**Yhteyttäminen ja mallinnus**

Kolme tehtäväpistettä, n. 20 min / piste

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 keskimääräinen valon määrä ylös. Kirjataan hiilidioksidimittarin lukema:

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

Katsotaan mittarin kuvaajasta näyttääkö se järkevältä. Pimeässä hiilidioksidin määrän 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.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | valo, $\frac{µmol}{m^{2}s}$ | hiilidioksidi alussa, ppm | hiilidioksidi lopussa, ppm |
| ei valoa |  |  |  |
| valo |  |  |  |

Lasketaan hiilenvaihtonopeus eli yhteytyksen ja hengityksen erotus ilman lamppuja ja lamppujen kanssa, hiilidioksidilukemista alussa ja lopussa:

Hiilenvaihto = ppm-lukema alussa – ppm-lukema lopussa, (yksikkönä: ppm CO2 / (kammio\*4 minuuttia))

|  |  |
| --- | --- |
|  | hiilenvaihto ( $\frac{ppm}{kammio\*4min})$ |
| ei valoa |  |
| valo |  |

1. **Mallitehtävä**

Tutustu R-ohjelmointikielellä tehtyyn lyhyeen malliin, joka kuvaa puun kasvua sadan vuoden aikana. Mallissa puu yhteyttää sen mukaan, kuinka paljon sillä on lehtiä (männyn tapauksessa neulasia). Kun puu saavuttaa n. 40 vuoden iän, sen lehtimäärä ei enää kasva, jos ympäriltä ei kuole puita, koska puiden lehdet täyttävät koko ympäröimänsä ilmatilan. Puu käyttää yhteytettyä sokeria kasvuun (uusien rakenteiden muodostamiseen) ja hengitykseen. Puu hengittää sitä enemmän, mitä isompi se on. Silloin kasvuun on käytettävissä vähemmän sokeria.

Huomioita koodista: Risuaidan jälkeen olevat vihreät tekstit ovat kommentteja, ne eivät vaikuta koodin toimintaan. Mustalla oleva teksti on koodia.

Koodissa määritellään ensin kaksi parametria: Yhteytysparametri ja Hengitysparametri. Anna niiden ensin olla alkutilassaan. Myöhemmin voit muuttaa näitä. Älä muokkaa loppuosiota koodista.

Ensimmäinen varsinainen asia, jonka koodi tekee, on lehtimassan kehityksen laskeminen siihen ennalta laitettujen tietojen perusteella.

Seuraavaksi koodi laskee yhteytysnopeuden käyttämällä lehtimassaa ja alussa antamaasi yhteytysparametria.

Sen jälkeen luodaan silmukka (nk. for-loop), joka laskee jokaiselle vuodelle puun hengityksen ja kasvun ja näiden perusteella puun uuden koon vuoden lopussa.

Puun hengitys riippuu puun koosta ja alussa antamastasi hengitysparametrista.

Kasvuun käytetään loppu hiilestä.

Koodin lopussa piirretään kuva, jossa on neljä kuvaajaa:

1. Puun lehtimassa, (kg)
2. Puun yhteytysnopeus, (kg/vuosi)
3. Puun kasvu ja hengitys, (kg/vuosi)
4. Puun koko vuoden lopussa, (kg)

**Malli ajetaan valitsemalla koko kooditeksti joko maalamalla hiirellä tai näppäimistöllä ctrl+A ja sen jälkeen ctrl+Enter (tai valikosta ”code”-> ”Run selected line(s)”)**

Koodin pitäisi tällöin myös piirtää kuva automaattisesti.

Tarkastele kuvaa aloitusarvoilla ja muuta sen jälkeen yhteytysparametria esim. välillä 1-3 ja hengitysparametria välillä 0.01-0.3. Vaihda yhtä parametria kerrallaan

Miten yhteytysnopeus, hengitysnopeus, puun kasvu ja puun koko muuttuvat, kun parametreja muuttaa?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Jatkuu ->

Miten parametreille voisi keksiä/löytää ”oikeat” arvot, joilla se kuvaisi todellisuutta mahdollisimman hyvin?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Voit kokeilla parametreille myös muita arvoja. Saatko mallin kaatumaan tai puun yhteytyksen tai kasvun käyttäytymään epätodenmukaisella tavalla?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Malleja on tärkeä soveltaa aina sellaiseen tilanteeseen ja sellaisilla arvoilla, joihin ne on tarkoitettu ja joissa niiden toiminta on testattu! Muuten voidaan tehdä pahojakin virhepäätelmiä. Eli: mallin tulos on vain niin hyvä kuin se huonoimmin tehty osa.

1. **Datatehtävä + pohdintatehtävä**

Tehtävässä 1 mittaatte 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.

Tulkitse kuvaajasta, mitä yhteytysnopeudelle tapahtuu, kun valo lisääntyy nollasta ylöspäin

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Mitä tapahtuu yhteytysnopeudelle, kun valo lisääntyy loputtomiin?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Miten lannoittaminen vaikuttaa yhteyttämiseen?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Pohdintatehtävä 1:

Miten metsien käyttö liittyy ilmastonmuutokseen?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Jatkuu ->

Mitä hyötyjä on metsän hakkaamisesta / hakkaamatta jättämisestä ilmaston kannalta? Miten nämä hyödyt voi yhdistää metsänomistajan tavoitteiden kanssa vai voiko ylipäätään?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Pohdintatehtävä 2: 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?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ vuotta (lähteestä: https://opetus.tv/extrat/)