

Teemakokonaisuudessa Luonnonkoodi (6 tuntia) tarkastellaan biologisia kohteita ja ilmiöitä matematiikan avulla. Toisaalta tehdään matematiikasta kiinnostavampaa ja havainnollisempaa. Luonnossa voidaan havaita useita säännönmukaisuuksia, joihin löytyy myös matemaattisia selityksiä. Helppojen toiminnallisten tehtävien avulla voidaan perehtyä myös vaativiin monimutkaisiin ilmiöihin, kuten energiaan. Tilastot ja mittaaminen ovat suoraan yhteydessä arkielämään ja niitä on hyvä harjoitella jo alakoulussa. Kultainen leikkaus ja symmetria-aiheet sopivat erittäin hyvin myös kuvataiteessa käsiteltäväksi.

Kokonaisuuden ovat koonneet: Jasmin Välimäki ja Elli Marjanen

Muista aina työskennellessäsi turvallisuus. Varmista ennen työskentelyn aloittamista, että kaikki välineet, aineet ja tarvikkeet sopivat kohderyhmällesi. Vaikka useat työohjeet ovatkin helppoja, ne on tarkoitettu aikuisten ohjaajien käyttöön. Lasten ja nuorten työskentelyä on aina valvottava, eikä Opinkirjo ota vastuuta työskentelyn aikana sattuneista tapaturmista.

Tuntien aihepiirit:

1. [Symmetria ja kasvatuskokeen aloitus](#)
2. [Kultainen leikkaus](#)
3. [Fibonaccin luvut](#)
4. [Suureiden arviointia](#)
5. [Ravintoverkot ja energiavirta](#)
6. [Tilastot ja mittaaminen](#)

## Tunti 1: Symmetria ja kasvatuskokeen aloitus

- Kasvatuskokeen pohjustus ja alullepano
  - o Katso [Opettajan ohje: Herneen kasvatusta eri olosuhteissa](#)
- Pohditaan yhdessä, mitä symmetria tarkoittaa ja millaisia erilaisia symmetrioita luonnosta löytyy
  - o Katso [Opettajan ohje: Symmetriaa luonnossa](#)
- Tutkitaan symmetria-akseleita taittelemalla paperia
  - o Katso [Oppilaan ohje: Tutkitaan symmetria-akseleita](#)
- Rakennetaan eläimiä symmetrisistä kappaleista
  - o Katso [Opettajan ohje: Eläinten rakennusta symmetrisistä kappaleista](#)
- Välipaloja/lisätehtäviä:
  - o Tangram-paloista tehdyt eläinhahmot, katso [Opettajan ohje: Eläimiä tangram-paloista](#)
  - o Tutkitaan ihmiskasvojen symmetriä internetsovelluksen avulla. Sovellus antaa molemmista kasvonpuolikkaista symmetriset kuvat.  
<http://www.symmeter.com/try.htm>  
Huom. tähän tehtävään tarvitaan kamera, mieluiten tietokoneen kamera, jolloin kuvat voidaan ladata suoraan sovellukseen!
  - o Lumihiutaleiden askarteleminen paperista leikaten
  - o Lisää symmetria-aiheisia tehtäviä löytyy Matematiikka 1 ja Matematiikka 2 –teemakokonaisuuksista ([opinkirjo.fi/materiaalit](http://opinkirjo.fi/materiaalit))

## Opettajan ohje: Herneen kasvatusta eri olosuhteissa

(koejärjestelyihin kuuluu ensimmäisellä kerralla n. puoli tuntia, joka kerhokerran alussa n. 5 min ja viimeisellä kerralla 15-30 min)

### Tarvitaan:

- 4 astiaa kasvatukseen / koejärjestelmä (esim. viilipurkki)
- herneen (tai muun kasvin) siemeniä (liotettuna
- yön yli)
- muita siemeniä (esim. kaura/papu)
- multaa
- tussi tai muu merkintätapa purkkeja varten
- ravinneliuos (esim. ruukkukasveille tarkoitettu)
- mitta kasteluun
- sokeria
- viivaimia
- vaaka (biomassan muutoksen vertailuun, vaa'an
- tulisi olla aika tarkka, mutta se ei ole pakollinen)
- pulloja ravinneliuoksia varten (tilavuus 0,5 l)
- taulukot tulosten kirjaamista varten (ohjeen lopussa)



### Ohjeet:

Ohjeissa on neljä erilaista koejärjestelyä, joissa mitataan eri ominaisuuksien vaikutuksia herneen kasvuun. Koejärjestelyt voidaan jakaa siten, että jokaisella oppilaalla tai parilla on oma (eli luokassa useampi sama järjestely) tai ryhmässä on yksi kutakin koejärjestelyä (eli ryhmä jaettu neljään osaan). Kaikkia koejärjestelyjä ei tarvitse tehdä, vaan kokeen voi toteuttaa myös osittain valitsemalla yhden tai osan järjestelyistä. Purkkeja tulisi kastella päivittäin kunkin koejärjestelyn ohjeen mukaan, mutta viikonlopun voi jättää väliin. Työhön palataan joka kerhokerralla ja viimeisellä analysoidaan tuloksia. Kasvien versojen pituudet mitataan viikoittain ja merkitään ne taulukkoon. (HUOM! Kasteluveden määrä riippuu mullan määrästä, ohjaaja voi himan tarkkailla, onko vedenmäärä oikea ja tarvittaessa muokata sitä. Tavoitteena olisi kuitenkin, että se olisi vakio koko kokeen ajan.) Jos käytössä ei ole tarkkaa vaakaa, voidaan punnitseminen jättää kokonaan välistä.

#### A. Koejärjestely: **valo**

- Merkitään viilipurkit numeroin 1-4
- Laitetaan purkkeihin runsaasti multaa, jokaiseen saman verran
- Punnitaan kaksi siementä ja merkitään niiden paino taulukkoon ja istutetaan ne 1. purkkiin noin 1,5cm syvyyteen. Punnitaan ja istutetaan kaksi siementä myös muihin purkkeihin. Punnitaan vielä purkit sisältöineen.
- Kastellaan jokaista purkkia 20 ml hanavettä päivittäin



- Purkki 1: verrokki, säilytetään ikkunalaudalla koko kokeen ajan
- Purkki 2: säilytetään pimeässä (esim. kaappi) koko kokeen ajan
- Purkki 3: säilytetään pimeässä 1. viikko ja sitten siirretään ikkunalaudalle loppu ajaksi
- Purkki 4: säilytetään valoisassa paikassa (esim. pöytävalo) koko kokeen ajan (myös yöllä)

#### B. Koejärjestely: **ravinteet**

- Merkitään viilipurkit numeroin 1-4
- Laitetaan purkkeihin runsaasti multaa, jokaiseen saman verran
- Punnitaan kaksi siementä ja merkitään niiden paino taulukkoon ja istutetaan ne 1. purkkiin noin 1,5cm syvyyteen. Punnitaan ja istutetaan kaksi siementä myös muihin purkkeihin. Punnitaan vielä purkit sisältöineen.
- Valmistetaan ravinneliuokset:
  1. ravinneliuos: 0,5 litran pulloon vettä ja kaupan ravinneliuosta tuplasti purkin ohjeen mukaan
  2. ravinneliuos: 0,5 litran pulloon vettä ja 2,5 dl sokeri
  3. ravinneliuos: 0,5 litran pulloon vettä ja kaupan ravinneliuosta purkin ohjeen mukaan
- Purkki 1: verrokki, kastellaan päivittäin 20 ml hanavettä
- Purkki 2: kastellaan päivittäin 20 ml 1. ravinneliuksella
- Purkki 3: kastellaan päivittäin 20 ml 2. ravinneliuksella
- Purkki 4: kastellaan päivittäin 20 ml 3. ravinneliuksella

#### C. Koejärjestely: **vesi**

- Merkitään viilipurkit numeroin 1-4
- Laitetaan purkkeihin runsaasti multaa, jokaiseen saman verran
- Punnitaan kaksi siementä ja merkitään niiden paino taulukkoon ja istutetaan ne 1. purkkiin noin 1,5cm syvyyteen. Punnitaan ja istutetaan kaksi siementä myös muihin purkkeihin.
- Punnitaan purkit ja asetetaan ne ikkunalaudalle
- Purkki 1: verrokki, kastellaan joka päivä 20 ml hanavettä
- Purkki 2: ei kastella ollenkaan
- Purkki 3: kastellaan 10 ml päivittäin
- Purkki 4: kastellaan 40 ml päivittäin



#### D. Koejärjestely: **kilpailu**

- Merkitään viilipurkit numeroin 1-4
- Laitetaan purkkeihin runsaasti multaa, jokaiseen saman verran
- Purkki 1: verrokki, punnitaan kaksi herneen siementä ja merkitään niiden paino taulukkoon ja istutetaan ne noin 1,5 cm syvyyteen.

- Purkki 2: punnitaan 10 herneen siementä ja merkitään niiden paino taulukkoon ja istutetaan ne noin 1,5 cm syvyyteen.
- Purkki 3: punnitaan kaksi herneen siementä ja merkitään niiden paino taulukkoon ja istutetaan ne noin 1,5cm syvyyteen. Istutetaan purkkiin myös kaksi toisen lajin siementä.
- Purkki 4: punnitaan kaksi herneen siementä ja merkitään niiden paino taulukkoon ja istutetaan ne noin 1,5cm syvyyteen. Istutetaan purkkiin myös 5-10 (koon mukaan) toisen lajin siementä.
- Kastellaan jokaista purkkia 20 ml hanavettä päivittäin
- Punnitaan purkit ja asetetaan ne ikkunalaudalle

### Tulosten analysointi:

Viiden viikon jälkeen purkit tulee taas punnita sisältöineen ja verson pituus mitata. Taimet poistetaan purkeista, ylimääräiset mullat ravistellaan pois juurista ja taimet punnitaan. Verrokkeja voi verrata keskenään keskiarvojen saamiseksi. Vertailua voidaan tehdä koejärjestelyjen sisällä ja niiden välillä. Juuria, väriä, tukevuutta, pituutta jne. voidaan vertailla. Lasketaan painon muutos (koko purkki ja siemenestä taimeksi) ja paljonko vettä on lisätty viiden viikon aikana. Voitte pohtia mistä kasvi on saanut massansa (fotosynteesi!). HUOM! Jos käytössä ei ole vaakaa, vertailussa voidaan keskittyä versojen pituuteen ja paksuuteen, sekä lehtien runsauteen. Myös sitä, miltä versot tuntuvat (vahva, hento jne.), voidaan vertailla.

Alla olevissa kuvissa olevilla kasveilla on muuttujana ollut kasteluveden määrä. Kuvassa 1 näkyy kaikki kasvit kokeen lopussa. Kuvassa 2 on herne, jota kasteltiin vain alussa (purkki 2). Se lähti siis itämään, mutta ei kasvanut sen suuremmaksi. Kuvassa 3 on herne, jonka kastelu oli vähäistä (purkki 3). Herne kasvoi jonkin verran, mutta oli jäi kitukasvuiseksi ja kuivaksi. Kuvassa 4 on verrokkikasvi (purkki 1). Sen kasvu oli parasta ja sen verso voi parhaiten. Verrokkikasvin biomassa on kasvanut eniten. Herne, jota kasteltiin liikaa (purkki 4), ei itänyt ollenkaan.



Kuva 1. Kasvatuskoe kokeen lopussa



Kuva 2. Purkki 2, kastelu vain alussa

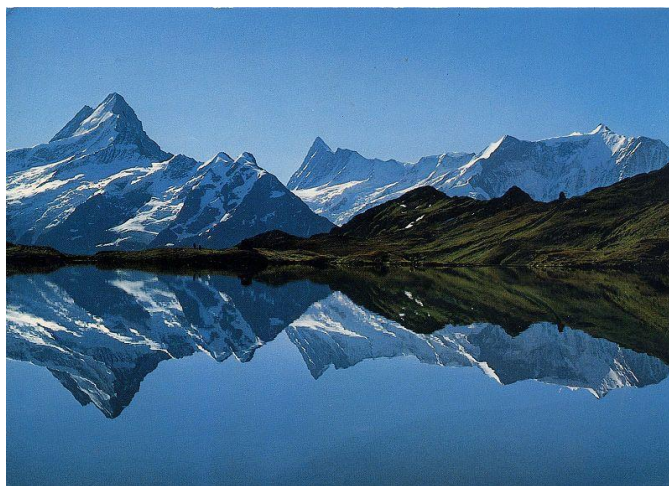






## Opettajan ohje: Symmetriaa luonnossa

- Millaista symmetriaa on luonnossa? (säteittäissymmetria, peilisymmetria (vrt. kaksikytkisyys), asymmetria (eli ei symmetriaa))





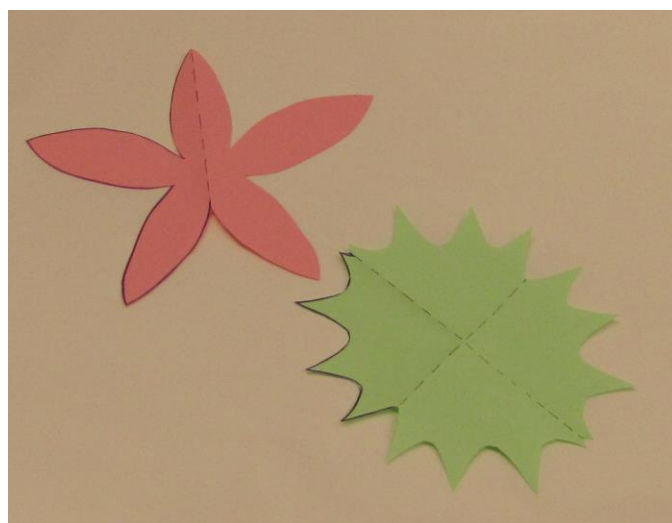
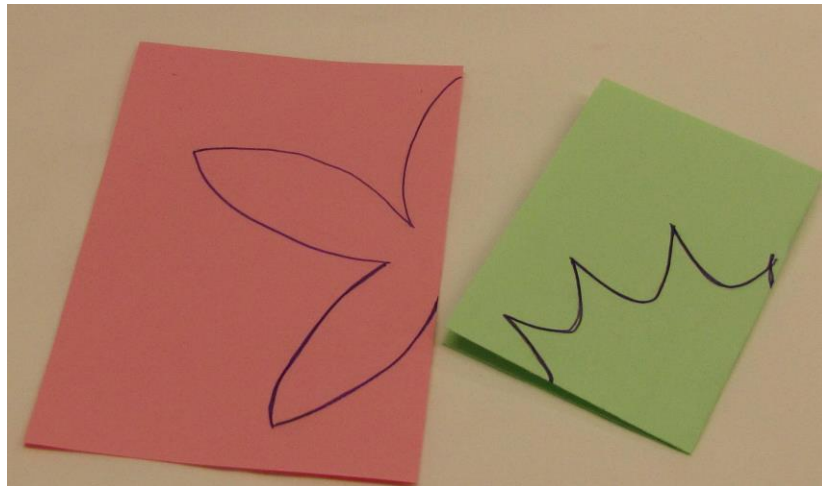
## Oppilaan ohje: Tutkitaan symmetria-akseleita

Tarvitaan:

- paperia
  - sakset
  - kynä
1. Taita paperi kerran, ja piirrä taitoksen kohdalle kuvio. Leikkaa kuvio irti, ja tutki kuinka monta symmetria-akselia siitä löytyy.
  2. Taita paperi kahdesti, ja piirrä taitoksen kohdalle kuvio. Leikkaa kuvio irti, ja tutki kuinka monta symmetria-akselia siitä löytyy?

Huom! Saat tietää onko jokin viiva symmetria-akseli, kun taitat kuvion puoliksi. Jos kuvio taitetaan symmetria-akselin kohdalta, niin puolikkaat menevät täysin kohdakkain.

Voitte pohtia, miten symmetria-aksalien määrä lisääntyy, kun taitoksia tehdään lisää!



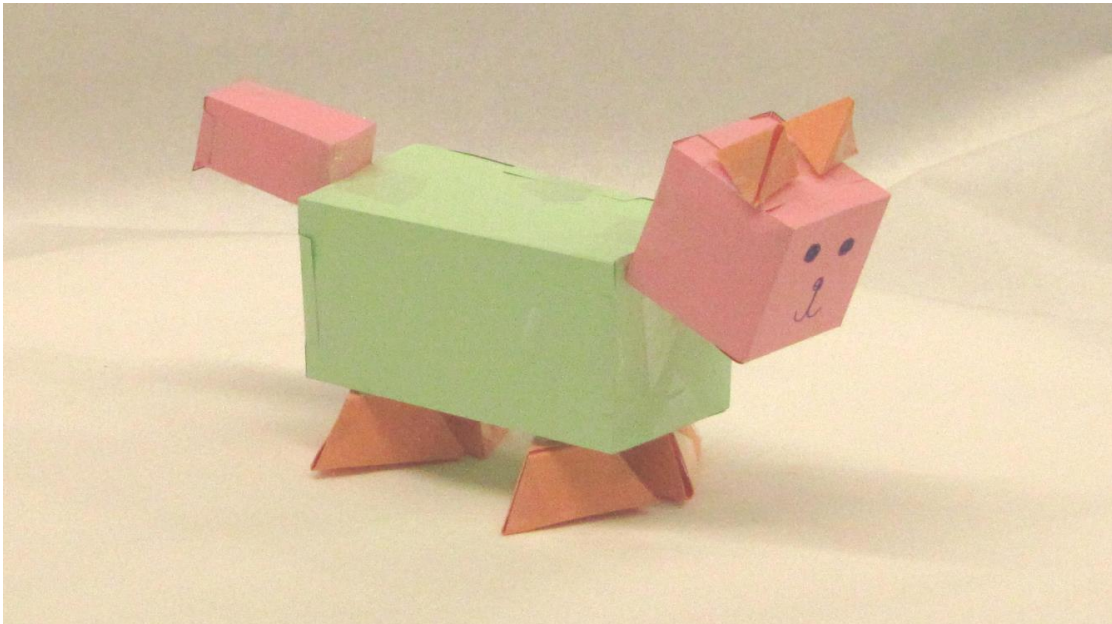
## Opettajan ohje: Eläinten rakennusta symmetrisistä kappaleista

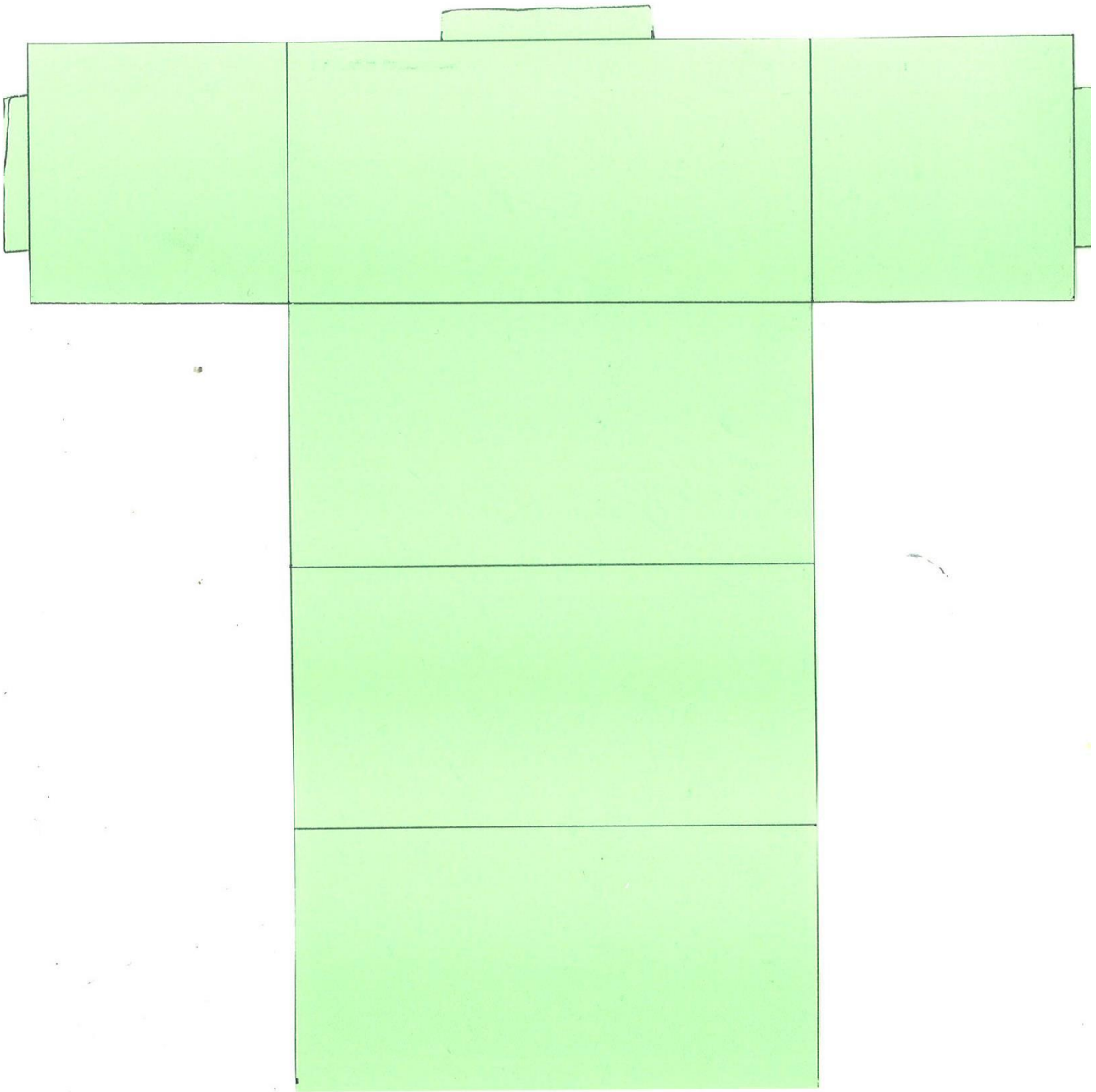
Tässä tehtävässä oppilaille voi joko tulostaa valmiita kappalemalleja, tai oppilaiden voi antaa tehdä omat kappaleensa alusta asti.

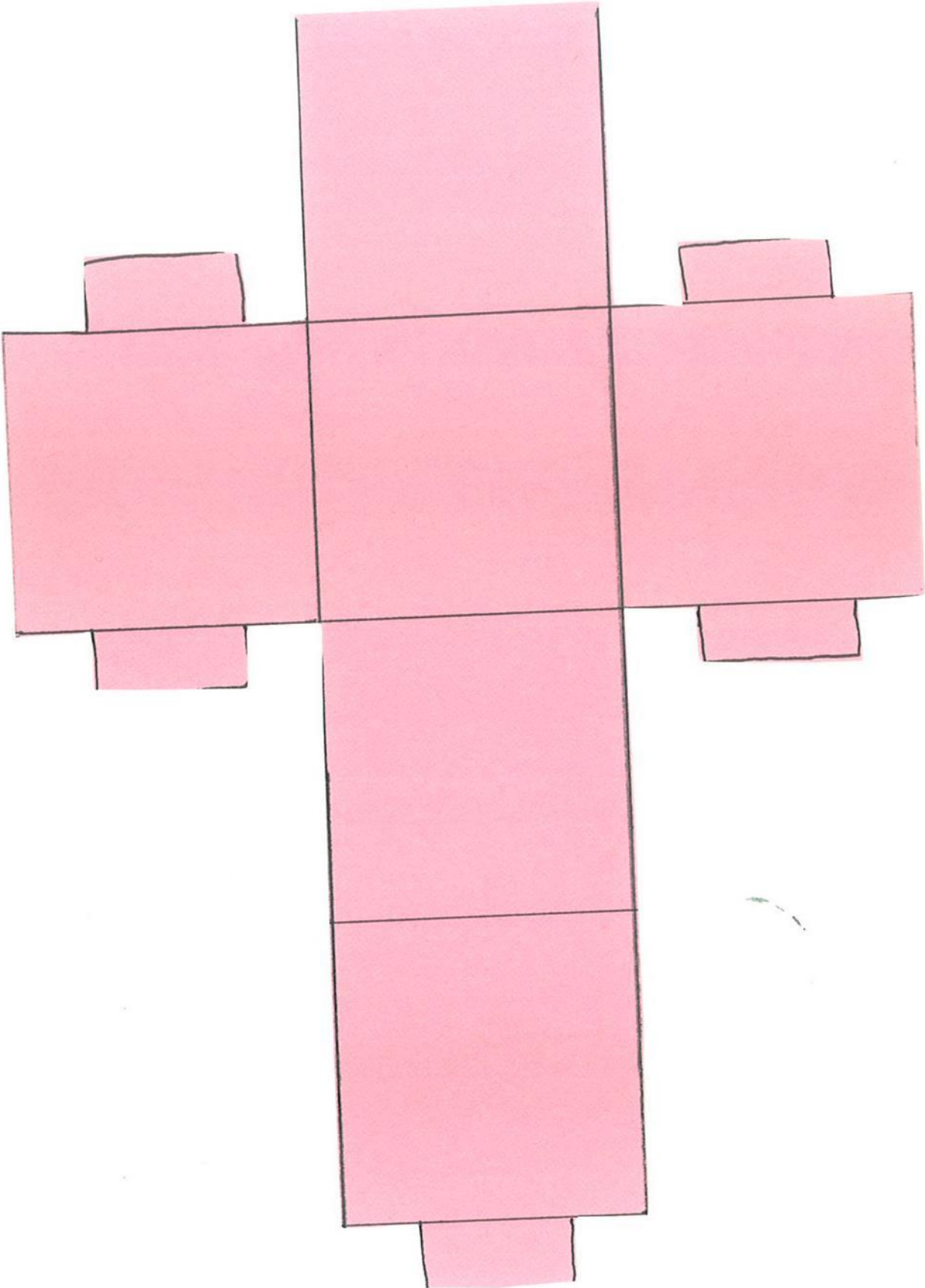
Lisää kappalemalleja löytyy tiedekerhokokonaisuuksista ”Matematiikka 1” ja ”Matematiikka 2”.

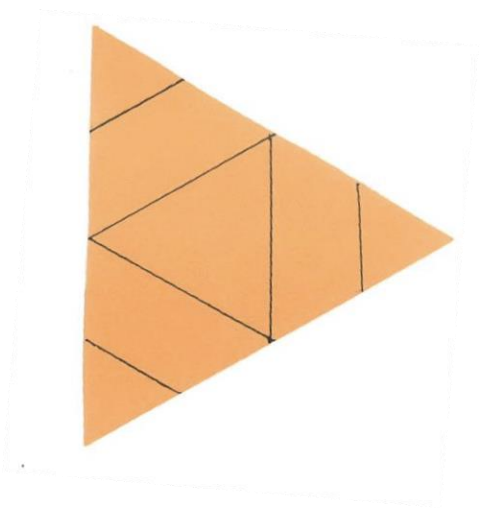
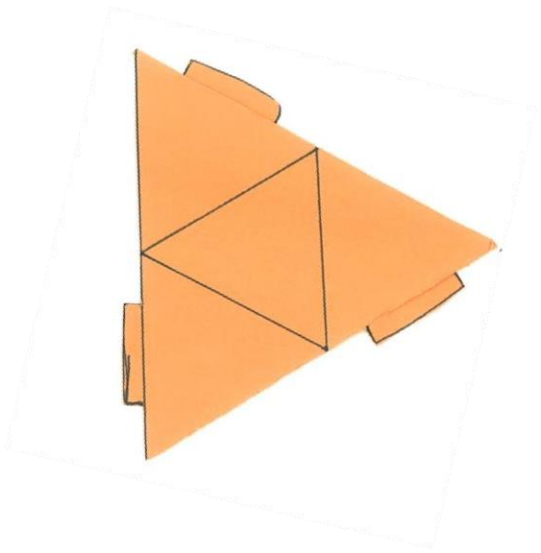
Tarvitaan:

- paperia
- sakset
- teippiä





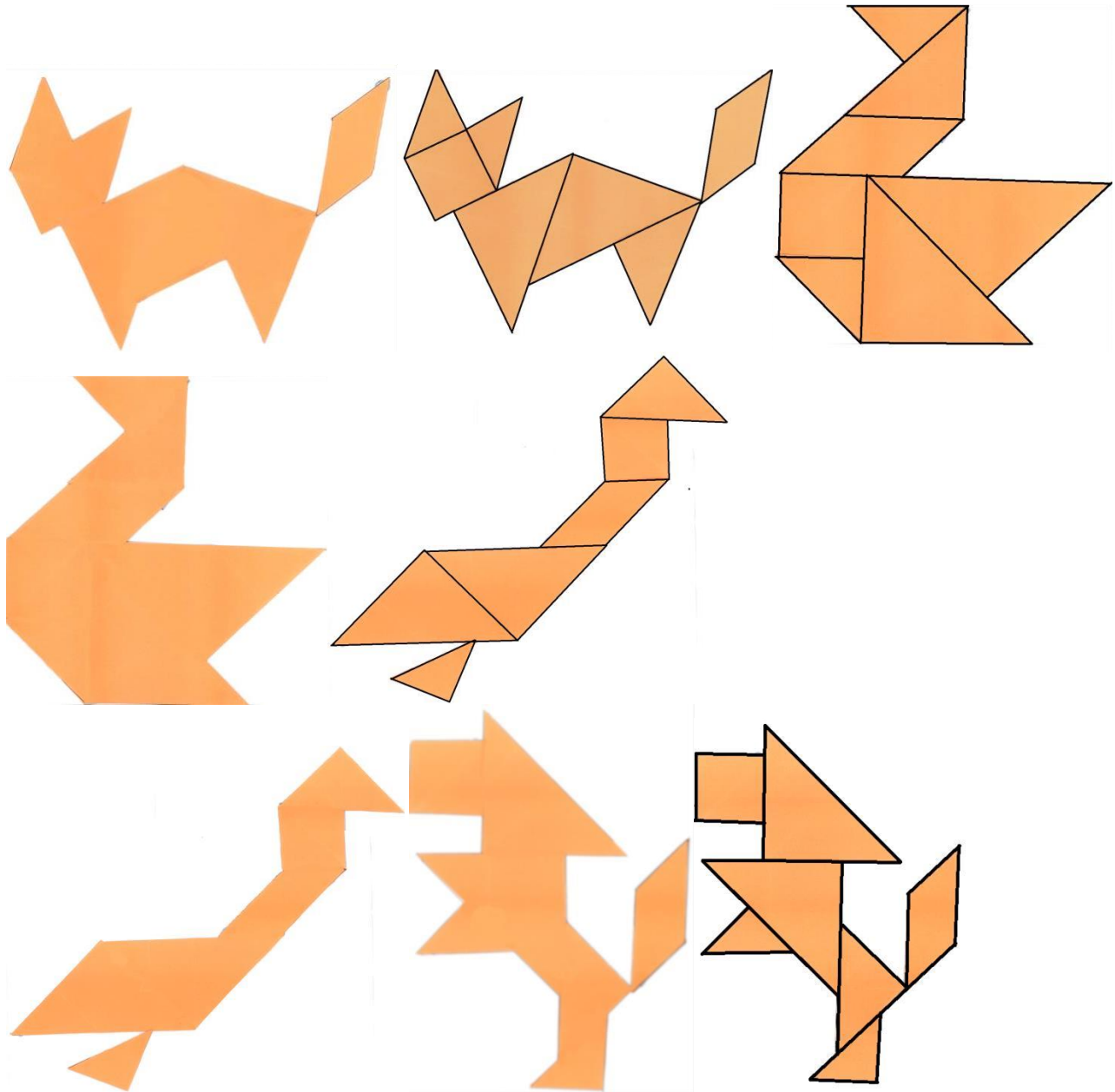




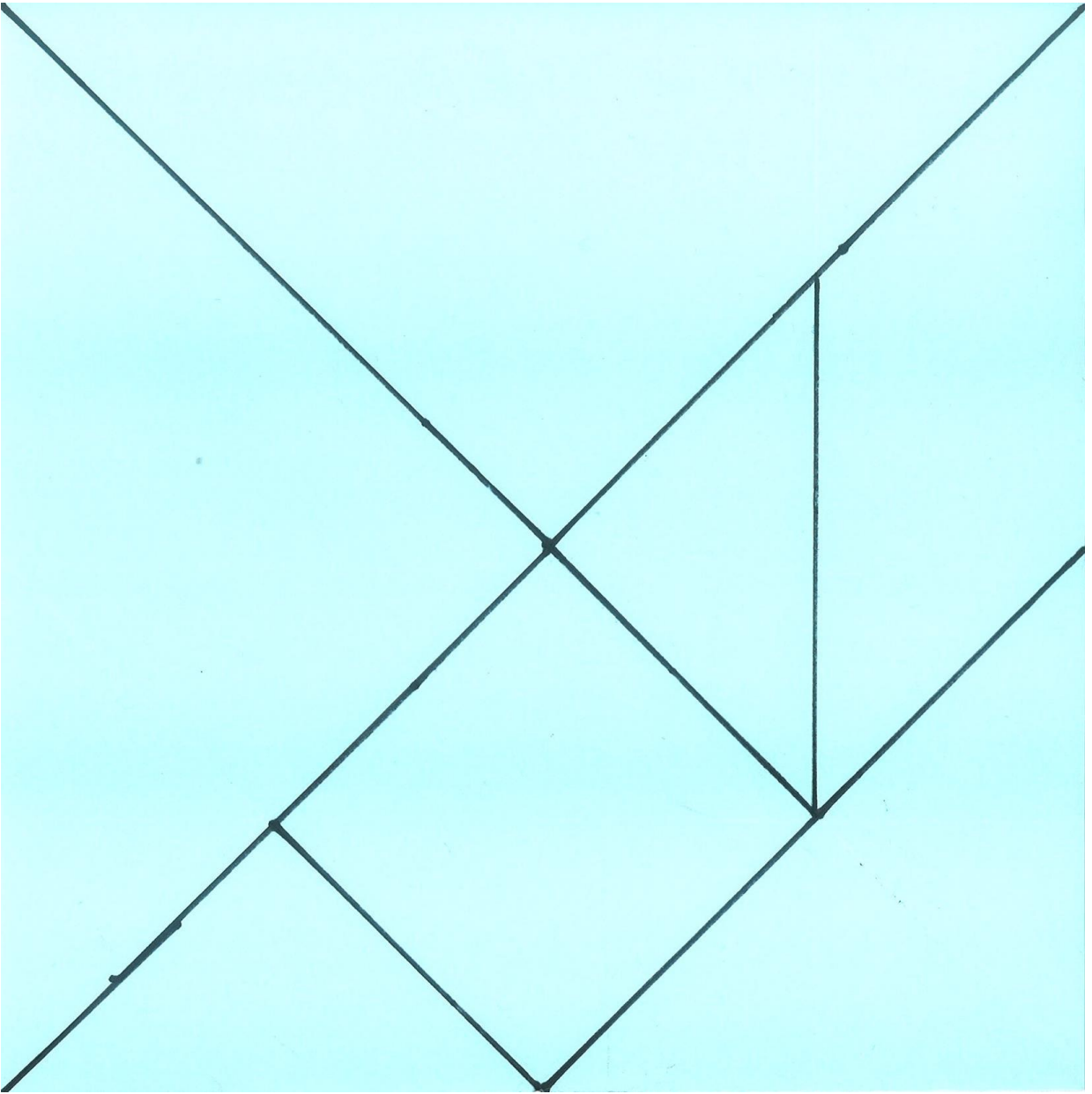
## Opettajan ohje: Eläimiä tangram-paloista

Tämän tehtävän voi toteuttaa antamalla oppilaille valmiit pohjat (ohjeen lopussa), joista leikkaavat palat tai palat voi valmistaa taittelemalla paperia ja leikkaamalla siitä. Hyvä koko paperille on A5 tai pienempi. Tarkoituksena on muodostaa palasista eläinhahmoja. Alla muutama esimerkki.

Lisää löytyy esimerkiksi sivulta <http://web.archive.org/web/20130504180429/http://tangrams.ca/>







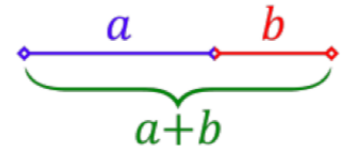
## Tunti 2: Kultainen leikkaus

- Jos suhde-käsite ei ole oppilaille ennestään tuttu, siihen voi johdatella A-sarjan papereiden avulla. Mitataan esimerkiksi pareittain erikokoisten A-sarjan papereiden kokoja ja lasketaan niiden pituuksien ja leveyksien suhteita. Huomataan, että suhde pysyy aina samana riippumatta arkin koosta!
- Johdattelu kultaiseen leikkaukseen kuvien avulla: Internetistä löytyy paljon hyviä kuvia esimerkiksi hakusanoilla ”kultainen leikkaus”, ”kultainen suhde”, ”golden ratio” ja ”divine proportion”. Pohditaan yhdessä esimerkiksi sitä, millainen arkkitehtuuri on kaunista. Entä millaiset kasvot ovat kauniit?
  - Tutustutaan kultaiseen leikkaukseen
  - Katso [Opettajan ohje: Kultainen leikkaus](#)
  - Kultaisen suhteen matemaattista määritelmää ei tarvitse välttämättä käsitellä, vaan ryhmästä riippuen voidaan tyytyä likiarvoon.
  - Askarrellaan kultaisen suhteen mittari
  - Katso [Opettajan ohje: Levinin kynsi](#)
- Välipaloja/lisätehtäviä:
  - Piirretään kultainen spiraali, katso [Oppilaan ohje: Kultainen spiraali](#)
  - Suunnitellaan oma logo hyödyntäen kultaista suhdetta, katso [Opettajan ohje: Suunnittele oma logo](#)

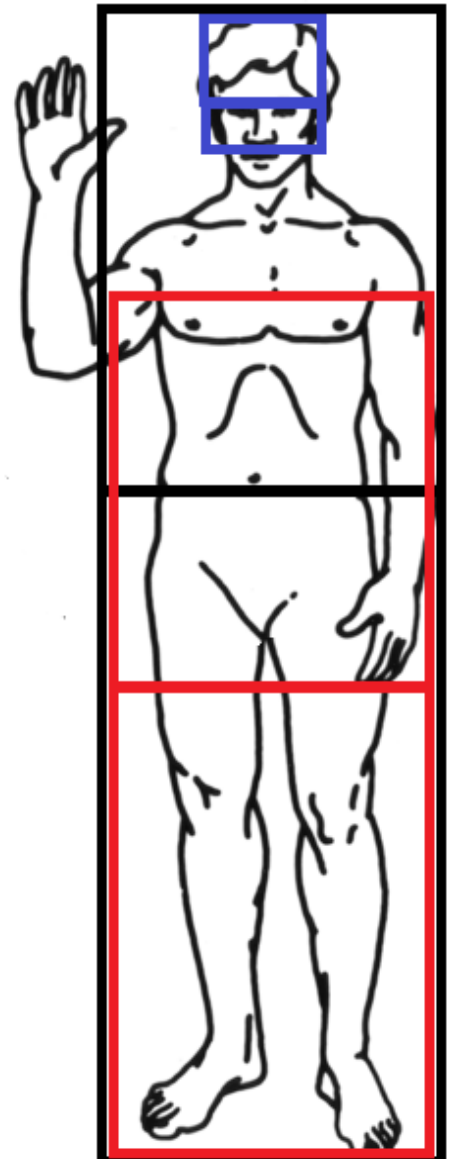
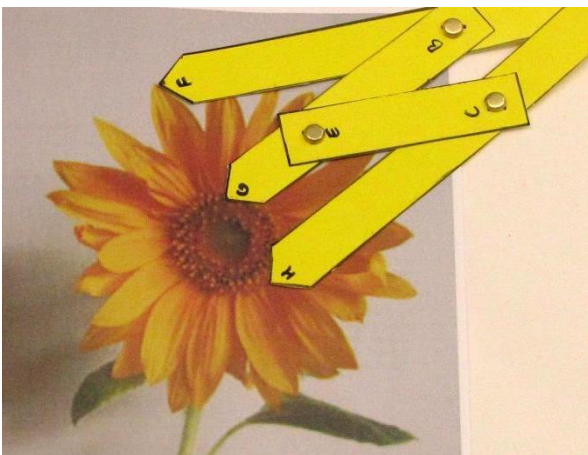
## Opettajien ohje: Kultainen leikkaus

- Kultainen leikkaus tarkoittaa janan jakoa kahteen osaan siten, että pienemmän osan suhde isompaan on sama kuin isomman osan suhde koko pituuteen. Kultainen suhde on noin **1,618** (tai **0,618**, jos osat jaetaan toisin päin).

$$\frac{b}{a} = \frac{a}{a+b}$$



- Kultainen leikkaus esiintyy useasti ihmisen mittasuhteissa, joten oppilaat voivat mitata toisistaan tai itseltään esimerkiksi näitä suhteita (erityisesti kasvoja ja käsiä kannattaa tutkia!)
  - Etäisyys maasta napaan ja etäisyys navasta päälle
  - Etäisyys maasta sormenpäihin (kädet suorina vartalon sivulla) ja sormenpäistä kainaloon
  - Etäisyys pään päältä silmien päälle ja silmien päältä nenän alle
  - Pään leveys ja korkeus
- Kultaista suhdetta on käytetty paljon arkkitehtuurissa ja kuvataiteessa ja sen voi löytää myös luonnosta. Mittasuhteita voi tutkia tulostetuista kuvista, mutta toki oikeat kasvit tuovat mielekkyyttä. Esimerkiksi näitä voi tutkia:
  - Auringonkukka tai kasvit ylipäättänsä
  - Kotilot
  - Antiikin Kreikan rakennukset



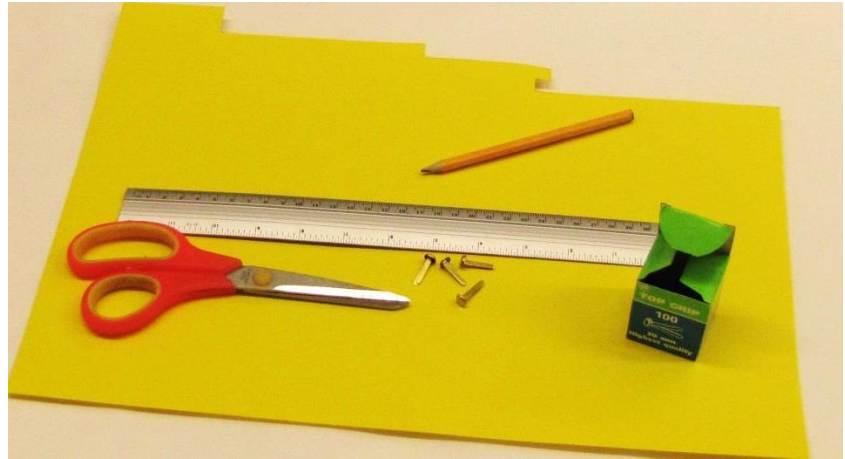
## Opettajän ohje: Levinin kynsi

Askarrellaan Eddy Levinin kehittämä kynsi, jolla voidaan etsiä kultaisia suhteita. Välineessä ylimmän ja keskimmäisen kärkien välinen etäisyys on 1,618 kertaa keskimmäisen ja alimman kärkien välinen etäisyys.

Siis vaikka kärkien väliset etäisyydet muuttuvat, etäisyyksien välinen suhde pysyy aina samana!

Tarvitaan:

- kartonkia
- sakset
- viivain
- kynä
- haaranastoja

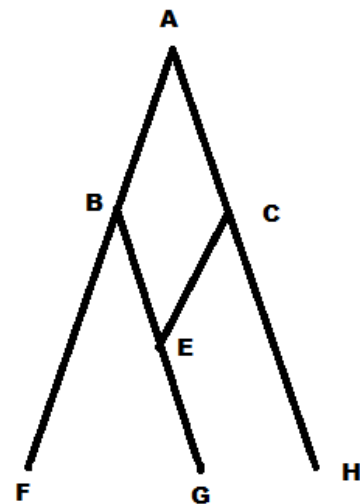


Tämän tehtävän voi toteuttaa niin, että oppilaat leikkaavat mittarin palat suoraan kaavojen (ohjeen lopussa) avulla, taikka askartelemalla alusta asti ohjeen mukaan.

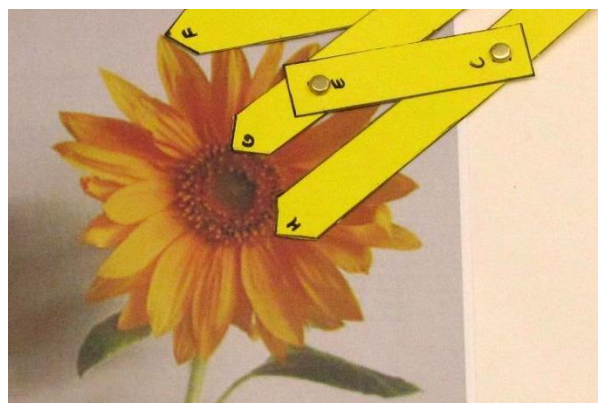
On suositeltavaa, että ohjaaja testaa mittarin askartelemista ennen kerhokertaa, jolloin palojen leikkaaminen oikealla tavalla on helpompi ohjata.

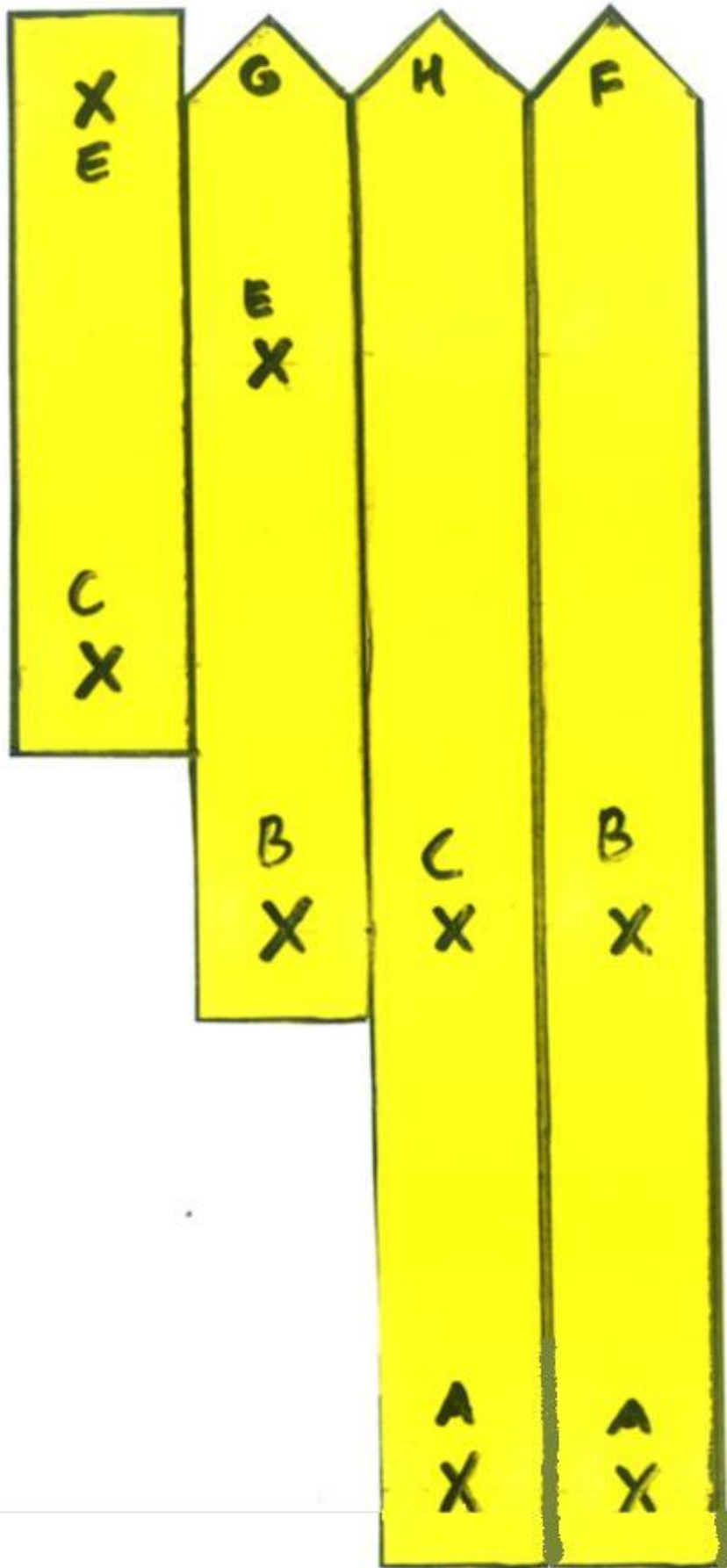
**Ohje:**

1. Piirrä kartonkiin neljä eripituista "tikku" seuraavasti
  - $AF=AH=170\text{mm}$
  - $BG=105\text{mm}$
  - $AB=AC=BE=CE=65\text{mm}$
  - $EG=40\text{mm}$
  - Huom yllämainitut mitat ovat pisteiden (haaranastojen) välisiä etäisyyksiä, eli jätä päihin vähän ylimääräistä, esimerkiksi 1cm molempiin päihin
  - Hyvä leveys tikuille on 20mm. Voit myös moninkertaistaa pituudet, jos haluat tarkastella esimerkiksi ihmisruumiin suhteita.
2. Yhdistä pisteet (A, B, C, E) haaranastoilla kuvan mukaisesti
3. Nyt voit ryhtyä tutkimaan kultaisia suhteita!



Lähde: Bellos, A. Kiehtova matematiikka. Seikkailu numeroiden ihmemaassa. (2011). Bookwell Oy: Juva.





## Oppilaan ohje: Kultainen spiraali

Tarvitaan:

- paperia (mielellään ruutupaperi)
- viivain
- harppi

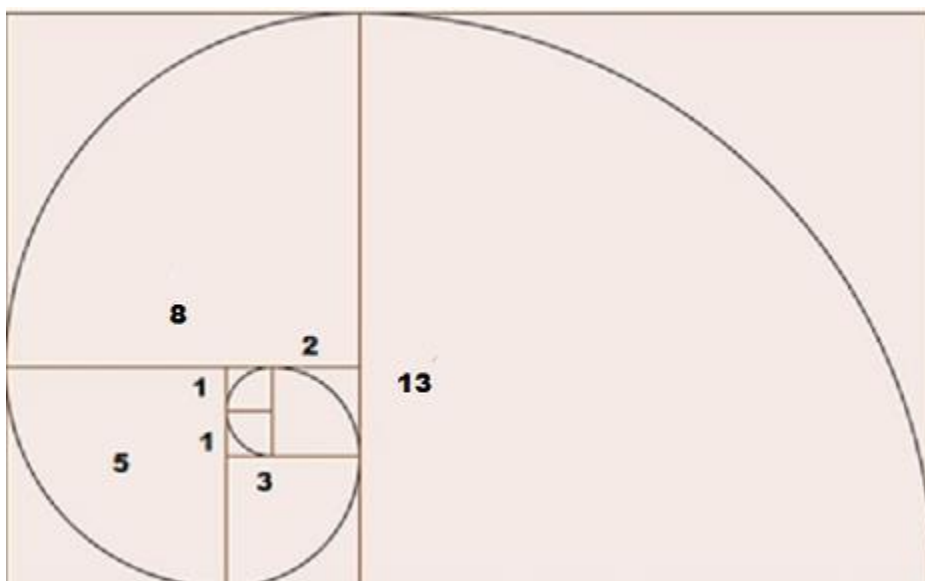
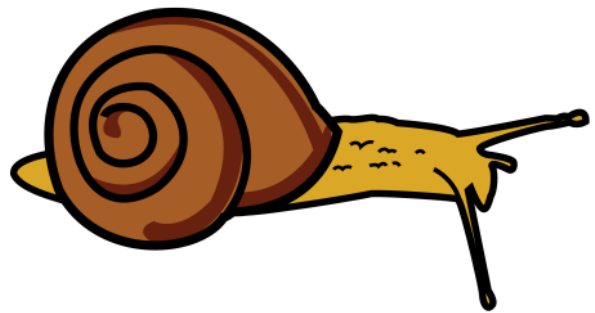
Ohje:

Kultainen spiraali saadaan, kun piirretään neliöitä, joiden sivu on aina yhtä pitkä kuin edellisten sivujen pituudet yhteensä (sivujen pituudet noudattavat Fibonaccin lukujonoa, johon tutustutaan seuraavalla kerhokerralla). Tämän jälkeen piirretään harpilla jokaiseen neliöön ympyrän kaari.

1. Aloitetaan neliöstä, jonka sivun pituus on yksi, ja piirretään sen viereen toinen samanlainen.
2. Piirretään niiden viereen neliö, jonka sivun pituus on 2.
3. Jatketaan näin, eli uuden neliön sivun pituus on aina yhtä suuri kuin kahden edellisen. HUOM! Muista piirtää uusi neliö aina samaan suuntaan, eli kierto joko vasta- tai myötäpäivään!

4. Piirrä harpilla ympyrän kaari jokaisen neliön sisään, siten että keskipisteenä on sisin kulma ja säteenä neliön sivun pituus. (HUOM! kiertosuunta sama kuin piirrettäessä)

- Löydätkö kultaisen suhteen?
- Kultaisen spiraalin voi nähdä esimerkiksi kotiloissa





## Opettajan ohje: Suunnittele oma logo

Kultainen suhde löytyy monen yrityksen logosta. Esimerkiksi National Geographic –lehden ja Pepsin logoissa esiintyy kultainen suhde. Tässä tehtävässä kerholaiset voivat itse suunnitella ja toteuttaa oman logon, josta löytyy kultainen suhde.

Tarvitaan:

- Paperia
- Harpeja
- Viivaimia
- Kyniä (myös värikyniä)
- Laskin
- Itse askarreltu Levinin kynsi

Kerholaiset saavat toteuttaa haluamansa logon. Logossa tulisi ainakin yhdessä kohdassa esiintyä kultainen suhde. Kultaisen suhteen muodostamiseen kerholaiset voivat käyttää apunaan Levinin kynttä, eli kultaista mittatikkua: mittarin kaksi kärkeä voi asettaa haluamaansa piirrokseen (viiva, ympyrä tms.) ja käyttää sitten tikun antamia pituuksia avuksi seuraavan kohdan piirtämisessä. Tässä on tärkeää, että tikun asetukset eivät muutu mittaria siirrettäessä. Toinen vaihtoehto on laskea tarvittavat suhteet laskimen avulla: piirroksen pituuden voi kertoa luvulla 1,618 tai 0,618. Näin kultainen suhde säilyy!

## Tunti 3: Fibonaccin luvut

- Kuka oli Fibonacci
  - o Katso [Opettajan ohje: Taustaa Fibonaccista ja kultaisesta suhteesta](#)
- Johdanto Fibonaccin lukuihin kaniongelman muodossa
  - o Katso [Opettajan ohje: Fibonaccin kaniongelma](#)
- Etsitään Fibonaccin lukuja kukista (oikeista kukista tai kuvista, mahdollisuuksien mukaan)
  - o Katso [Opettajan ohje: Fibonaccin luvut ja niiden esiintyminen luonnossa](#)
- Piirretään kukkia Fibonaccin jalanjäljillä
  - o [Katso Oppilaan ohje: Fibonaccin kukka](#)
  - o Kulmamittarilla voidaan tutkia myös kasvien lehtiasentoja. Esimerkiksi liljoista on hyvä ja helppo tutkia lehtiasentoja!
- Välipala/lisätehtävä:
  - o Lasketaan spiraaleja ananaksesta tai kävyistä, katso [Oppilaan ohje: Lasketaan Fibonaccin spiraaleja](#)

## Opettajan ohje: Taustaa Fibonaccista ja kultaisesta suhteesta

Jo aikojen alusta kultaista suhdetta ovat hyödyntäneet taiteilijat, kuvanveistäjät, muusikot, matemaatikot, fyysikot ja kasvitieteilijät. Joka kerta kun se esiintyy jossain uudessa yhteydessä, olemme ihmeissämme. Onko luonnossa olemassa jokin koodi, jonka ihmismieli voi ymmärtää?

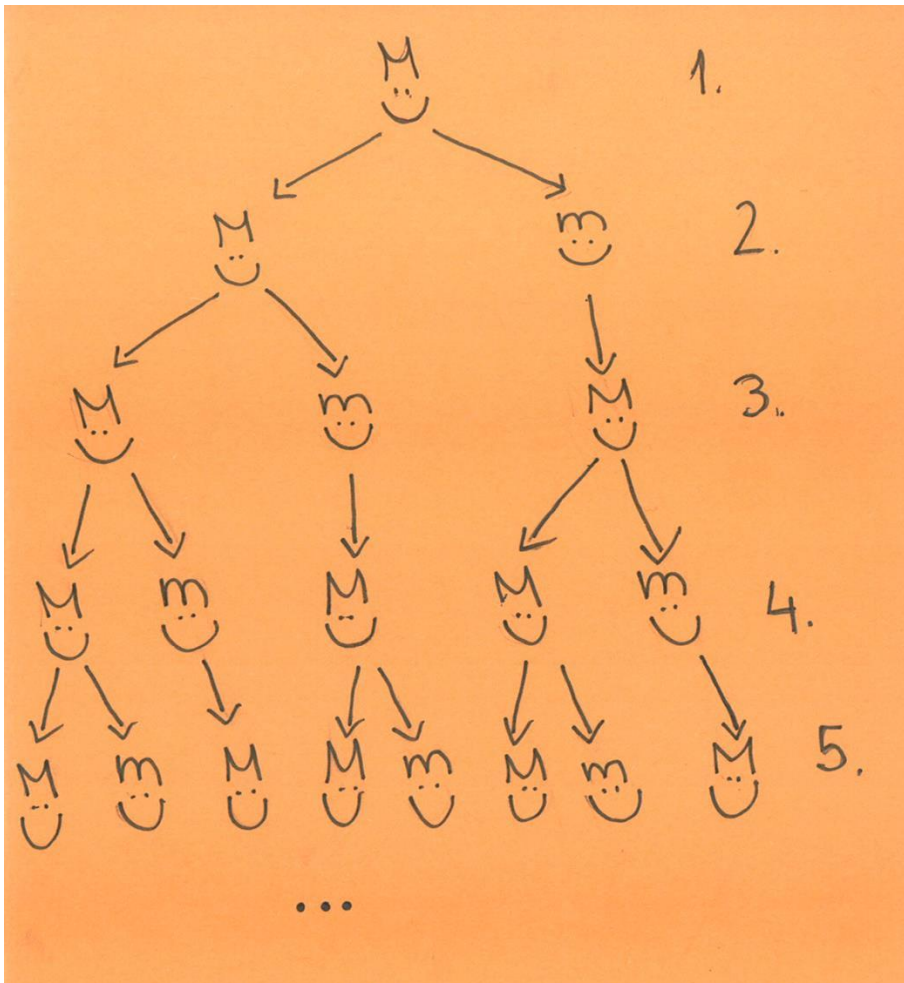
Fibonacci (n. 1170-1240) oli italialainen matemaatikko. Hänen oikea nimensä oli Leonardo tai Pisan Leonardo. Hänen isänsä nimi saattoi olla Bonacci, josta Leonardo sai lempinimensä (filius Bonacci, Bonaccin poika). Toisaalta saattaa olla, että Fibonacci sai lempinimensä hyväluontoisuutensa perusteella, jota myös sana Bonacci tarkoittaa. Fibonacci sai koulutuksensa Pohjois-Afrikassa, jossa hänen isänsä oli töissä diplomaattitehtävissä. Eräs matemaatikko opetti Fibonacci Bugiassa, Algeriassa. Siellä Fibonacci oppi muun muassa arabialaiset numerot sekä lukujärjestelmän (joka silloin tunnettiin intialaisena järjestelmänä). Noihin aikoihin Euroopassa numerojärjestelmä perustui edelleen roomalaiseen järjestelmään. Vuonna 1202 Fibonacci julkaisi kirjan Liber abaci, jossa hän esitteli oppimansa uudet numerot ja lukujärjestelmän, jonka avulla laskeminen olisi helpompaa.

Fibonaccin kuuluisa kaniongelma mainittiin ensimmäisen kerran kirjassa Liber abaci, jossa myös ensimmäisen kerran näkyi lukusarja 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,... Lukusarjassa lasketaan siis kaksi edellistä lukua yhteen, jotta saadaan seuraava luku. Tämä lukusarja on hämmentänyt myöhemmin monia matemaatikoita, kun yhteys lukusarjan ja kultaisen suhteen välillä havaittiin. Lukusarjan peräkkäisten lukujen välinen yhteys nimittäin lähestyy kultaista suhdetta. Vuosien varrella on huomattu, että Fibonaccin luvut löytyvät eri puolilta ympäröivää luontoa; lehtiasennoista, ihmiskehosta, simpukan kuorista, galakseista ja niin edelleen.

Lähde: Hemenway, P. 2008. The Secret Code. The mysterious formula that rules art, nature and science. Evergreen GmbH: Köln.

## Opettajan ohje: Fibonaccin kaniongelma

- Oletetaan, että sinulla on kanipari, joka kuukauden kuluttua synnyttää toisen parin.
- Jos jokainen aikuinen kanipari synnyttää poikasen kerran kuukaudessa ja poikasilta kestää kuukauden kasvaa aikuiseksi, kuinka monta kaniiniparia on vuoden kuluttua? (Olettaen, että kaikki kaniparit pysyvät hengissä)
- Ratkaisu tähän ongelmaan saadaan tarkastelemalla kaniparien määrää kuukausi kerrallaan
- Tarkoitus on, että oppilaat löytävät kaavan, jolla kuukauden kaniparimäärä muodostetaan rekursiivisesti kahden edellisen luvun summana. Kaniparien määrä muodostaa Fibonaccin lukujonon: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55,..
- Alla olevassa kuvassa kanit, joilla korvina on iso M-kirjain, kuvaavat aikuisia kaneja, ja ne, joilla korvina on pieni m-kirjain, taas poikasia



## Opettajan ohje: Fibonaccin luvut ja niiden esiintyminen luonnossa

- Fibonaccin luvut ovat 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89,...

- Lukujonon jäsenet muodostetaan kahden edellisen luvun summana

$$0+1=1$$

$$1+1=2$$

$$1+2=3$$

$$2+3=5$$

$$3+5=8 \dots$$

- Kahden peräkkäisen luvun suhde lähestyy kultaista suhdetta, kun mennään pidemmälle

lukujonossa

$$\frac{3}{5} = 0,6$$

$$\frac{13}{21} = 0,6190 \dots$$

$$\frac{34}{55} = 0,6181 \dots$$

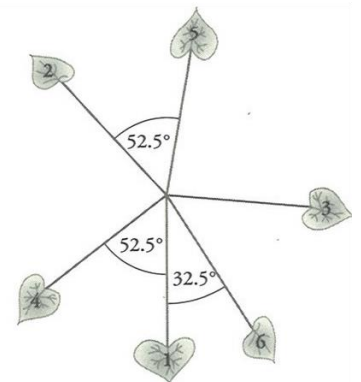
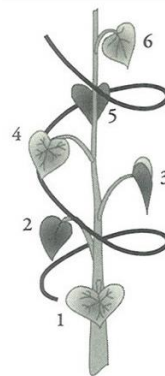
- Monet kasvit "toteuttavat Fibonaccin lukuja kasvaessaan". Se on niille edullisin tapa kasvaa, sillä tällöin voidaan pakata enemmän pienempään tilaan

- Kukilla on useimmiten Fibonaccin lukujen verran terälehtiä (ja muita kukan lehtiä, esim suojuslehtiä, heteitä). Kun terälehtiä on Fibonaccin lukujen verran, mahtuu pienempään tilaan eniten terälehtiä ilman, että ne menevät toistensa päälle. Esimerkiksi:

- liljoilla on 3 terälehteä (tai 2 kolmen terälehten sarjaa)
- einikeillä 5 terälehteä
- päivänkakkaroilla 55 tai 89 terälehteä

- Kukat toteuttavat Fibonaccin lukuja myös lehtiasennoissaan

- Monilla kasveilla lehdet kiertävät varren ympäri niin, että päällekkäisten lehtien välissä on Fibonaccin luvun verran lehtiä ja samoin kierroksia varren ympäri



Bellos, A. 2011. *Kiehtova matematiikka. Seikkailu numeroiden ihmemaassa*

- Lehtien asettuminen varren ympärille perustuu niiden välisiin kulmiin; kahden vierekkäisen lehden välinen kulma on usein 222,5 astetta, eli ympyrän 360 astetta jaettuna kultaisella suhteella (tai vaihtoehtoisesti pienempi osuus 137,5). Tällöin lehtiä saadaan pakattua pieneen tilaan mahdollisimman paljon, niin etteivät ne mene toistensa päälle.



## Oppilaan ohje: Fibonaccin kukka

Tällä ohjeella voidaan havainnollistaa Fibonaccin lukujen ja kultaisen kulman esiintymistä luonnossa. Kun terälehtien välinen kulma on kultainen kulma, eivät mitkään kaksi terälehteä mene täysin toistensa päälle ja näin ollen terälehtien pakkaaminen on tehokkainta ja auringon valo jokaiselle yksittäiselle lehdelle maksimoidaan.

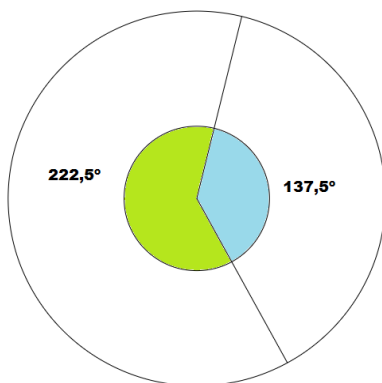


### Tarvitaan:

- kulmaviivain
- kartonkia
- paperia
- värikyniä

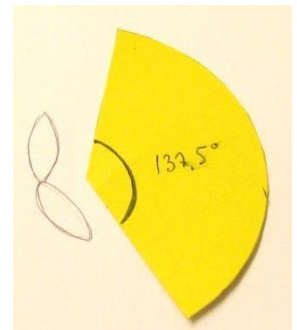
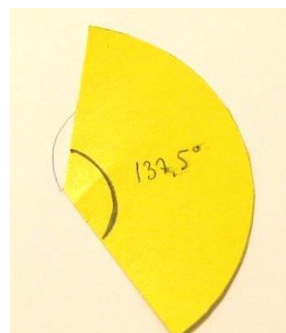
Aloitetaan askartelemalla kultaisen kulman mitta, joka on  $137,5^\circ$ . Tämä kulma saadaan, kun täysi kulma ( $360^\circ$ ) jaetaan kultaisella suhteella. Tällöin saadaan  $222,5^\circ$ , mutta käytännön syistä käytämme tämän

vastakulmaa. Eli  $360^\circ - \frac{360^\circ}{1,618} \approx 137,5^\circ$ .



Kun mitta on valmis, voidaan alkaa piirtää kukkia:

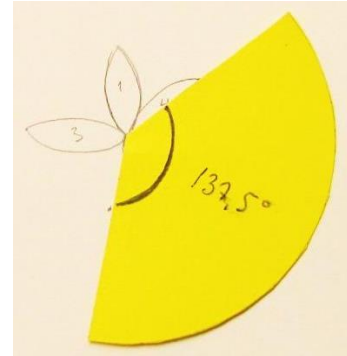
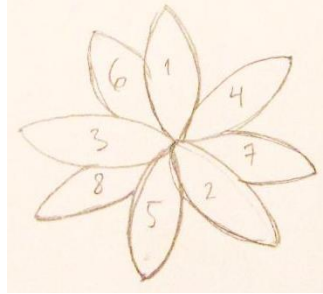
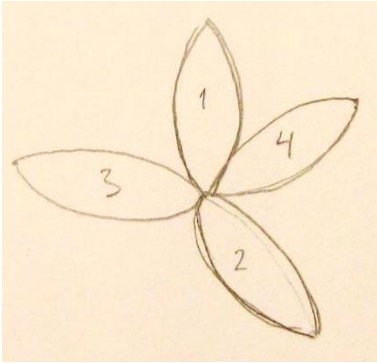
1. Piirretään ensin yksi terälehti ja asetetaan askarreltu kulmamitta siten, että kulma osuu kukan keskipisteeseen ja toinen sivu on suorassa linjassa terälehteen kanssa. Merkataan piste toiselta sivulta ja piirretään toinen terälehti.



2. Jatketaan näin siirtäen mittaa aina kulman mitan eteenpäin ja piirretään siihen uusi terälehti.

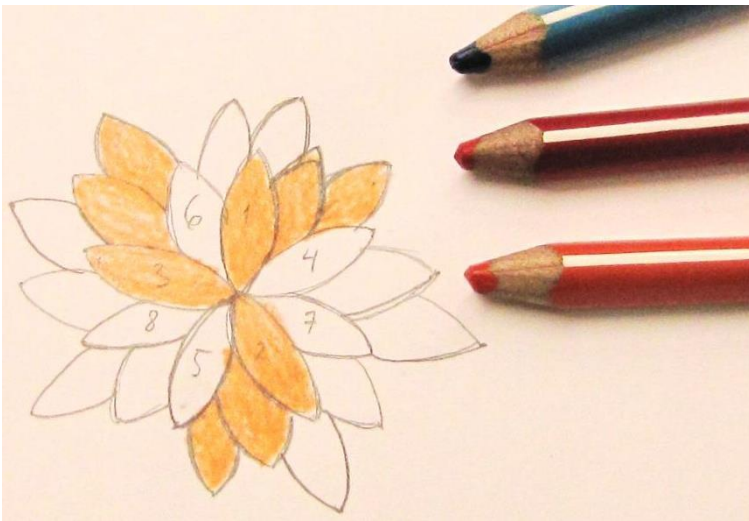
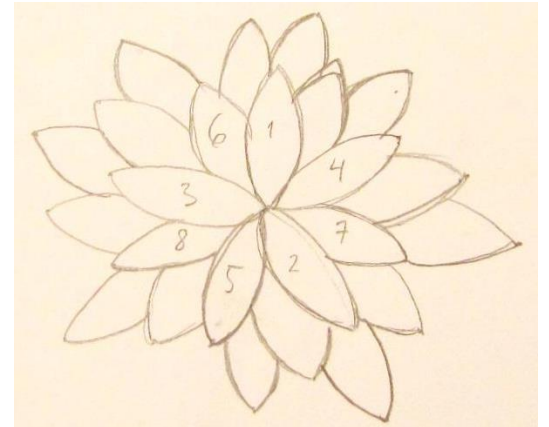


3. Kahdeksan ensimmäistä terälehteä voi halutessaan numeroida, jotta kukan spiraalien löytäminen myöhemmin on helpompaa.



4. Kukan piirtämistä voi jatkaa niin pitkälle kuin haluaa, mutta kannattaa piirtää ainakin 8\*3 terälehteä, jolloin spiraalit tulevat näkyviin.

5. Kun kukka on valmis, sen voi värittää siten, että 1., 2. ja 3. spiraali, 4., 5. ja 6. spiraali sekä 7. ja 8. spiraali ovat samanvärisiä.



## Oppilaan ohje: Lasketaan Fibonaccin spiraaleja

Tarvitaan

- männynkäpyjä tai ananaksia
- kahta eri väristä narua tai kahta eri väristä kimalleliimaa
- (liimaa)

Merkitään vastapäivään kulkevat spiraalit tietyllä värillä ja lasketaan ne. Jos spiraalit merkitaan narulla, voi apuna käyttää myös liimaa. Tehdään samoin myötäpäivään kulkeville spiraaleille.

Mitä huomataan?



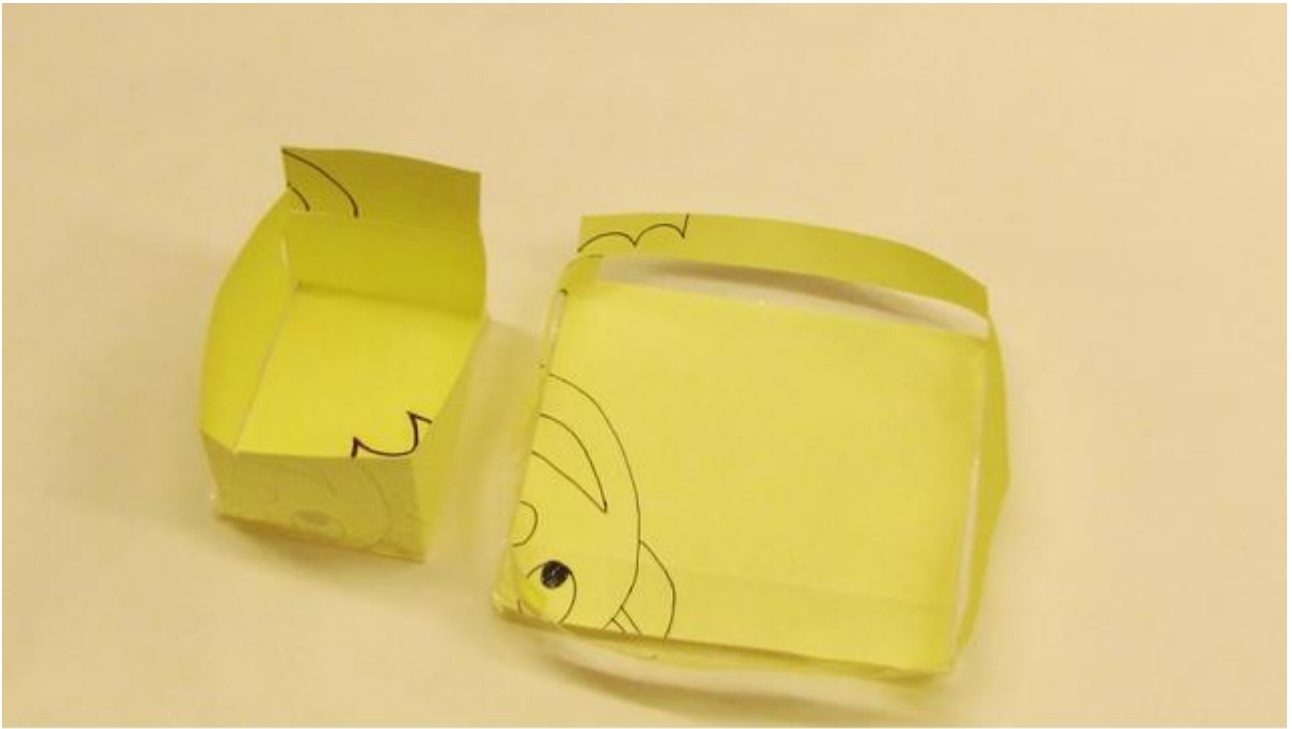
Spiraalien määrät ovat kaksi peräkkäistä Fibonaccin lukua!

VINKKI: Käpyjä voi käyttää esimerkiksi joulukoristeina!

## Tunti 4: Suureiden arviointia

- Tämä tunti sisältää paljon arviointia, joten tällä kerralla voi järjestää helposti kilpailuja. Oppilaat voivat kilpailla joko yksin tai ryhmissä. Lisäksi jokaisen suureen arviointi voi olla oma kilpailunsa, tai sitten koko tunti voidaan toteuttaa monen lajin ”arviointiolympialaisina”.
- Oppilaita voi motivoida arviointiin tilavuushaasteella: jokaiselle oppilaalle (tai parille) jaetaan paperia esim. A4 ja saman pituinen pala teippiä. Tavoitteena on rakentaa tilavuudeltaan mahdollisimman suuri astia. Tilavuuksia voi mitata esimerkiksi kuivatuilla herneillä.
  - o Katso [Kuva: Tilavuushaaste](#)
- Jousivaa’an rakennus, massan arviointia ja mittausta:
  - o [Katso Opettajan ohje: Jousivaaka](#)
  - o Arvioidaan esimerkiksi kahdesta esineestä kumpi painaa enemmän. Tarkistetaan mittauksia jousivaa’an avulla. HUOM! Esineet eivät voi olla kovin painavia, ellei käytössä ole lisäksi oikeaa vaakaa.
- Pinta-alan arviointia:
  - o Arvioidaan aluksi, kuinka monta oppilasta mahtuu 1 m<sup>2</sup> alueelle. Seuraavaksi voidaan teipata lattiaan alue ja arvioida uudelleen. Muuttuvatko arviot? Lopuksi voidaan kokeilla, kuinka monta oppilasta alueelle oikeasti mahtuu.
  - o Pohditaan mihin kaikkeen biologiassa tarvitaan pinta-alan arviointia ja kuinka arviointikyky harjaantuu ammattilaisilla
  - o Kasvillisuuden peittävyuden tutkiminen, kasvivuodut:
    - Katso [Opettajan ohje: Mikä on kasvivuutu?](#)
- Matkan arviointia:
  - o Oppilaat voivat kilpailla ryhmissä, ketkä osaavat arvioida tarkimmin arvioida esimerkiksi 5m/10m/100m. Tämän osion voi toteuttaa myös ulkona tai koulun käytävällä, jos halutaan arvioida pidempiä etäisyyksiä.
  - o Pohdintaa siitä, kuinka eläimet arvioivat matkaa ilman minkäänlaisia välineitä. Miten esimerkiksi kissa tietää, kuinka paljon sen tulee ponnistaa päästäkseen tiettyyn paikkaan. (vrt. kissanpentu, joka vielä törmäilee). Pohditaan harjoittelun ja harjaantumisen merkitystä arvioinnissa ylipäätensä.
- Välipaloja/lisätehtäviä:
  - o Tilavuuden arviointia: Tarkastellaan erimuotoisia astioita ja arvioidaan minkä tilavuus on suurin. Oppilaat voivat esimerkiksi äänestää. Tilavuudet voidaan tarkistaa esimerkiksi vedellä tai kuivatuilla herneillä.
  - o Voidaan pohtia kumpi painaa enemmän, 1 kg höyheniä vai 1 kg rautaa? Kumpi putoaa nopeammin alas? Tähän liittyen voi internetistä löytyä mielenkiintoisia videoita myös siitä, kun esineitä pudotetaan tyhjiössä (esim. BBC:n Brian Cox vieraillee maailman suurimmassa tyhjiössä (vacuum)).
- Limulasi-haaste: Katso [Opettajan ohje: Limulasi](#)

Kuva: Tilavuushaaste



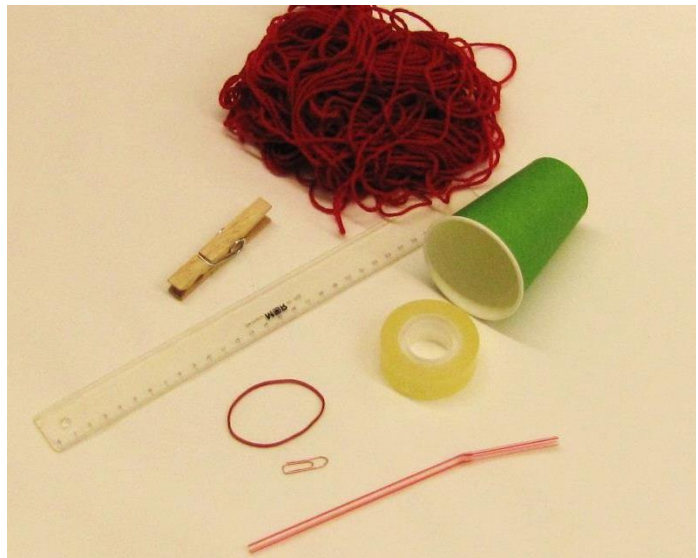
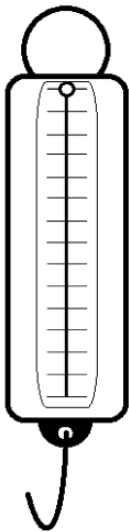
## Opettajan ohje: Jousivaaka

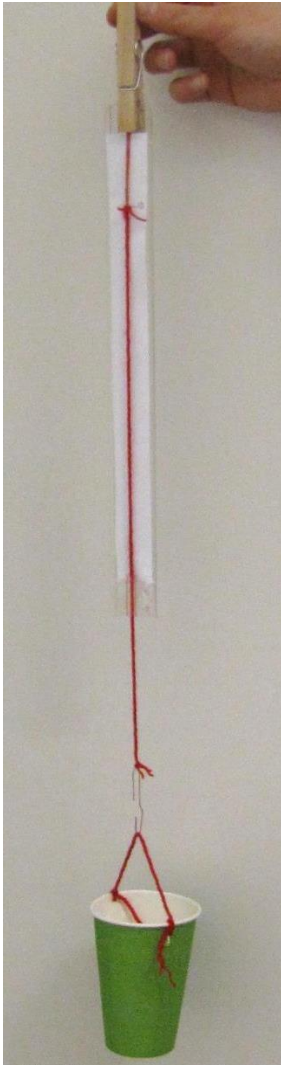
Tämän tehtävän voi toteuttaa ongelmalähtöisesti niin, että oppilaille näytetään yksinkertainen kaavakuva jousivaa'asta ja annetaan tehtäväksi rakentaa oma versio annetuista välineistä.

Vaihtoehtoisesti oppilaille voi antaa suoraan rakennusohjeen, jonka avulla edetä.

Tarvitaan:

- pahvimuki
- kuminauha/ katkaistu kumilenkki
- narua
- teippiä
- n. 2cm pituinen juomapillin pala
- paperiliitin
- pyykkipoika tai paperipuristin
- viivain/ muu tukeva tikku
- hieman viivainta/tikkua pienempi paperisuikale, johon merkitään mitta-asteikko
- kynä
- ”standardi-mittoja”, esimerkiksi pyyhekumeja





## Rakentaminen

1. Teippaa paperisuikale tikun päälle, mahdollisimman keskelle. Paperiin merkitään myöhemmin mitta-asteikko.
2. Teippaa pillin pala tukevasti tikun alalaitaan tikun suuntaisesti siten, että naru voidaan pujottaa myöhemmin sen läpi. Varo, ettei teippiä tule pillin yli, jolloin se tarttuu naruun.
3. Leikkaa hieman tikkua pidempi narun pätkä ja sido sen toinen pää kiinni paperiliittimeen ja toinen kuminauhan. Kuminauhan pituutta ja paksuutta säätelemällä saadaan vaaka mittaamaan sopivan painoisia esineitä. (Mitä pidempi nauha, sitä helpommin vaihtelut saadaan näkyviin)
4. Pujota kuminauha pillin läpi ja sido se tikun yläosaan paperipuristimella tai pyykkipojalla.
5. Tee pahvimukin ylälaitaan kaksi reikää ja sido toinen, lyhyempi naru molemmista päistään kahvimukiin.
6. Avaa paperiliitin pitkäksi ja ripusta kahvimuki siitä roikkumaan.

## Kalibrointi, eli mitta-asteikon tekeminen

Kuminauhaa kannattaa venyttää etukäteen ennen kalibrointia, sillä se venähtää hieman käytössä!

1. Merkkää paperiin nollakohta kuminauhan ja narun solmukohtaan.
2. Valitse standardi-mitta, esimerkiksi pyyhekumit.
3. Lisää pyyhekumeja yksitellen ja merkitse mitta-asteikkoon kohdat, joihin solmukohta jää.

Vaihtoehtoisesti voit käyttää standardimittana vettä, sillä tiedetään että 1 ml vettä painaa 1g. Huom! Kuminauha ei veny tasaisesti, joten vaakaan asteikon välit eivät myöskään ole tasaiset!

Lähde: <http://kriegerscience.wordpress.com/2011/09/29/how-to-make-a-spring-scale/>



## Opettajan ohje: Mikä on kasvuruutu?

Kasvuruutujen avulla voidaan seurata kasvillisuuden kehittymistä samassa paikassa ajan kuluessa. Niiden avulla voidaan tutkia laadun ja määrän jaksottaisuutta tietyllä kasvupaikalla ja vertailla saman alueen kasvustoa esimerkiksi eri vuodenaikoina.

Kasvuruutujen tekemisessä rajataan pieni tutkimusalue (usein 1m\*1m) esimerkiksi narun tai keppien avulla. Tutkimusalueelta kartoitetaan kaikki siinä kasvavat kasvit, sekä arvioidaan mahdollisimman tarkasti niiden runsausluokka, eli kuinka suuren pinta-alan kukin kasvilaji peittää. Peittävyys arvioinnissa käytetään usein apuna kämmentä; yksi kämmenen kokoinen alue on noin 1 % neliömetrin kokoisen alueen pinta-alasta. Harjaantuneet biologit osaavat tehdä hyvinkin tarkkoja arvioita nopealla tarkastelulla!

Kasvuruutuja tehdään usein useita samalle alueelle, jolloin kasvillisuudesta saadaan kattavampi kuva! Kasvuruutujen avulla voidaan myös vertailla erilaisia kasvuympäristöjä keskenään; miten esimerkiksi kasvilajit vaihtelevat erilaisten metsätyyppien välillä.

Lähde: <http://www.helsinki.fi/kilpis/Muut/opetuspaketti%20valmis%20versio%20verkko.pdf>

## Opettajan ohje: Limulasi

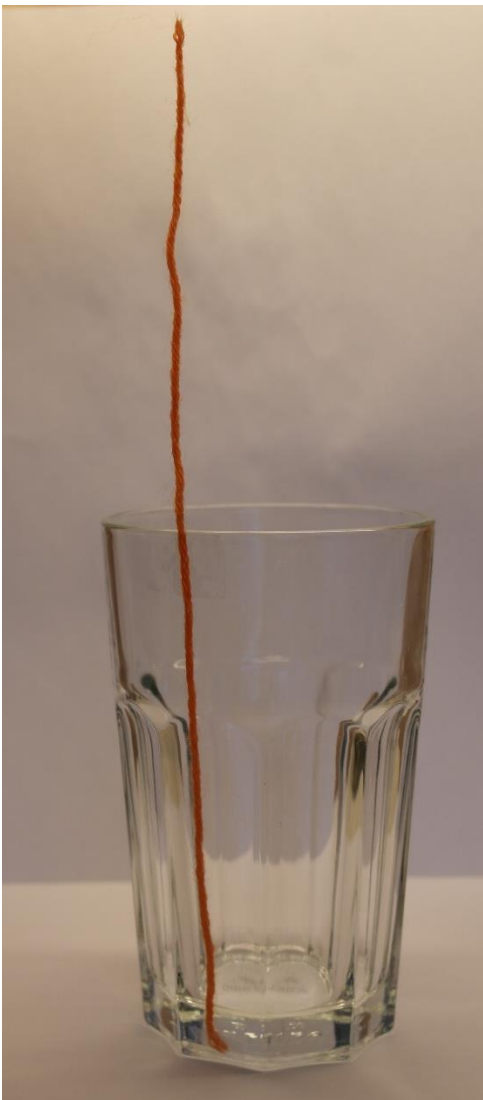
Löisitkö kaverisi kanssa vetoa, että limulasin suun ympärysmitta on suurempi kuin sen korkeus?

Ratkaisu:

Useimmilla laseilla haasteeseen kannattaa lähteä mukaan. Lasin ympärysmitta eli piiri on aina  $\pi$ \*lasin halkaisija. Piin likiarvo on 3,14159... eli lasin piiri on noin kolme kertaa halkaisija. Yleensä tästä tulee suurempi kuin lasin korkeus on, vaikka ensivilkaisulla voisi kuvitella toisin.

Esimerkiksi, jos meillä on lasi, jonka korkeus on 13 cm ja sen suuaukon halkaisija on 8,5 cm, saadaan sen ympärysmitaksi  $\pi*8,5\approx 26,7$ , joka on siis suurempi kuin lasin korkeus.

Asian testaamiseen ja havainnollistamiseen voi käyttää lankaa ja erilaisia laseja.



## Tunti 5: Ravintoverkot ja energiavirta

- Ravintoverkkojen rakentaminen korteista:
  - o Katso [Opettajan ohje: Ravintoverkkojen rakennus](#) sekä [Moniste: Lajikortit](#)
- Mikä on ravintoketju?
  - o Katso [Opettajan ohje: Mitä ovat ravintoverkot](#)
- Puput ja ympäristötekijät – peli:
  - o Katso [Opettajan ohje: Puput ja ympäristötekijät](#)
- Välipala/lisätehtävä:
  - o Verkkojen ja kaarien väriä, Katso [Opettajan ohje: Verkot ja kaaret](#)

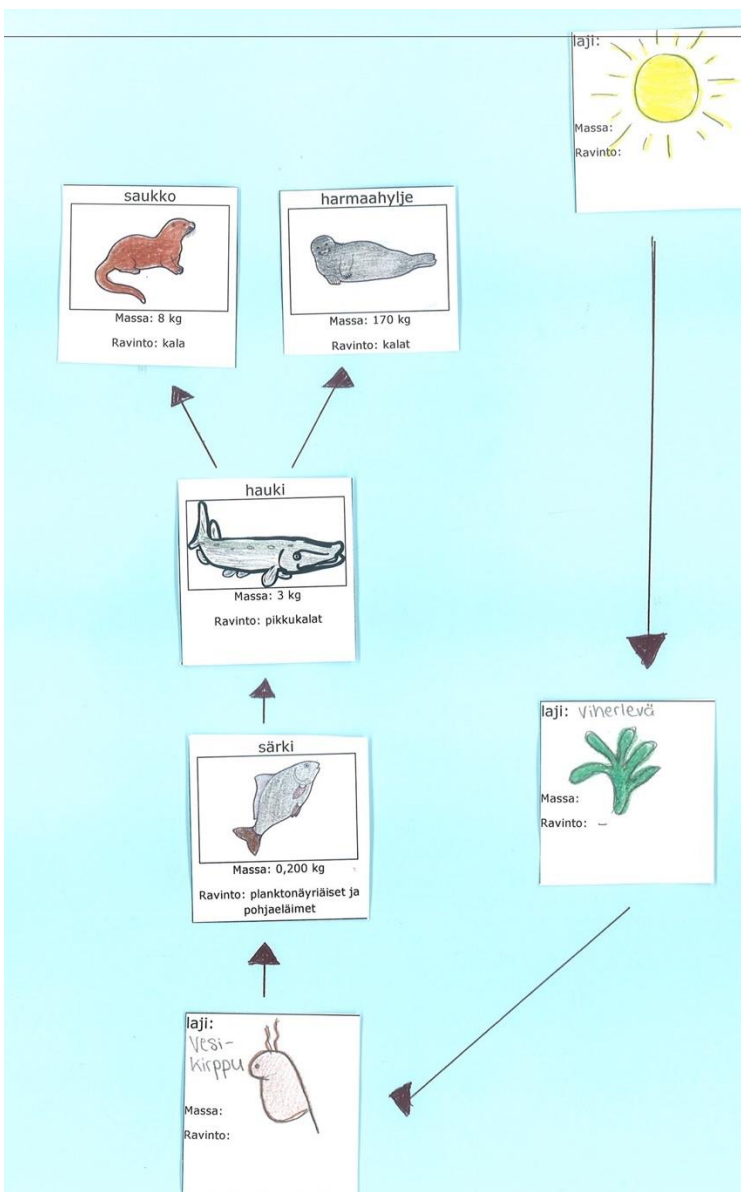
## Opettajan ohje: Ravintoverkkojen rakennus

Tehtävässä tutustutaan ravintoverkkoihin ja biomassan siirtymiseen lajikorttien avulla. Tehtävä on jaettu kahteen osaan.

**Osa 1:** Erillisestä tiedostosta löytyy kortit, joiden avulla voidaan rakentaa erilaisia ravintoverkkoja. Kortteihin voi halutessaan lisätä omia lajeja. Tehtävään ei ole varsinaisesti vain yhtä oikeaa ratkaisua. Tehtävän voi jakaa kahteen osaan:

1. Oppilaat voivat pienissä ryhmissä aluksi jaotella lajit tuottajiin, kuluttajiin ja hajottajiin.
2. Seuraavaksi oppilaat rakentavat korteista ravintoverkkoja. Ravintoverkkoon voi jäädä aukkoja, joihin oppilaat voivat itse keksiä uusia lajeja. (Huom! Jokaisessa verkossa oltava tuottaja)

**Osa 2:** Pohditaan ovatko rakennetut ravintoverkot ylipäättään mahdollisia. Lasketaan, kuinka paljon pinta-alaa ja tuottajia tarvitaan ylläpitämään petopopulaatiota, kun keskimäärin 10% biomassasta siirtyy alemmalta tasolta ylemmälle. Verkoista voidaan piirtää myös biomassaa- tai yksilömääräpyramideja.



Esimerkki ravintoverkosta

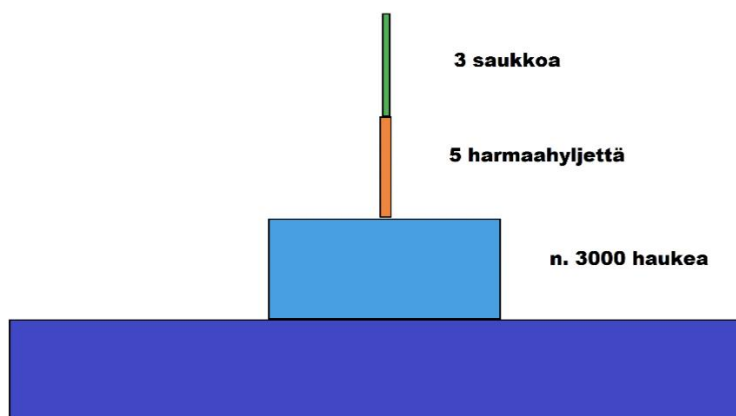
**Pohdinta:** Kuinka paljon vesikirppuja tarvitaan, jotta 3 saukkoa ja 5 harmaahyljettä voisivat kasvaa aikuisiksi?

Saukko 8 kg Harmaahylje 170 kg Hauki 3 kg  
Särki 0,2 kg

- Saukkojen yhteismassa on 3 x saukon massa eli  $3 * 8 \text{ kg} = 24 \text{ kg}$  ja harmaahylkeiden massa on 5 x harmaahylkeen massa eli  $5 * 170 \text{ kg} = 850 \text{ kg}$ . Näiden eläinten massat ovat yhteensä  $24 \text{ kg} + 850 \text{ kg} = 874 \text{ kg}$ .
- Koska energiasta siirtyy vain 10% seuraavalle tasolle, saukkojen ja harmaahylkeiden ravintona olevien haukien yhteismassan tulee olla 10 kertaa saukkojen ja harmaahylkeiden massa. Näin ollen  $10 * 874 \text{ kg} = 8740 \text{ kg}$  eli haukiatulee olla  $8740 \text{ kg} : 3 \text{ kg} = 2913 \text{ kpl}$ .
- Samoin särkiä tulee olla 10 kertaa haukien yhteismassa, joten särkiä tarvitaan  $10 * 8740 \text{ kg} = 87400 \text{ kg}$  eli  $87400 \text{ kg} : 0,2 \text{ kg} = 437000 \text{ kpl}$ .
- Nyt siis vesikirppuja tulee olla 10 kertaa särkien massa eli  $10 * 437000 \text{ kg} = 4370000 \text{ kg}$ .

**Yksilömääräpyramidi:**

Huom, pyramidi on suuntaa antava!



n. 450 000 särkeä

Voidaan pohtia verkoista myös seuraavia asioita:

- Kuinka monta erilaista ketjua ryhmässä saatiin?
- Mitä tapahtuu, jos joku eliölaji verkossa kuolee sukupuuttoon? Mitä eroa on, jos joku ravintoverkon huipulla tai pohjalla kuolee?
- Mitä tapahtuu, jos jonkun lajin populaatiokoko suurenee huomattavasti?

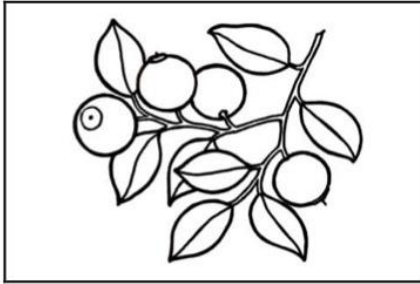
Lähteet:

Siivonen, L. 1977. *Pohjolan nisäkkäät*. Otava. <http://www.luontoportti.com>

Kuvat: <http://papunet.net/materiaalia/kuvapankki>

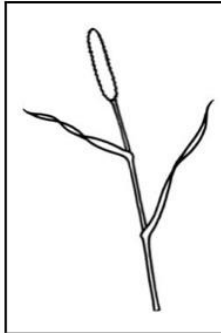
Moniste: Lajikortit

mustikka



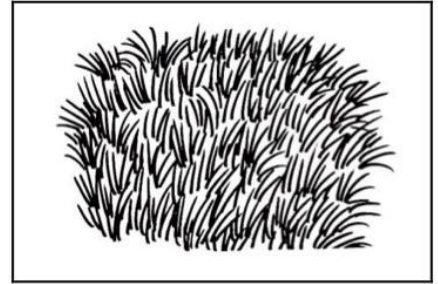
Massa:  
marjat 0,060 kg/m<sup>2</sup>  
varvut 0,600 kg/m<sup>2</sup>

heinänkorsi



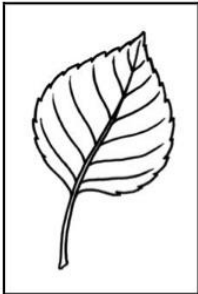
Massa: 0,800 kg/m<sup>2</sup>

ruoho



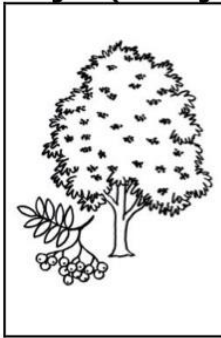
Massa: 0,550 kg/m<sup>2</sup>

koivun lehti



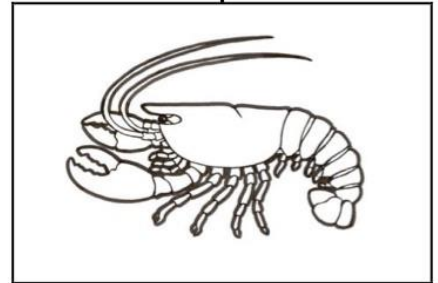
Massa: 8 kg/puu,  
puu tarvitsee 4 m<sup>2</sup>

pihlaja (marjat)



Massa: 5 kg/puu,  
puu tarvitsee 3 m<sup>2</sup>

rapu



Massa: 0,100 kg

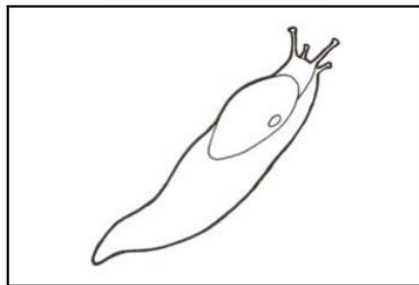
Ravinto: kaikkiruokainen  
(kasviravinto)

kasviksia



Massa: 2kg/m<sup>2</sup>

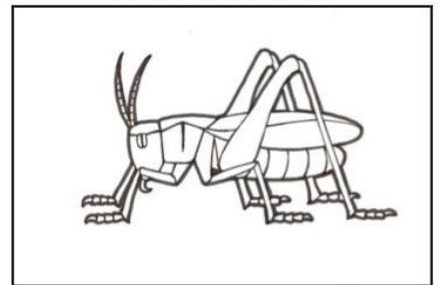
ukkoetana



Massa: 0,015 kg

Ravinto: lahonneet lehdet ja  
sienet

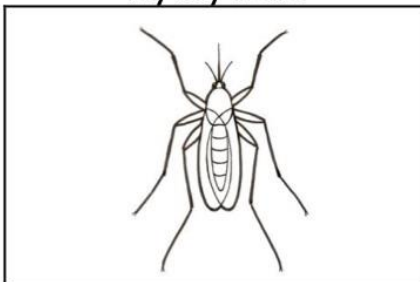
heinäsirkka



Massa: 0,005 kg

Ravinto: kasviravinto

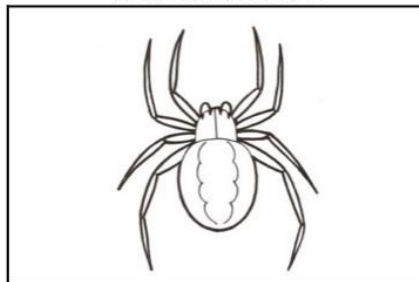
hyttynen



Massa: 0,0005 kg

Ravinto: kukkien mesi

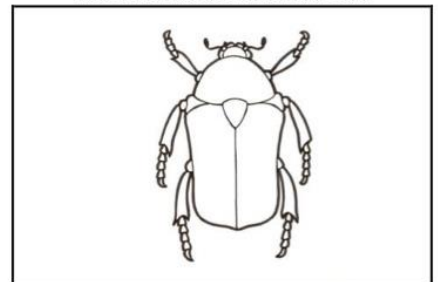
hämähäkki



Massa: 0,005 kg

Ravinto: pienet hyönteiset

kovakuoriainen

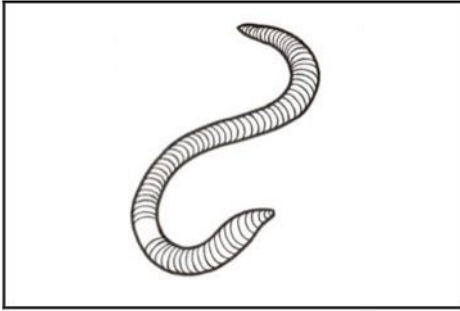


Massa: 0,005 g

Ravinto: lehdet



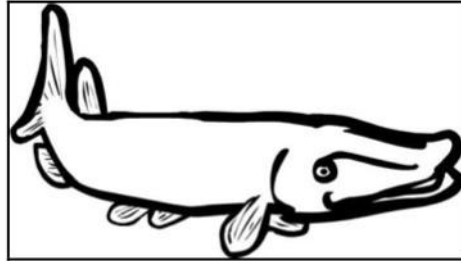
kasteliero



Massa: 0,002 kg

Ravinto: kasviperäinen aines

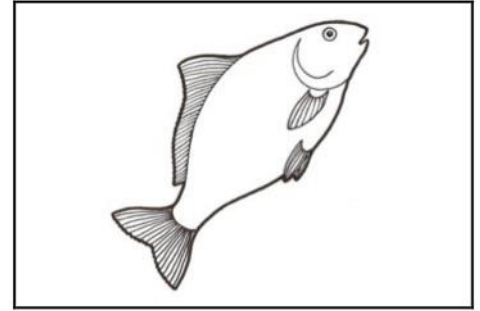
hauki



Massa: 3 kg

Ravinto: pikkukalat

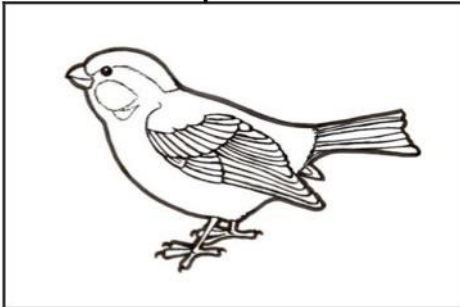
särki



Massa: 0,200 kg

Ravinto: planktonnäyriäiset ja pohjaeläimet

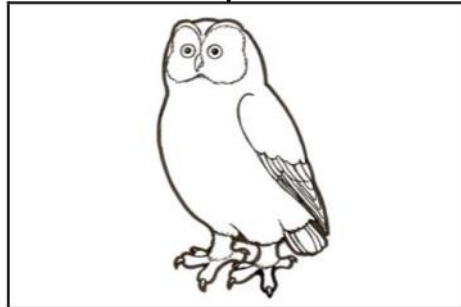
varpunen



Massa: 0,035 kg

Ravinto: siemenet ja selkärangattomat

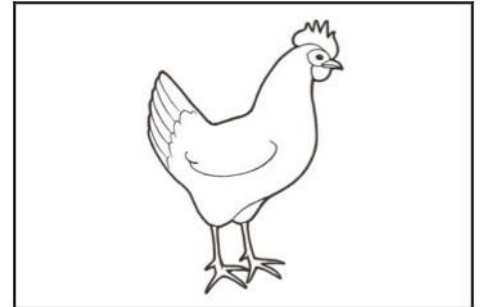
suopöllö



Massa: 0,300 kg

Ravinto: pikkunisäkkäät

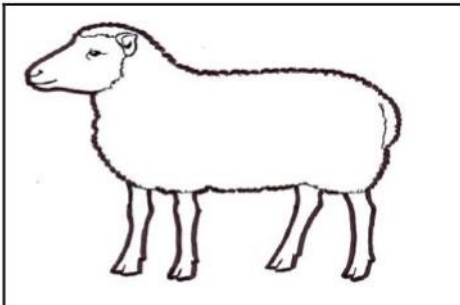
kana



Massa: 1,0 kg

Ravinto: siemenet ja madot

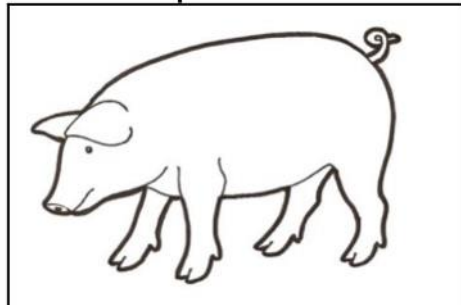
lammas



Massa: 70 kg

Ravinto: ruoho

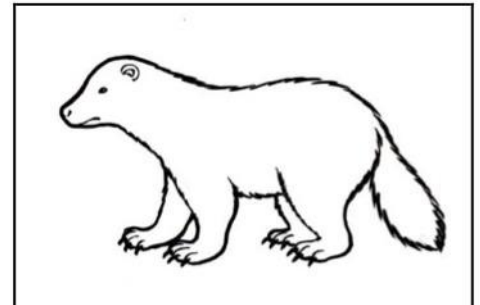
possu



Massa: 110 kg

Ravinto: kaikkiruokainen (vilja)

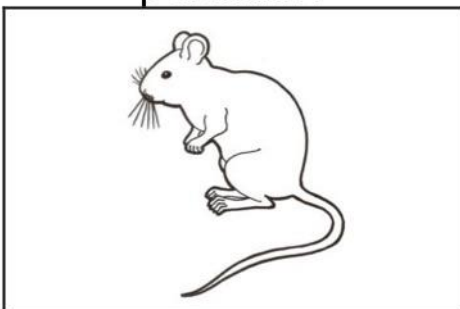
ahma



Massa: 20 kg

Ravinto: haaska, marjat ja pikkunisäkkäät

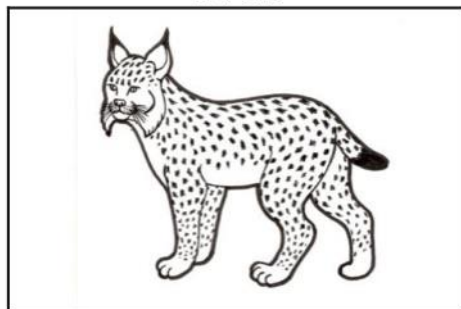
peltohiiri



Massa: 0,025 kg

Ravinto: kasvikset, nilviäiset

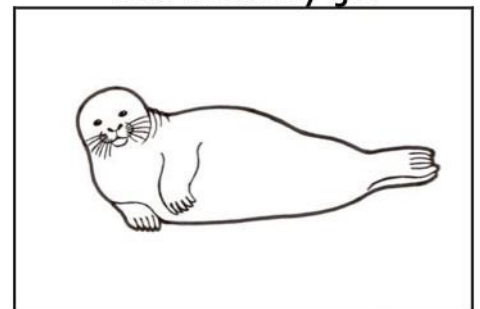
ilves



Massa: 20 kg

Ravinto: nisäkkäät

harmaahylje

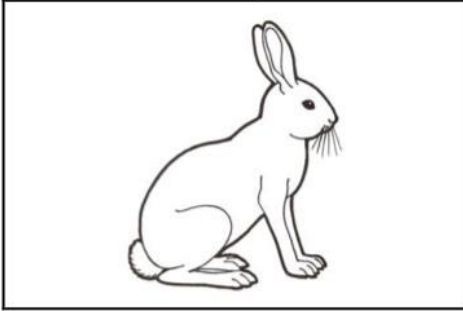


Massa: 170 kg

Ravinto: kalat



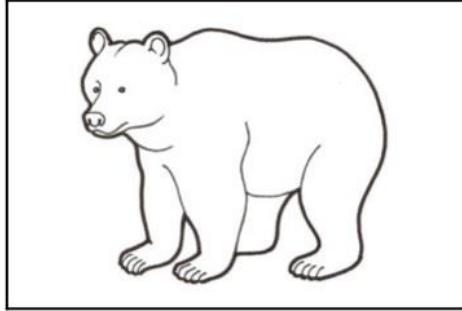
metsäjänis



Massa: 4 kg

Ravinto: ruohokasvit

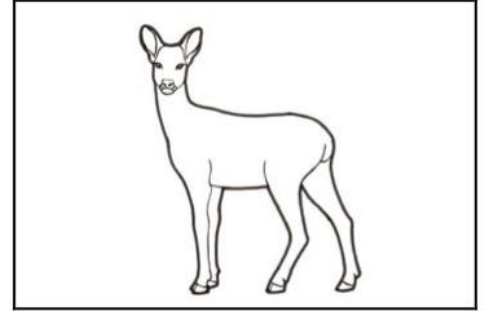
karhu



Massa: 165 kg

Ravinto: kaikkiruokainen,  
marjat, nisäkkäät, kala

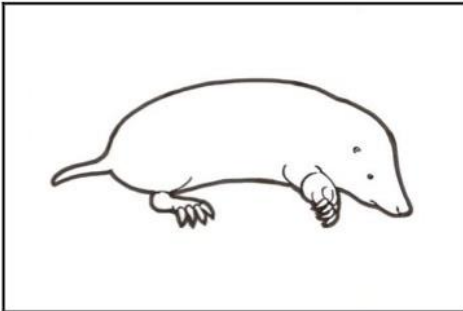
metsäkauris



Massa: 25 kg

Ravinto: heinät, ruohot

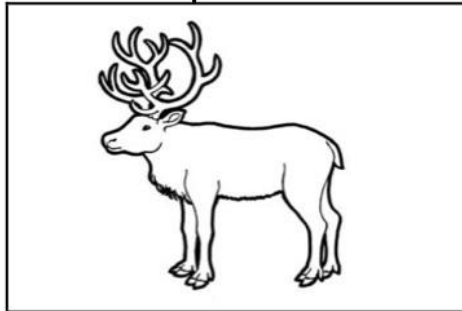
kontiainen



Massa: 0,080 kg

Ravinto: kastelierot,  
hyönteistoukat, etanat

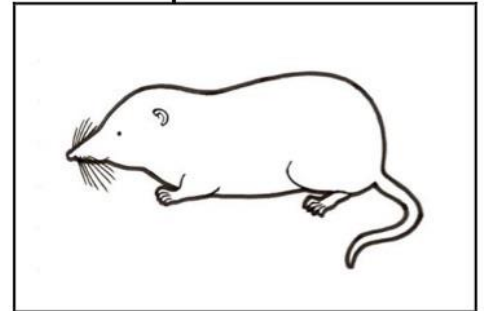
poro



Massa: 90 kg

Ravinto: jäkälä, vesat

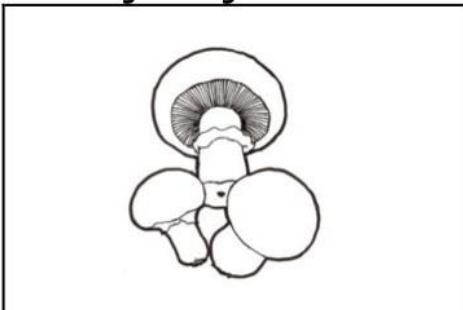
vesipäästäinen



Massa: 0,017 kg

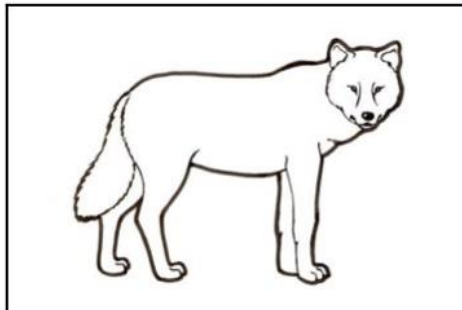
Ravinto: sammakot,  
vesihyönteiset ja -kasvit

hajottajasienet



Ravinto: eloperäinen aines

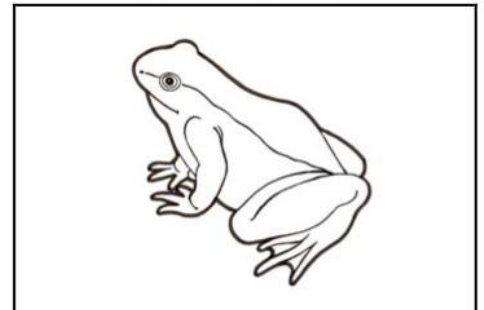
susi



Massa: 50 kg

Ravinto: hirvet, porot,  
kotieläimet

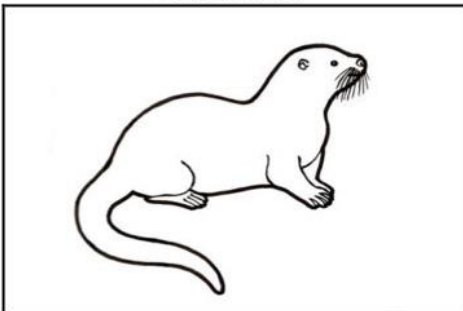
sammakko



Massa: 0,020 kg

Ravinto: selkärangattomat

saukko



Massa: 8 kg

Ravinto: kala

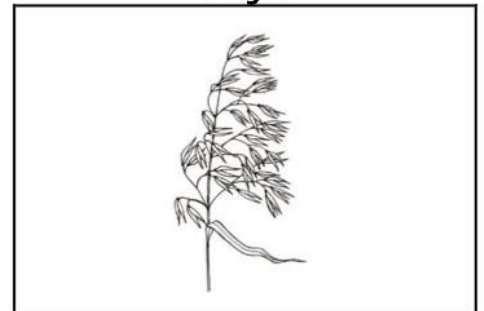
orava



Massa: 0,300 kg

Ravinto: sekaravinto

vilja



Massa: 0,650 kg/m<sup>2</sup>

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

laji:

Massa:

Ravinto:

## Opettajan ohje: Mitä ovat ravintoverkot

Auringon energian avulla kasvit yhteyttävät ja näin niiden kasvu on mahdollista. Kasvinsyöjät taas saavat energiansa kasveista ja kasvinsyöjät toimivat lihansyöjien ravintona ja energialähteenä. Näin muodostuu ravintoketju. Kun ravintoketjut sekoittuvat, muodostuu ravintoverkkoja. Ravintoverkot kuvaavat siis energian ja aineen virtaa luonnossa.

Energia ei kuitenkaan siirry täysin tasolta toiselle, vaan suurin osa siitä kuluu eliön elämiseen ja lämpöenergian tuottamiseen. Lämpö haihtuu eliöstä ja poistuu ketjusta. Voidaan sanoa, että vain noin yksi kymmenesosa (eli 10 %) energiasta siirtyy aina seuraavalle tasolle. Näin ollen kasvintuotannon on oltava suurta, jotta sen avulla voidaan ylläpitää suurta petopopulaatiota. Energian siirtymistä tasolta toiselle sekä eliöryhmien suhteita toisiinsa eri tasoilla voidaan kuvata ravintopyramidien avulla. Ravintopyramidien pohjalla ovat siis tuottajat, seuraavaksi tulevat kasvinsyöjät ja huipulla ovat pedot. Pyramideilla voi kuvata biomassaa tai suoraan energiaa.

Koska eläimet ovat aina riippuvaisia edellisestä tasosta (kasvinsyöjät kasveista, pedot kasvinsyöjistä), muutokset alemman tason populaatiossa vaikuttavat seuraavan tason populaatioon. Jos esimerkiksi jonkin kasvin kasvuolosuhteet muuttuvat paljon, kaviin määrä voi vähentyä ja näin myös siitä saatavan ravinnon määrä pienenee. Tällaisessa tapauksessa eläinpopulaatio, joka käyttää kyseistä kasvia ravintonaan, saa liian vähän energiaa. Jos ravinnon määrä on liian pieni, populaation koko voi pienentyä. Kasvinsyöjäpopulaation pienentyminen vaikuttaa myös petopopulaatioon. Jos pedoilla ei ole riittävästi saalista saatavilla, niidenkin populaation koko pienenee.

### Lähteet

Williams, G. 2011. New Biology for You. Nelson Thornes Ltd: United Kingdom  
<http://www.helsinki.fi/biosci/biopop/virtuaalimetsa/metsasanasto.html>

## Opettajan ohje: Puput ja ympäristötekijät

- Pelin voi toteuttaa ulkona esim. nurmialueella, koulun liikuntasalissa tai tilavassa käytävässä
- Aluksi oppilaista valitaan kaksi jänistä ja loput ovat erilaisia ympäristötekijöitä (suoja, vesi, ruoka).

Opettaja tai yksi oppilaista toimii kirjurina

- Jänikset menevät toiselle puolelle kenttää ja ympäristötekijät toiselle puolelle
  - Sovitaan yhteiset merkit suojiille, ruuille ja vedelle, esim. suoja voi olla niin, että kädet laitetaan pään päälle suojaksi
  - Ympäristötekijät valitsevat itsekseen, kertomatta muille, ovatko he suoja, ruoka vai vesi
  - Samoin jänikset päättävät mitä ympäristötekijää he hakevat
  - Jänikset ja ympäristötekijät ovat aluksi selät vastakkain ja ympäristötekijät näyttävät valitsemansa ryhmän merkin
  - Seuraavaksi kaikki kääntyvät ja jänikset lähtevät valitsemansa ympäristötekijän luokse
  - Jos jänis löytää ympäristötekijänsä, se selviytyy ja lisääntyy (ympäristötekijästä tulee myös jänis)
  - Jos jänis ei löydä ympäristötekijänsä, se kuolee ja siirtyy sivuun yhden kierroksen ajaksi ja siirtyy sieltä ympäristötekijäksi
  - Kahdeksannen kierroksen (sukupolven) jälkeen mukaan voidaan ottaa kettu, joka yrittää ottaa mahdollisimman monta jänistä kiinni, jokaisesta saalistetusta jäniksestä tulee uusi kettu
- Kettujen kanssa jatketaan kierroksia haluttu määrä

Sukupolvi	Jänispopulaatio	Ympäristötekijöiden määrä	Kettupopulaatio
1	2		0
2			0
3			0
4			0
5			0
6			0
7			0
8			0
9			1
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Lähde: [http://www.lessonplansinc.com/lessonplans/population\\_ecology\\_lab.pdf](http://www.lessonplansinc.com/lessonplans/population_ecology_lab.pdf)

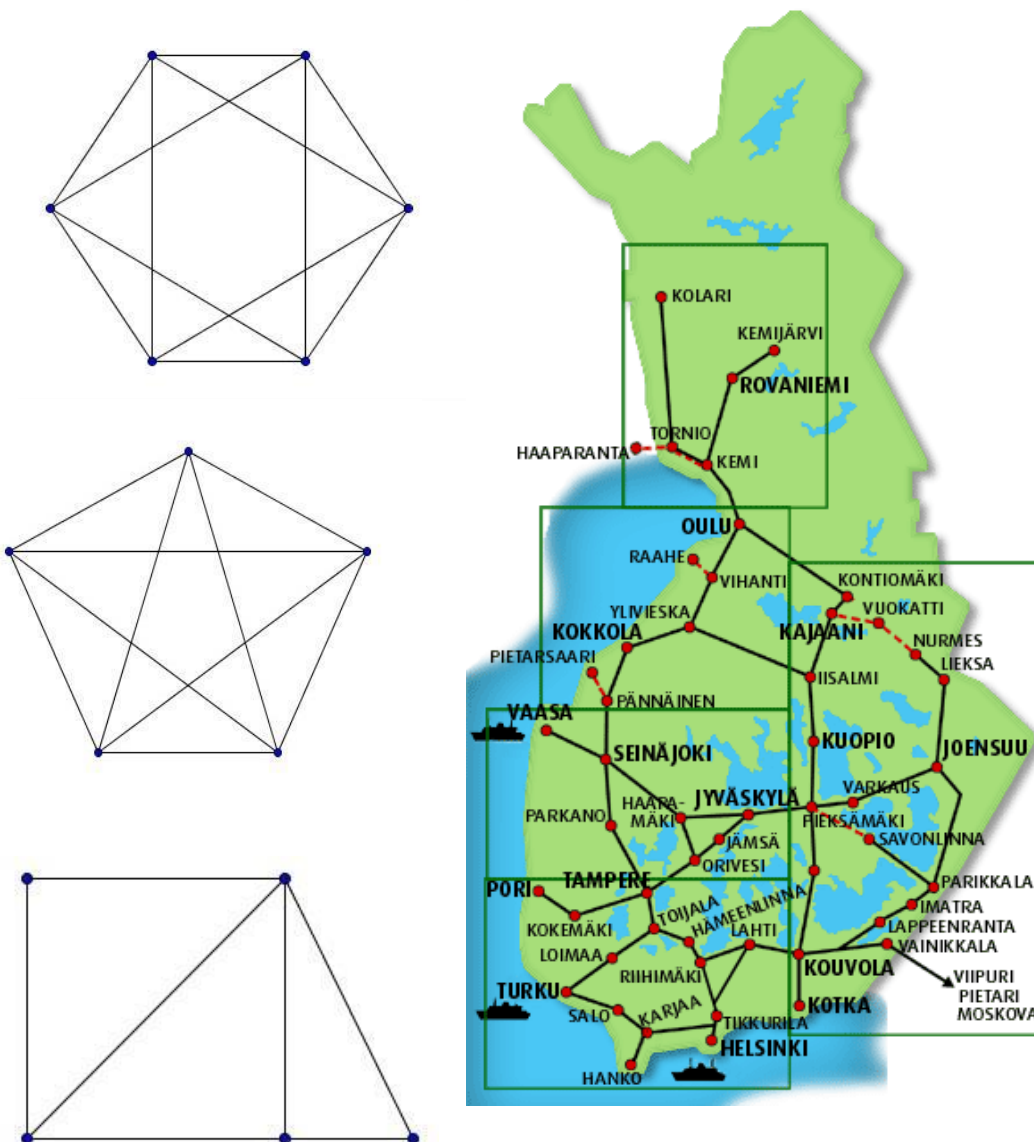
## Opettajan ohje: Verkot ja kaaret

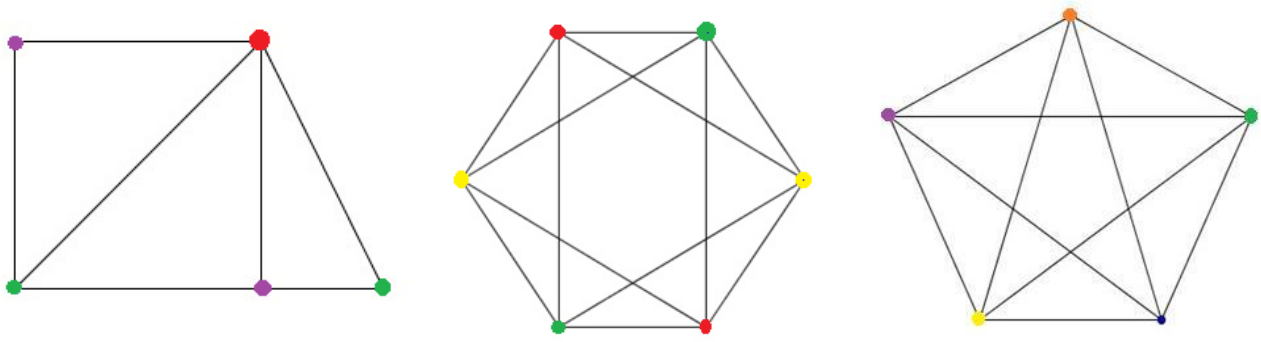
Verkot, eli graafit, ovat joukkoja pisteitä, joita yhdistetään viivoilla. Matematiikassa pisteitä kutsutaan solmuiksi, ja viivoja kaariksi. Verkkojen avulla voidaan mallintaa monenlaisia sovelluksia: esimerkiksi rataverkkoja!

Tarkoituksena on värittää verkoista solmut käyttäen mahdollisimman vähän eri värejä. Kahden samanvärisen solmun välillä ei saa olla kaarta.

Kun verkot on väritetty, voitaisiinko yhdessä pohtia voidaanko verkko värittää vielä pienemmällä määrällä värejä. Jos ei, niin voidaan pohtia miksi se ei ole mahdollista.

Lisää erilaisia verkkoja löytyy internetistä esimerkiksi hakusanalla "graph colouring".

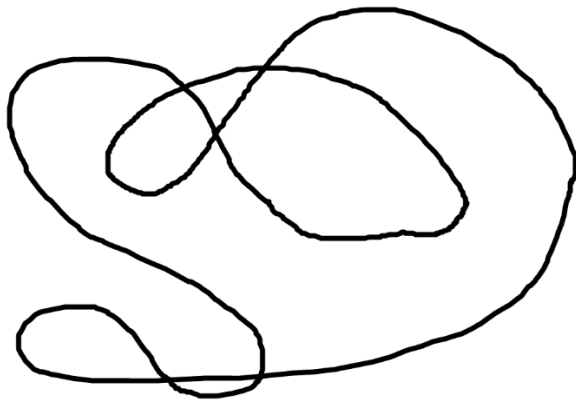




## Kaarien väritys –peli

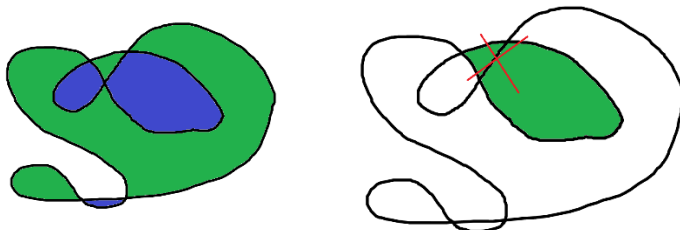
Peliä pelataan pareittain, ja sitä varten tarvitaan vain paperia ja kaksi eriväristä värikynää (kummallekin omansa).

Peli alkaa sillä, että toinen pareista piirtää kaaren, joka alkaa ja loppuu samaan pisteeseen. Kaari saa leikata itsensä kuinka monta kertaa tahansa. Mitä monimutkaisempi kuvio, sitä hauskempi peli on!



Tämän jälkeen kumpikin pareista saa vuorotellen värittää kuvasta yhden alueen omalla värillään. Samanväriset alueet saavat koskettaa toisiaan vain kulumista.

Peli päättyy, kun kumpikaan pelaajista ei voi enää värittää mitään aluetta. Pelin voittaja on se, joka saa väritettyä enemmän alueita omalla värillään!



## Tunti 6: Tilastot ja mittaaminen

- Kasvatuskokeen loppumittaukset, purku ja tulosten analysointi
  - Katso [Opettajan ohje: Herneen kasvatusta eri olosuhteissa](#)
  - Lasketaan siementen itävyysprosentti:

$$\frac{\textit{itäneet siemenet}}{\textit{istutetut siemenet}} \times 100 \%$$

- Tutkitaan ryhmäläisten ominaisuuksia:
  - Katso [Opettajan ohje: Tilastollinen tutkimus](#)



## Opettajan ohje: Tilastollinen tutkimus

Tässä tehtävässä kerholaiset pääsevät itse tekemään pienimuotoisen tilastollisen tutkimuksen

- Voidaan tutkia esimerkiksi silmien väriä, kiharoita hiuksia, sukupuolta jne.
- Voidaan tehdä tilastoja ominaisuuksista esimerkiksi taulukoin, pylväsdiagrammein jne.
- Voidaan laskea todennäköisyyksiä sille, että ryhmään tulevalla uudella jäsenellä on jokin tietty ominaisuus

Tarvitaan:

- Muistiinpanovälineet
- Värikyniä
- Paperia (isoja julisteiksi, voi olla värillisiä)
- Harppi (jos halutaan tehdä ympyrädiagrammeja)
- Kulmaviivain (jos halutaan tehdä ympyrädiagrammeja)

Kerholaiset voivat yksin tai pareittain valita aiheen, jota haluavat tutkia. Aihe voi olla jokin fyysinen ominaisuus (silmien tai hiusten väri jne.) tai jokin muu (sisarrusten lukumäärä, lempiväri, koulumatkan pituus jne.). Aihetta valitessa kannattaa pohtia miten rajata vastausvaihtoehdot. Jos esimerkiksi valitsee aiheekseen pituudet, niin kannattaa tehdä vastauksille valmiit luokat (esim. 5 cm välein), joihin vastaukset osuvat, ettei jokaista senttiä tarvitse merkata erikseen.

Kun aiheet on valittu, kerholaiset voivat kysellä muilta kerholaisilta (tai jos koululla sattuu olemaan muita, niin myös heiltä) valitsemansa kysymykset. Jokaisen kerholaisen olisi hyvä vastata muiden tutkimuksiin.

Aineiston keruun jälkeen kerholaiset voivat kasata tuloksiaan julisteisiin. Julisteessa olisi hyvä olla ainakin taulukko, josta käy ilmi kuinka monta kerholaista osui mihinkin kategoriaan. Lisäksi lukumääristä voi muodostaa pylväsdiagrammin. Jos aikaa jää, kategorioille voi laskea tilastolliset todennäköisyydet ja muodostaa kuvaajan, jossa nämä näkyvät. Tilastollisen todennäköisyyden kuvaaja voi olla ympyrädiagrammi tai palkki, jossa näkyy prosenttiosuudet. Ympyrädiagrammi voi olla hieman hankalampi tehdä, sillä kulmien laskeminen saattaa olla haastavaa.

Lopuksi kerholaiset voivat esitellä julisteensa ryhmän edessä.

Jos aikaa jää ja tilastolliset todennäköisyydet on laskettu, voidaan pohtia todennäköisyyksien avulla millaisia ominaisuuksia olisi henkilöllä, joka tulisi uutena ryhmään.

### Esimerkki ryhmän (n=10) silmien väristä ja tilastollisesta todennäköisyydestä:

Silmien väri	Silmäparien lukumäärä	Tilastollinen todennäköisyys
ruskea	5	$\frac{5}{10} * 100\% = 50\%$
sininen	2	$\frac{2}{10} * 100\% = 20\%$
vihreä	2	$\frac{2}{10} * 100\% = 20\%$
muu	1	$\frac{1}{10} * 100\% = 10\%$

