

Evoluutiopuu

Avainsanat: biomatematiikka, päättely, kombinatoriikka, verkot

Luokkataso: 6.-9. luokka, lukio

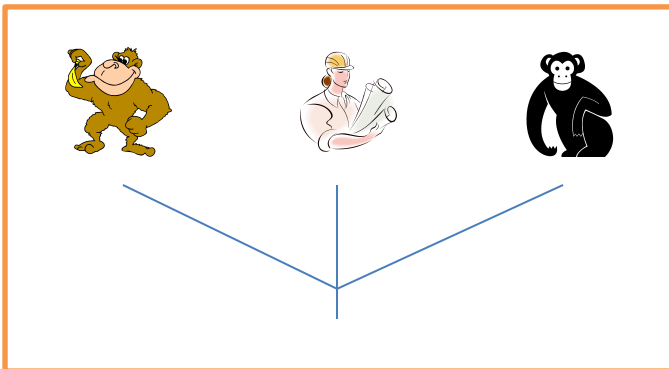
Välineet: loogiset palat, paperia, kyniä

Kuvaus: Tehtävässä tutkitaan bakteerien evoluutiota. Miltä mahtaisi näyttää jonkin bakteerijoukon evoluutiopuu? Entä millainen niiden kantaisä voisi olla?

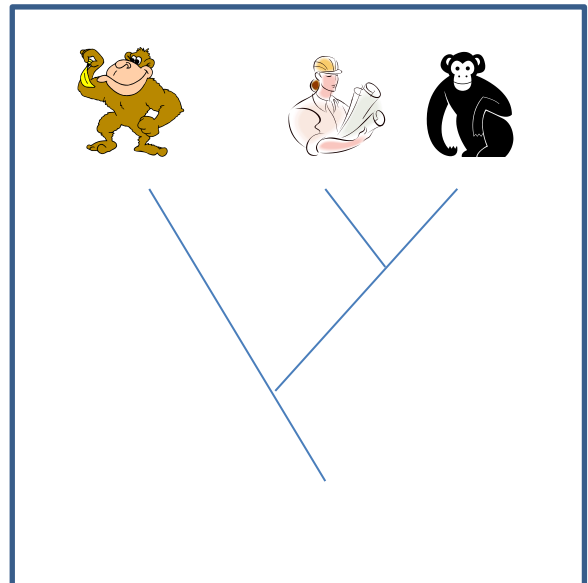
Aluksi

Evoluutiopuu (tai fylogeneettinen puu) on jonkin biologisen lajin tai kokonaisuuden syntymistä ja polveutumista kuvaava puumainen kaavio. Tutkijat yrittävät päätellä tutkittavana olevan biologisen kokonaisuuden evoluutiopuun vertailemalla eliöryhmän edustajien muodon ja rakenteen ja/tai perimän eroja ja yhtäläisyyksiä.

Ajatellaan esimerkiksi gorillaa, simpanssia ja ihmistä, jotka kaikki kuuluvat isojen ihmisapinoiden heimoon tiettyjen ominaisuuksiensa perusteella. Evoluutiopuun avulla voidaan esittää näiden kolmen lajin keskinäinen lajiutumisyjärjestys eli se, onko esimerkiksi näillä lajeilla yksi yhteinen esi-isä, josta lajit ovat polveutuneet likimain yhtä kauan sitten (kuva alla vasemmalla). Evoluutiopuu on aina tutkijoiden valistunut arvaus lajiutumisyjärjestyksestä eikä varmaa totuutta asiasta tiedetä. Tästä syystä evoluutiopuiksi on usein monia erilaisia vaihtoehtoja.



Kuvissa näkyy kaksi mahdollista evoluutiopuuta. Tutkijat ovat havainneet, että simpanssin ja ihmisen perimä on huomattavan samankaltainen, ja toisaalta erilainen kuin gorillan. Tämä viittaa oikeanpuoleiseen evoluutiopuuhun, eli ihmisellä ja simpanssilla on yhteinen esi-isä, josta lajit ovat polveutuneet "ei niin kauan aikaa" sitten ja tämä esi-isä on polveutunut samasta esi-isästä kuin gorilla.

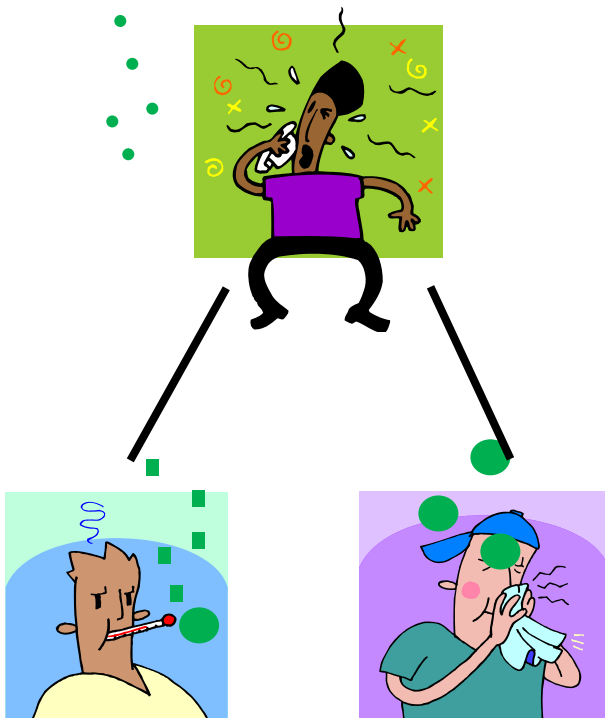


Biomatemaatikot tutkivat mm. bakteerien ja virusten evoluutiota ja saavat sitä kautta tärkeää tietoa epidemioiden leviämisestä ja ehkäisemisestä. Viime aikoina urauurtavaa tutkimusta on tehty mm. sairaalabakteerien tutkimuksen saralla.

Tässä tehtävässä tutkitaan bakteerien evoluutiota. Tehtävässä oletetaan, että bakteeri, jota mallintaa looginen pala, leviää ihmisestä toiseen jakautumalla. Jokaisessa jakautumisessa bakteerin perimä muuttuu hieman. Tehtävässä taudinaiheuttajan perimää edustavat loogisten palojen ominaisuudet:

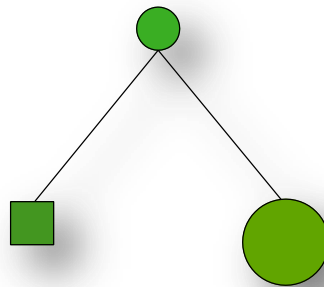
1. muoto
2. koko
3. väri
4. reiällisyys

Jokaisessa jakautumisessa täsmälleen yksi näistä ominaisuuksista muuttuu.



Esimerkki

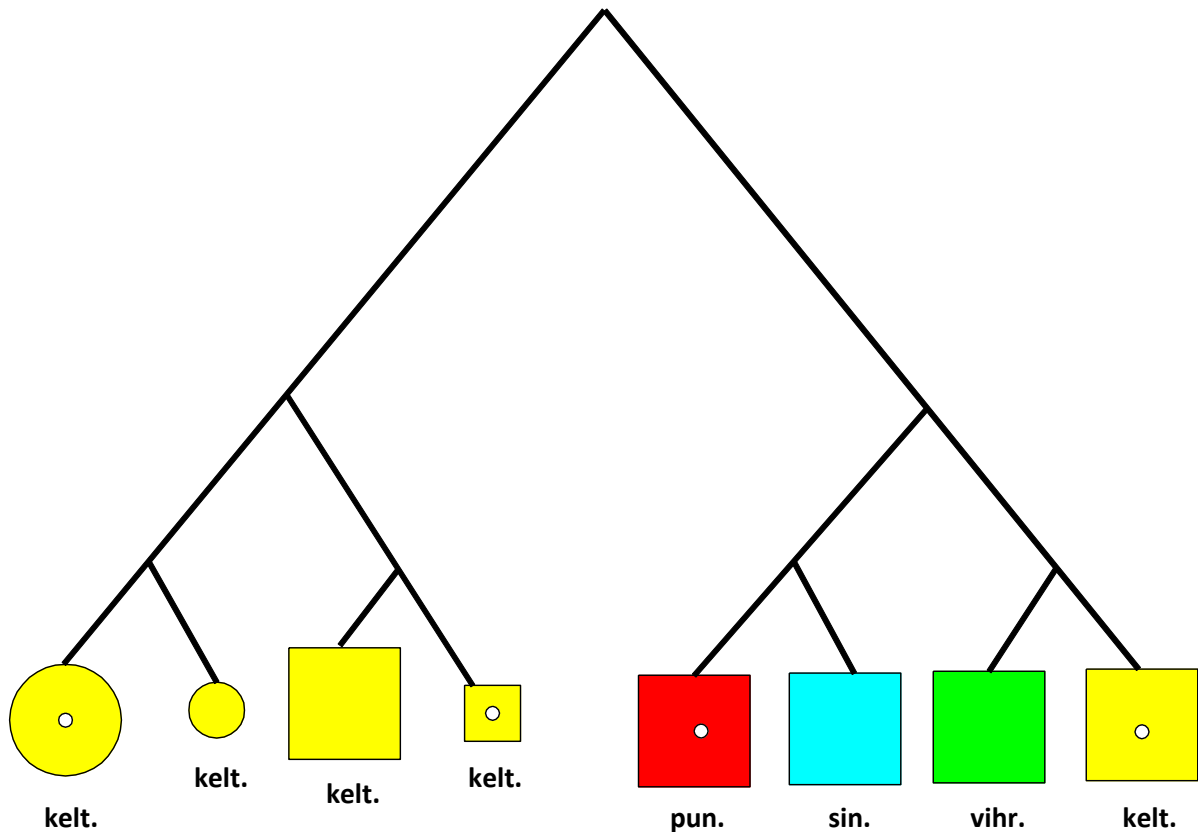
Kuvassa huipulla oleva ympyrä on alkuperäinen bakteeri, joka alkaa jakautua. Jakautumisessa bakteerin yksi ominaisuus muuttuu: kuvan esittämässä jakautumisessa on muuttunut bakteerin muoto (vasen oksa) ja koko (oikea oksa).



Toteutusehdotus

Tehtävä 1 – Korvatulehdusbakteereita

Kuvassa näet erään tavallisen korvatulehdusta aiheuttavan bakteerin kuvitteellisen evoluutiopuun. Päätele, minkälaisia esi-isiä kuvan bakteereilla saattaa olla! Muista, että jokaisessa bakteerin jakautumisessa täsmälleen yksi seuraavista muuttuu: 1) koko 2) väri 3) muoto tai 4) reiällisyys.



Flunssaviruksen evoluutiopuu.

Kuinka monta erilaista puuta keksit? Pystytkö päättämään bakteerien todennäköisimmän kantaisän?

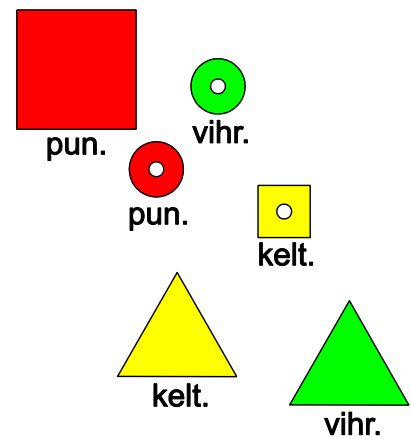
Piirrä todennäköisimmät kantaisät alla olevaan laatikkoon.



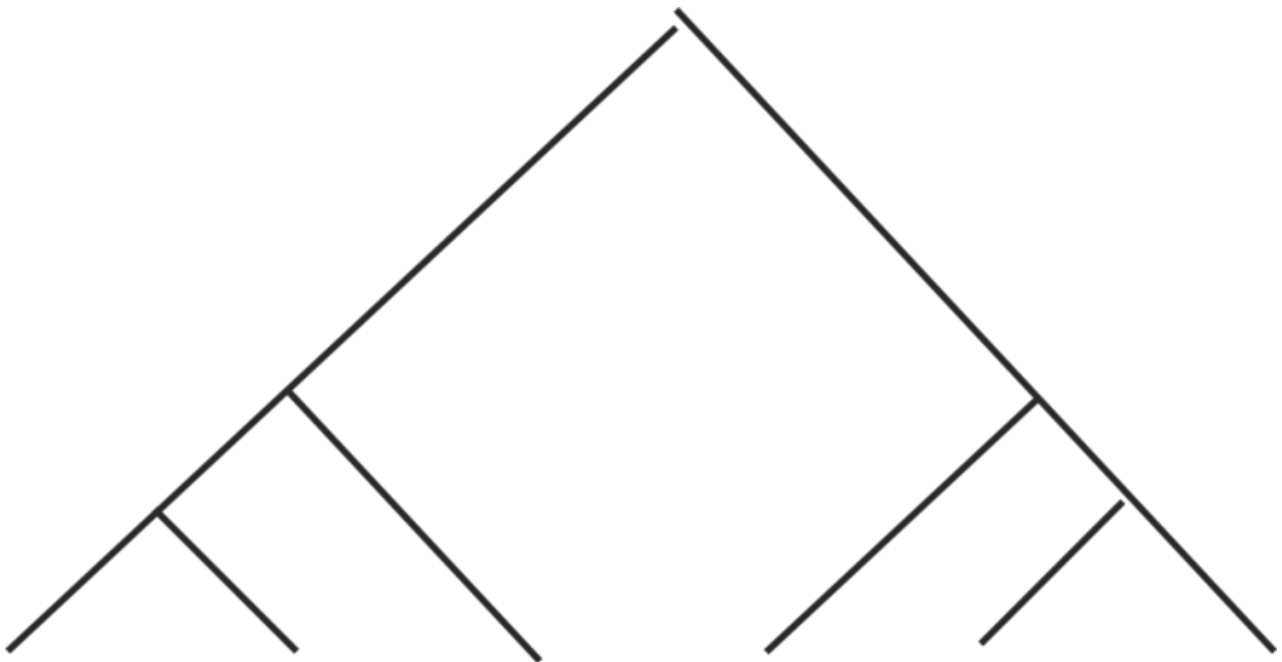
Tehtävä 2 – Pöpöjä päiväkodissa

Satu sairastui Streptokokki A:n aiheuttamaan nielutulehdukseen. Vaikka hän ei mennyt enää oireiden ilmaannuttua päiväkotiin, vahinko oli jo tapahtunut, ja pian kaikilla Sadun ryhmän lapsilla oli Streptokokki-tartunta. Kuudelta lapselta otetuista näytteistä löytyivät kuvan bakteerit, jotka kaikki esittävät Streptokokki A:n eri muotoja.

Oletetaan, että Satu on alkuperäinen tartunnanlähde, jonka bakteerista kuvan bakteerit ovat muodostuneet jakautumisen kautta. Tilannetta kuvaa oheinen evoluutiopuu.



Streptokokki A:n eri muodot.



Streptokokki A:n evoluutiopuu.

Lisäksi tiedetään, että jos bakteerit ovat hyvin samankaltaisia, eli eroavat vain yhden tai kahden ominaisuuden osalta, niillä on varmasti yhteinen esi-isä joko edellisessä tai sitä edellisessä sukupolvessa.

Pystytkö päättämään, minkälainen Sadun Streptokokki-bakteeri oli?



Vinkkejä ja vastauksia

Tehtävä 1

Voidaan aloittaa rakentamalla mikä tahansa ehdot toteuttava puu. Melko pian havaitaan, että puun jokaiseen solmukohtaan, lukuun ottamatta puun latvaa, voidaan sijoittaa muutamia erilaisia paloja (itse asiassa täsmälleen kaksi erilaista).

Esimerkiksi puun vasempaan haaraan, toisen jakautumisen kohdalle voi sijoittaa ison keltaisen reiällisen ympyrän tai pienen keltaisen reiällisen neliön.

Puun vasen oksa voidaan muodostaa kahdeksalla eri tavalla. Myös puun oikea oksa voidaan muodostaa niin ikään kahdeksalla eri tavalla.

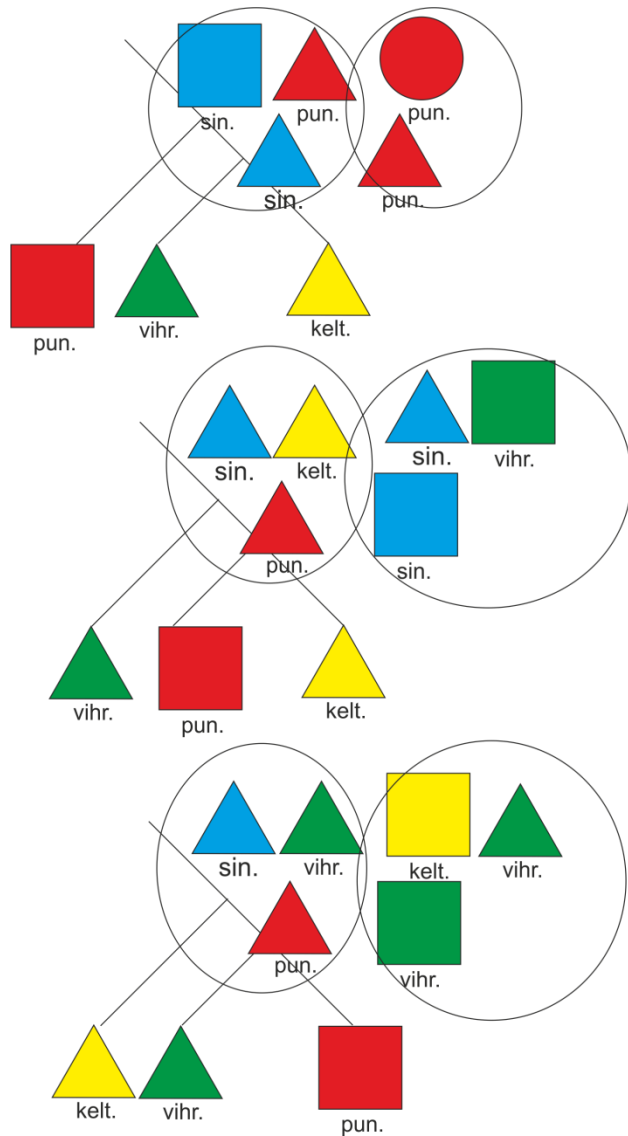
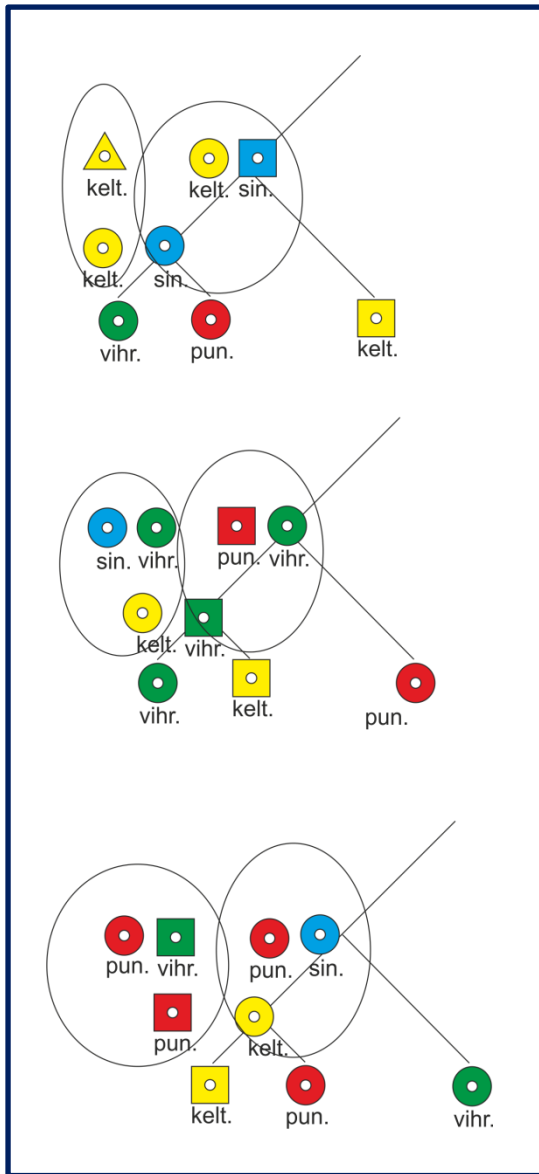
Nyt jokainen vasen oksa voidaan yhdistää minkä tahansa oikean oksan kanssa, joten erilaisia puita muodostuu yhteensä 64 kappaletta.

Osa puista on kuitenkin mahdottomia – sellaiset yhdistelmät eivät ole mahdollisia, joissa vasemman ja oikean oksan ylimmät palat eroavat kolmen tai neljän ominaisuuden osalta. Samoin jos ylimmät palat eroavat vain koon tai vain reiällisyyden osalta, niillä ei voi olla yhteistä esi-isää.

Lopulta mahdollisia puita on 20 erilaista. Niistä kuudessa ylimpänä on iso keltainen reiällinen neliö ja kuudessa iso punainen reiätön neliö. Muita paloja esiintyy vähemmän. Bakterien todennäköisimmät esi-isät ovat siis iso keltainen reiällinen neliö ja kuudessa iso punainen reiätön neliö.



Tehtävä 2



Vasemmalla on kuvattu kaikki mahdolliset puun vasemmat haarat ja oikealla kaikki mahdolliset oikeat haarat.

Edellä on kuvattu kaikki mahdolliset puun vasemmat ja oikeat haarat. Nyt haarat täytyy yhdistää! Jokainen mahdollinen vasen haara (11 kpl) on kokeiltava jokaisen mahdollisen oikean haaran kanssa (11 kpl). Vaihtoehtoja on siis 121 kappaletta! Työtä kuitenkin helpottaa havainto, että kaikki yhdistelmät eivät ole mahdollisia. Jotta yhdistelmä on mahdollinen – eli on mahdollista, että bakteereilla on yhteinen esi-isä – eivät palat saa erota kuin kahden ominaisuuden osalta, tai yhden, jos ominaisuus on väri tai muoto. Koska kaikki vasemman puolen palat ovat pieniä ja reiällisiä ja oikein puolen palat isoja ja reiättömiä, yhteinen esi-isä on mahdollinen ainoastaan, jos jälkeläiset ovat samanvärisiä ja yhdenmuotoisia. Aloitetaan siis karsimalla kaikki mahdottomat tapaukset!

