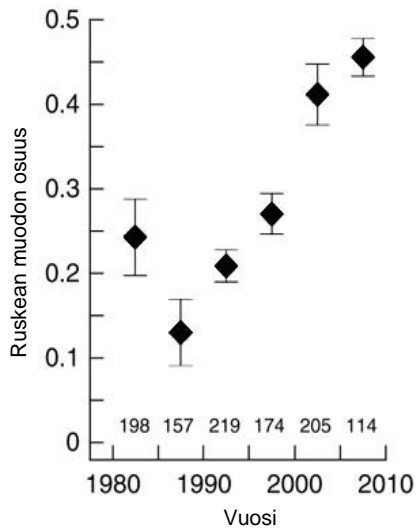
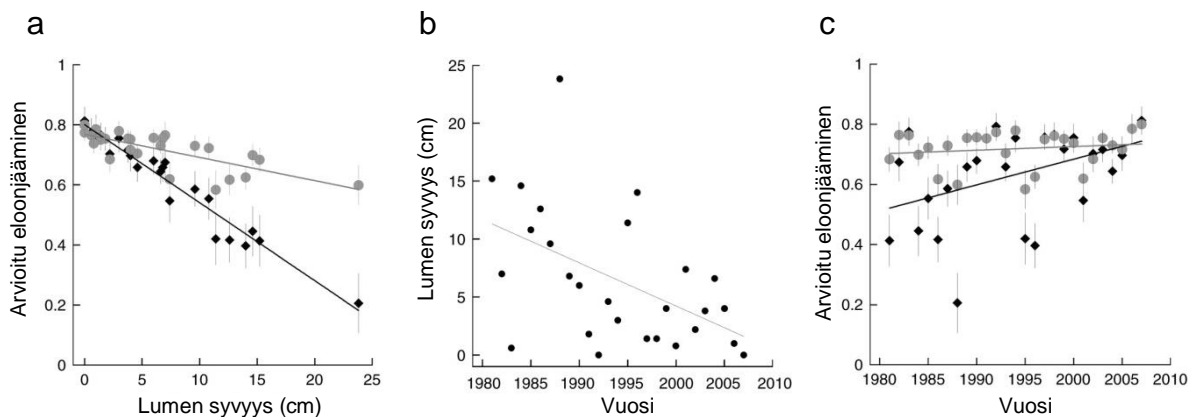


**KYSYMYS 1:**

Lehtopöllön (*Strix aluco*) höyhenpuku on joko harmaa (vaalea muoto) tai ruskea (tumma muoto). Väri ei riipu yksilön iästä tai sukupuolesta eikä se muutu yksilön elinaikana; väri on periytyvä ominaisuus, jonka periytyvyys on noin 0,8. Pöllöjen värimuuntelua tutkittiin noin 250 km<sup>2</sup> alueella Etelä-Suomessa vuosina 1981-2008. Aineistoa tulkittiin Ilmatieteen laitoksen säätilastojen avulla. Kuvissa 1 ja 2 on tutkimuksen tuloksia (Karell ym. 2011, Nature Communications).



**Kuva 1.** Lehtopöllön ruskean värimuodon osuus Etelä-Suomessa vuosina 1981-2008. Kukin ruutu kuvaa viiden vuoden keskiarvoa (viimeinen ruutu kolme vuotta) ja pystyviiva keskiarvon vaihtelua (keskiarvon keskivirhe). Keskiarvojen yksilömäärät on annettu x-akselin yläpuolella.



**Kuva 2.** Harmaiden ja ruskeiden lehtopöllöjen arvioitu eloonjääminen suhteessa lumen syvyyteen pöllöjen kannalta kriittisenä ajankohtana (vuoden vaihteessa). (a) Lehtopöllön värimuotojen eloonjääminen suhteessa keskimääräiseen lumen syvyyteen. (b) Lumen syvyys tutkimusalueella vuoden vaihteessa vuosina 1981-2008. (c) Lehtopöllön värimuotojen arvioitu eloonjääminen vuosina 1981-2008. Harmaat pöllöt on esitetty harmain ympyröin, ruskeat mustin ruuduin; pystyviivat kuvaavat keskiarvon vaihtelua (keskiarvon keskivirhe). Havaintojoukkojen (harmaat pöllöt, ruskeat pöllöt, lumen syvyys) läpi kulkevat regressiosuorat kuvaavat muuttujan y suhdetta muuttajaan x.

1. Miten lehtopöllön ruskean muodon osuus populaatiossa on muuttunut vuosina 1981-2008 (kuva 1)? Milloin ruskean muodon osuus oli pienin ja milloin suurin? Mikä oli harmaan muodon osuus vastaavina ajanjaksoina? (8 p)
2. Miten lumen syvyys näyttäisi vaikuttavan harmaiden ja ruskeiden pöllöjen eloonjäämiseen (kuva 2a)? (8 p)
3. Luonnehdi lumen syvyyttä läpi tutkimusajanjakson 1981-2008 (kuva 2b)? Mikä voisi selittää kuvassa näkyvän lumen syvyyden vaihtelun? (4 p)
4. Mitä voit päätellä lehtopöllön värimuodoista tutkimusajanjaksolla (kuva 2c)? (8 p)
5. Mistä evoluutiobiologisesti keskeisistä ilmiöistä lehtopöllöesimerkissä on kyse? (16 p)

**KYSYMYS 2:**

Kesämökiksi lähellä olevan hakkuuaukon maitohorsmapopulaation ilmestyy valkokukkaisia yksilöitä. Olettaen että kukkien värin määrää yksi geeni, miten selvittäisit onko ominaisuus dominoiva vai resessiivinen? Kirjoita auki vaadittavat risteytykset. Huomaa, että luonnonpopulaatiot eivät välttämättä ole puhtaslinjaisia ja huomioi kaikki eri genotyypimahdollisuudet.

**KYSYMYS 3:**

Bakteerien evoluutio on hyvin nopeaa. Millä mekanismeilla bakteereissa tapahtuu geneettistä rekombinaatiota? Miksi muutokset ilmenevät nopeasti bakteeripopulaation ominaisuuksissa?

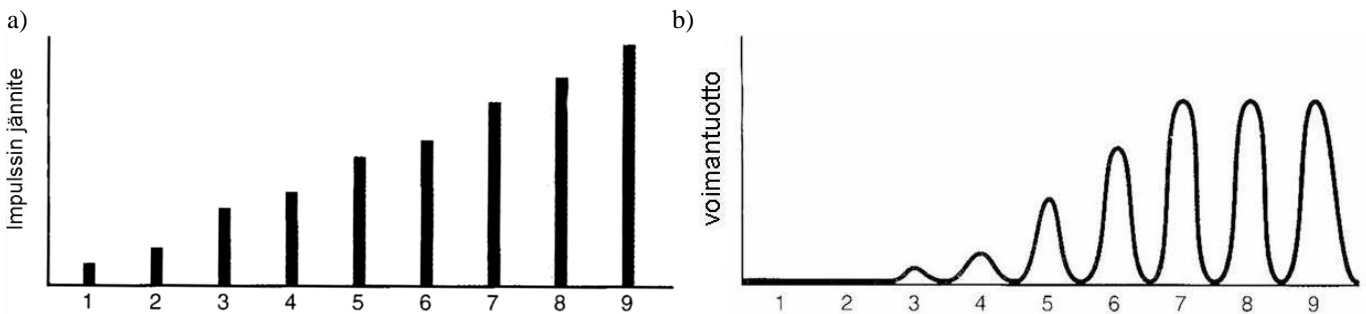
#### KYSYMYS 4:

##### JOHDANTO

Luustoliuksen ja sen solujen toimintaa voidaan tutkia käyttämällä eristettyä lihasta, esim. pohjelihasta (*musculus gastrocnemius*). Tuore, irti preparoitu lihas, jossa solut ovat yhä toimintakykyisiä, kiinnitetään toisesta päästä koukulla kiinteään ja liikkumattomaan alustaan sekä toisesta päästä anturiin, joka mittaa supistuvan lihaksen voimantuottoa. Eristetty lihas saadaan supistumaan tuomalla lihaksen päihin kiinnitettyihin neulaelektrodeihin sähköimpulsseja. Sähköimpulssien suuruutta (jännite) ja kestoaikaa voidaan säädellä. Lihas reagoi lyhyeen, yksittäiseen sähköimpulssiin kuten hermon kautta tulevaan hermoimpulssiinkin: supistamalla nopeasti ja relaksoitumalla. Lihas koostuu tuhansista lihassoluista ja impulssin voimakkuuden kasvaessa yhä suurempi määrä lihassoluja aktivoituu. Lihaksen supistusvoiman muutos ajan funktiona voidaan esittää kuvaajana, ns. myogrammina.

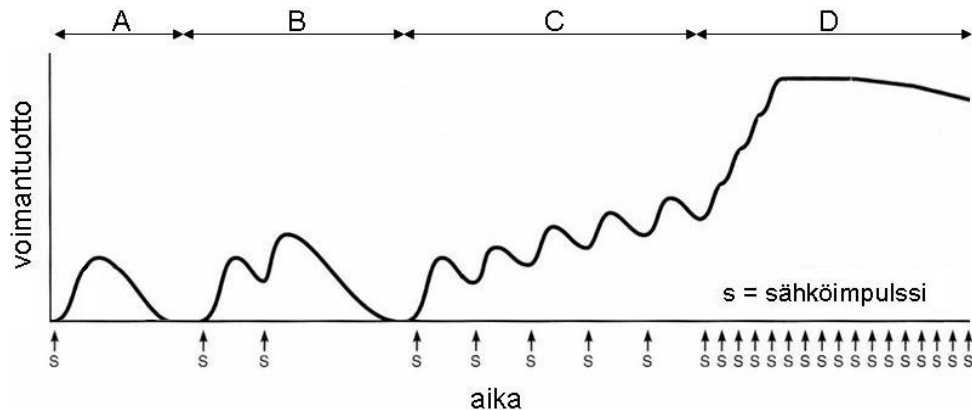
##### TEHTÄVÄ

Lihasta stimuloitiin yksittäisillä sähköimpulsseilla, joiden suuruutta kasvatettiin portaittain (kuva 1a). Kuvan 1b) myogrammi esittää mitattua voimantuottoa kullekin sähköimpulssille. Lihas sai levätä sähköimpulssien välillä, joten lihaksen supistumiset eivät ole toisistaan riippuvaisia. Mistä lihaksen voimantuotto riippuu? Selitä mitä kussakin kohdassa 1-9 tapahtuu. Miten sähköimpulssien aikaansaamat muutokset lihaksen voimantuotossa tapahtuneet muutokset selittyvät lihassolujen toiminnalla kohdissa 1-9?



Kuva 1. a) sähköimpulssit b) sähköimpulsseja vastaavat lihaksen voimantuotot

Toisessa kokeessa lihasta stimuloitiin jännitteeltään muuttumattomilla sähköimpulsseilla (jännite sama kuin kuvan 1a) kohdassa 8). Sähköimpulsseja annettiin seuraavasti: yksittäinen (kuva 2, A-kohta), kaksi peräkkäin (B), useita peräkkäin tasaisin aikavälein matalalla taajuudella (C) ja useita peräkkäin tasaisin aikavälein korkealla taajuudella (D). Selitä mitä kohdissa A, B, C ja D tapahtuu. Miten sähköimpulssien aikaansaamat muutokset koko lihaksen voimantuotossa selittyvät lihassolujen toiminnalla?



Kuva 2. Lihaksen voimantuotot peräkkäisten sähköimpulssien aikana

#### KYSYMYS 5:

Kuvaa suomalaisen kangasmetsän kasvillisuuden luonnollisen sukcession pääpiirteet mainiten neljä eri suknessiovaiheille tyypillistä kasvilajia. Miten metsänhoitotavat 1950-luvulta lähtien ovat muuttaneet metsiä ja niiden lajistoa ja miten on tämän muutoksen vastustamisen tarve otettu huomioon uusimmissa metsänhoitosuosituksissa?