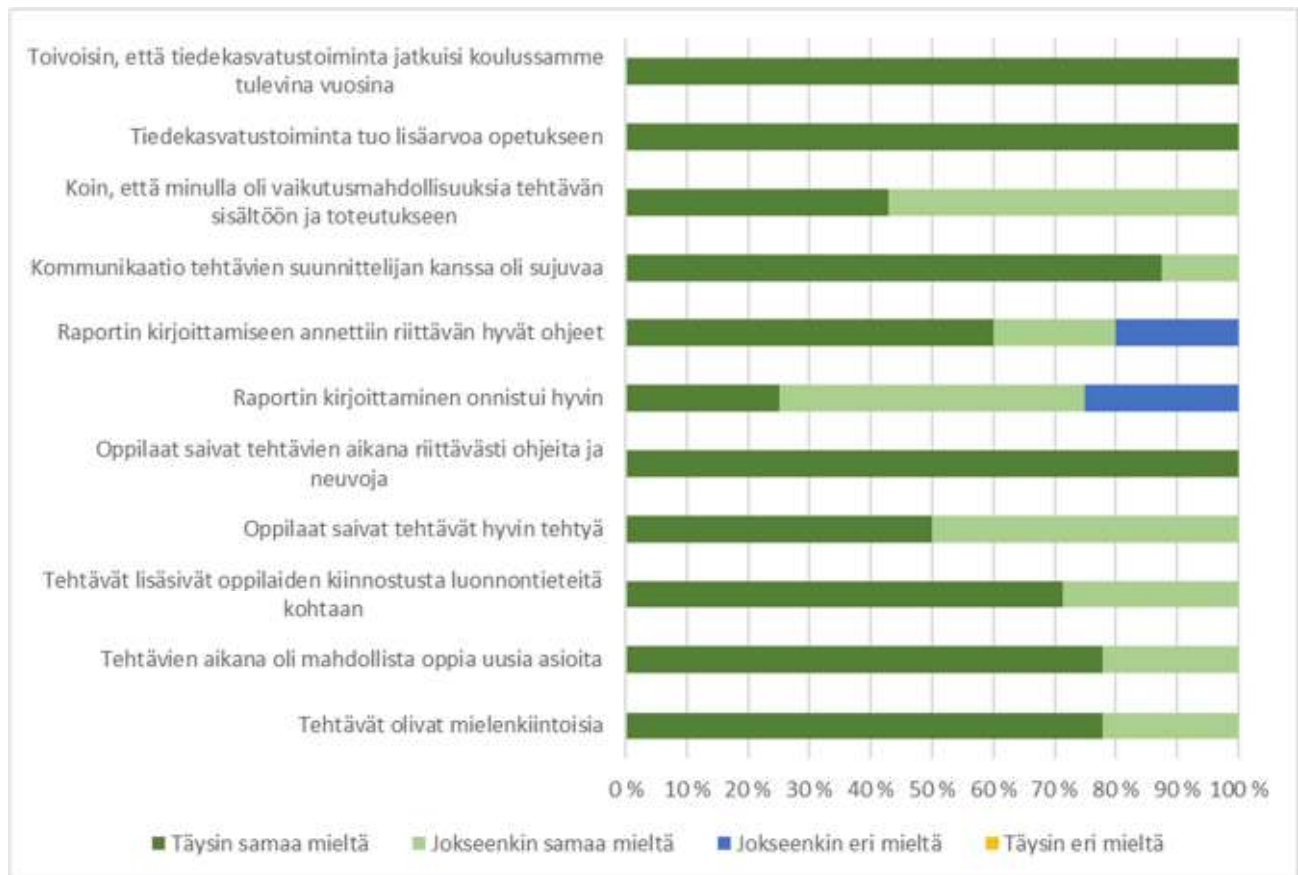
### Raportin kirjoittaminen onnistui hyvin



### Tehtävien vaikeustaso



Yhdeksän opettajaa vastasi palautekyselyyn. Alla olevassa kuvassa esitetään palautteiden tulokset. ”En osaa sanoa” -vaihtoehdot on jätetty huomiotta tulokuvassa, koska kaikki opettajat eivät osallistuneet kaikkiin tehtäväosiin. Tuloksista käy ilmi, että opettajat pitävät tiedekasvatustoimintaa arvossa, kokevat että siitä on hyötyä oppilaille ja toivovat sen jatkuvan tulevina vuosina. Kaikki opettajat olivat lisäksi sitä mieltä, että tehtävien määrä ja vaikeustaso olivat sopivia. Samoin kuin oppilaiden palautteista, myös opettajien palautteesta huomaa, että raportin kirjoittaminen on vaikein osa-alue ja siihen pitäisi keskittyä jatkossa enemmän.





#### 4. Tehtävissä käytettävät välineet ja mittalaitteet

Osassa tehtävistä ei käytetä mitään erikoistarvikkeita. Luokkien 6 ja 7 tehtävissä tarvitaan herkkää vaakaa. Tämän hankkeen tehtävissä on käytetty digitaalista ruutivaakaa (n. 50 €). Luokkien 7 ja 9 tehtäviä varten hankittiin myös LED-valaisimia. Luokkien (2), 4, 5, 8 ja 9 tehtävissä on käytetty seuraavia koulukäyttöön soveltuvia lämpötila-, kosteus-, valo- ja hiilidioksidiantureita sekä niille tarkoitettua tiedonkeräintä:

- Vernier: LabQuest2 –tiedonkeräin
- Vernier, Maankosteussensori
- Vernier, Go Direct hiilidioksidisensori
- Vernier, EasyTemp -lämpötila-anturi
- Vernier, PAR (näkyvä valo) -sensori