

EDMUNDAS LEKEVIČIUS, GYTAUTAS IGNATAVIČIUS

# Biologija

VADOVĖLIS | Ekologija  
XI–XII KLASEI | Evoliucija



# Turinys

Mieli mokiniai! / 4

## EKOLOGIJA / 5

(Edmundas Lekevičius)

Ką tiria ekologija / 5

### 1. Populiacijos / 6

- 1.1. Populiacijas apibūdinantys rodikliai / 6
- 1.2. Viena iš aplinkos pasipriešinimo formų – išteklių trūkumas / 12
- 1.3. Santykiai gyvūnų populiacijose / 15
- 1.4. Ekologinė niša / 17  
Klausimai ir užduotys / 21

### 2. Rūšių tarpusavio santykiai / 24

- 2.1. Daugelį rūšių vieną su kita sieja abipusė nauda / 24
- 2.2. Tarprūšinė konkurencija – dar viena aplinkos pasipriešinimo forma / 26
- 2.3. Gyvėdystė / 28
- 2.4. Kaip gamtoje yra reguliuojamas populiacijos gausumas / 31
- 2.5. Biologinė apsauga / 35  
Klausimai ir užduotys / 38

### 3. Bendrijos ir ekosistemos / 41

- 3.1. Funkcinės karalijos / 41
- 3.2. Mitybos tinklai ir lygmenys / 46
- 3.3. Vietiniai medžiagų ciklai / 50
- 3.4. Energijos virsmai gyvojoje gamtoje / 52
- 3.5. Produkcijos piramidės / 56
- 3.6. Anglies ir deguonies apytaka biosferoje / 58
- 3.7. Azoto apytaka biosferoje / 62
- 3.8. Ežerų pelkėjimas / 66
- 3.9. Pirminė kaita / 69  
Praktinė veikla / 74  
Klausimai ir užduotys / 75

### 4. Žmogus ir aplinka / 78

(Gytautas Ignatavičius)

- 4.1. Klimato kaita / 78
- 4.2. Rūgštieji krituliai / 81
- 4.3. Paviršinių vandenų tarša / 84
- 4.4. Dirvožemio ir požeminio vandens tarša / 89
- 4.5. Ozono sluoksnio plonėjimas / 90
- 4.6. Lietuvos biologinės įvairovės išsaugojimas / 92  
Klausimai ir užduotys / 97

Moksliniai tyrimai Lietuvoje / 100

(Gediminas Valkiūnas)

## EVOLIUCIJA / 101

(Edmundas Lekevičius)

Evoliucija – tai mūsų ir gamtos istorija / 101

### 1. Darvinizmas ir vėlesni jo papildymai / 102

- 1.1. Gamtinės atrankos teorija / 102
- 1.2. Apie ką dar, be atrankos, rašė Darvinas? / 105
- 1.3. Evoliucijos liudininkai / 108
- 1.4. Neodarvinizmas / 112
- 1.5. Gamtinės atrankos formos / 116
- 1.6. Kaip atsiranda naujos rūšys / 118
- 1.7. Žmogaus evoliucija / 122  
Praktikos darbas / 126  
Klausimai ir užduotys / 127

### 2. Organizmų įvairovė ir evoliucija / 130

- 2.1. Organizmai klasifikuojami pagal giminytės laipsnį / 130
- 2.2. Virusai ir prokariotai / 134
- 2.3. Protistai / 139
- 2.4. Grybai / 146
- 2.5. Augalai ir jų evoliucija / 150
- 2.6. Augalų gyvenimo ciklo evoliucija / 153
- 2.7. Augalų sandaros įvairovė / 157
- 2.8. Gyvūnai. Jų kilmė ir klasifikacija. Primityviausi gyvūnai / 159
- 2.9. Kirmėlės / 164
- 2.10. Moliuskai ir nariuotakojai / 169
- 2.11. Stuburiniai gyvūnai ir jų evoliucija / 173
- 2.12. Stuburinių gyvūnų ypatumai / 177  
Klausimai ir užduotys / 187

Moksliniai tyrimai Lietuvoje / 192

(Sigitas Podėnas)

Dalykinė rodyklė / 194

Literatūra / 200

### 4.3. Paviršinių vandenų tarša

**Paviršiniai vandenys** – tai upės, ežerai, tvenkiniai, jūros, vandenynai. Pagal ištirpusių druskų kiekį jie skirstomi į gėluosius ir sūriuosius. Upių, ežerų, tvenkinių vandenyje bendras druskų kiekis būna ne didesnis kaip 1 mg/l. Toks vanduo vadinamas gėlu. Pastaraisiais dešimtmečiais neužteršto gėlo vandens stygius tapo pasauline problema. Jo neužtenka 30 % pasaulio gyventojų. Labiausiai su šia problema susiduria Afrikos, Azijos ir Centrinės Amerikos šalys. Manoma, kad netolimoje ateityje švarus vanduo gali tapti rimtų tarptautinių konfliktų priežastimi. Dalis gėlo vandens eksportuojama į daugelį pasaulio šalių: Pėrsų įlankos šalis, Alžyrą, Honkonganą ir kt. Daugelyje šalių jis pardavinėjamas buteliuose.

Konkrečioje, tiksliai apibrėžtoje vietoje esantis **taršos šaltinis** vadinamas **taškinium**. O ten, kur teršalai sklinda iš didelės teritorijos, pavyzdžiui, dirbamųjų laukų, susiduriame su **pasklidąja tarša** (4.8 pav.). Suprantama, kad pirmąjį šaltinį lengviau aptikti ir reikiamai sutvarkyti. Pagrindinis šiuo metu taikomas būdas, padedantis išvengti požeminių ir paviršinių vandenų taršos, – **vandens valymo įrenginiai**. Svarbiausia valyti **buitinės ir pramoninės nuotekas**, kartais vadinamas kanalizaciniais vandenimis. Į jas pakliūva dideli organinių medžiagų kiekiai, daug nuodingųjų sunkiųjų metalų (Zn, Cu, Ag, Hg, Ni ir kt.) jonų, pavojingų sveikatai mikroorganizmų. Vienas iš pažangiausių ir efektyviausių nuotekų valymo būdų yra **biologinis valymas**. Nuotekose esančius organinius teršalus suskaido ir maistui suvartoja mikroorganizmai, taip išvalydami vandenį. Biologinio valymo metodai yra pagrįsti tuo, kad bakterijos geba maitintis įvairiomis nuotekose esančiomis organinėmis ir mineralinėmis medžiagomis. Kadangi bakterijų fiziologinės galimybės šiuo atžvilgiu labai įvairiapusės, iš nuotekų pašalinami beveik visi organiniai junginiai. Papildomai joms valyti yra naudojami nusodintuvai, smėliagaudės, grotos. Šie įrenginiai dažniausiai sulauko biologiškai neskaidžias arba sunkiai skaidomas medžiagas. Kai kada nuotekos būna tokios užterštos, kad jų neįveikia netgi bakterijos, tokiais atvejais įrengiami sudėtingi papildomo valymo įrenginiai.

- Kokie yra pagrindiniai vandens taršos šaltiniai jūsų gyvenamojoje vietovėje?



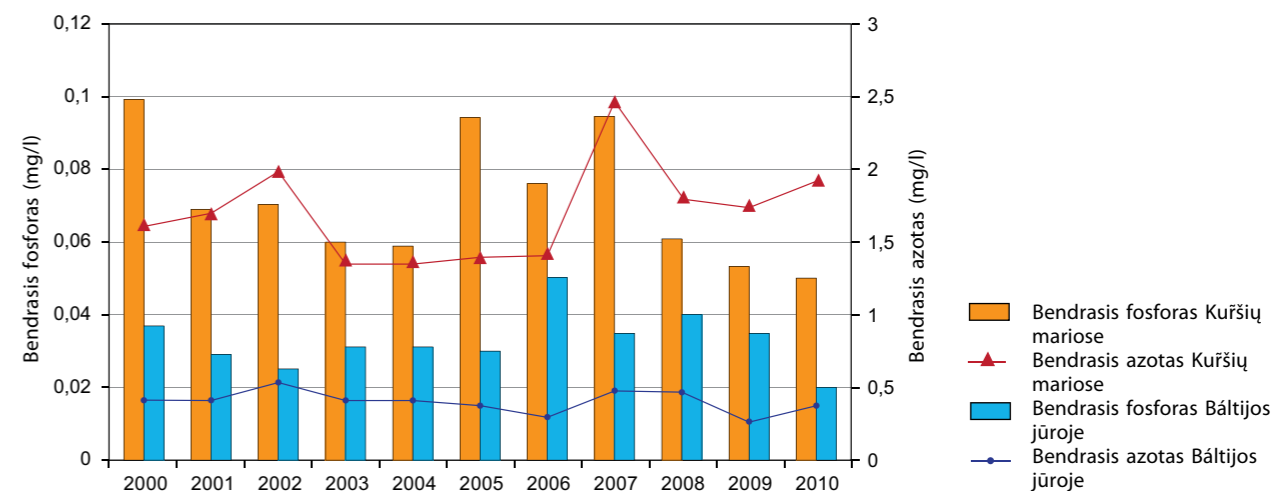
4.8 pav. Pasklidosios ir taškinės taršos šaltinių pavyzdžiai



4.9 pav. Pastaraisiais metais vis daugiau komunalinių nuotekų Lietuvoje yra išvalomos iki reikiamo lygio.

2000 metais iki aplinkos apsaugos reikalavimus atitinkančio lygio (be pavojaus užteršti galima išleisti į paviršinius vandens telkinius) Lietuvoje buvo išvaloma vos 14 % visų taškinės taršos šaltinių nuotekų. Šiuo metu šis skaičius pasiekė 80 % (4.9 pav.), o per artimiausią dešimtmetį iki reikiamo lygio bus išvaloma apie 95 %. Tokiu atveju daugumos Lietuvos paviršinių vandens telkinių (upių, ežerų, tvenkinių) vanduo taps švarus arba labai švarus. Tai tikrai didelė pažanga, kuriai reikėjo ne tik gausybės lėšų, bet ir sutelktų gyventojų pastangų. Tačiau nerimą kelia pasklidoji tarša. Dėl jos patekę nitratai gali sudaryti 45–80 % viso į vandens telkinius atkeliaujančių nitratų kiekio. Lietuvoje geros ekologinės būklės kriterijų dėl pasklidosios taršos neatitinka keli šimtai paviršinių vandens telkinių (daugiausia upelių). Labiausiai užteršti yra šiaurės, vidurio ir pietvakarių – Mūšos, Lielupės, Nevėžio, Šešupės ir Dubysos – upių baseinai.

- Kaip sumažėjo į aplinką išleidžiamų nuotekų tarša nuo 2000 metų?



4.10 pav. Azoto ir fosforo kiekis Kušų marių ir Baltijos jūros priekrantėje 2000–2010 m. Bendras fosforas ar azotas – tai elemento kiekis nepriklausomai nuo jo pavidalo (organinis ar neorganinis).

Miestų ir gyvenviečių nuotekoms valyti naudojant naujus, technologiškai modernius valymo įrenginius labai pagerėjo Kauno ir Kušrių marių vandens kokybė. Pastaraisiais metais vandens žydėjimas (vienas iš dirbtinės eutrofikacijos padarinių) šiuose vandens telkiniuose tapo nebe toks intensyvus kaip anksčiau. Priežastis aiški: juose sumažėjo mineralinių maisto medžiagų, tiesa, ne azoto, kurio dideli kiekiai vis dar patenka iš pasklidusios taršos šaltinių, o fosforo (4.10 pav.). Todėl, toliau gerinant mūsų vandens telkinių būklę, be kitų, yra pradėtos taikyti biologinės apsaugos priemonės, dėl kurių iš šių taršos šaltinių mineralinių maisto medžiagų pateks mažiau.

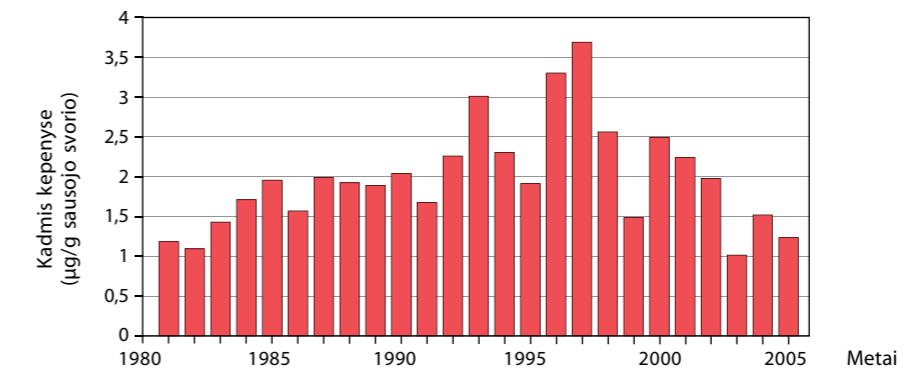
- Kaip pasikeitė Kušrių marių ir Lietuvos Baltijos jūros priekrantės tarša mineralinėmis maisto medžiagomis nuo 2000 metų?

Ne tik Lietuvos, bet ir kitų šalių, kurių krantus skalauja Baltija, pastangomis jos vanduo žydi taip pat jau nebe taip labai kaip anksčiau, nors vis dar kelia rūpesčių (4.11 pav.). Yra siūloma fitoplanktoną kiekvienais metais susemti ir naudoti kaip biokurą. Greičiausiai taip ir bus padaryta. Tokiu būdu šiek tiek apvalysime ir jūrą. Panašiai planuojama pasielgti ir su vis dar gausiai žydinčiu Kauno bei Kušrių marių fitoplanktonu.

Valymo įrenginiai ir kitos aplinkos apsaugos priemonės, atrodo, padarė dar kitą teigiamą poveikį mūsų upėms, marioms ir Baltijos jūrai: jose sumažėjo sunkiųjų metalų, pavojingų pesticidų ir kitų nuodingųjų medžiagų (4.12 pav.). Tačiau nerimą kelia kai kurie specifiniai teršalai, aplinkoje pradėję kaupintis palyginti neseniai, pavyzdžiui, polichlorinti bifenilai (PCB). Šie junginiai, kaip ir daugelis kitų nuodingųjų medžiagų, yra tirpūs riebaluose, labai patvarūs ir sunkiai suskaidomi, todėl jie kaupiasi mitybos grandinėse, gyvūnų ir žmogaus riebaliniame audinyje (4.13 pav.)



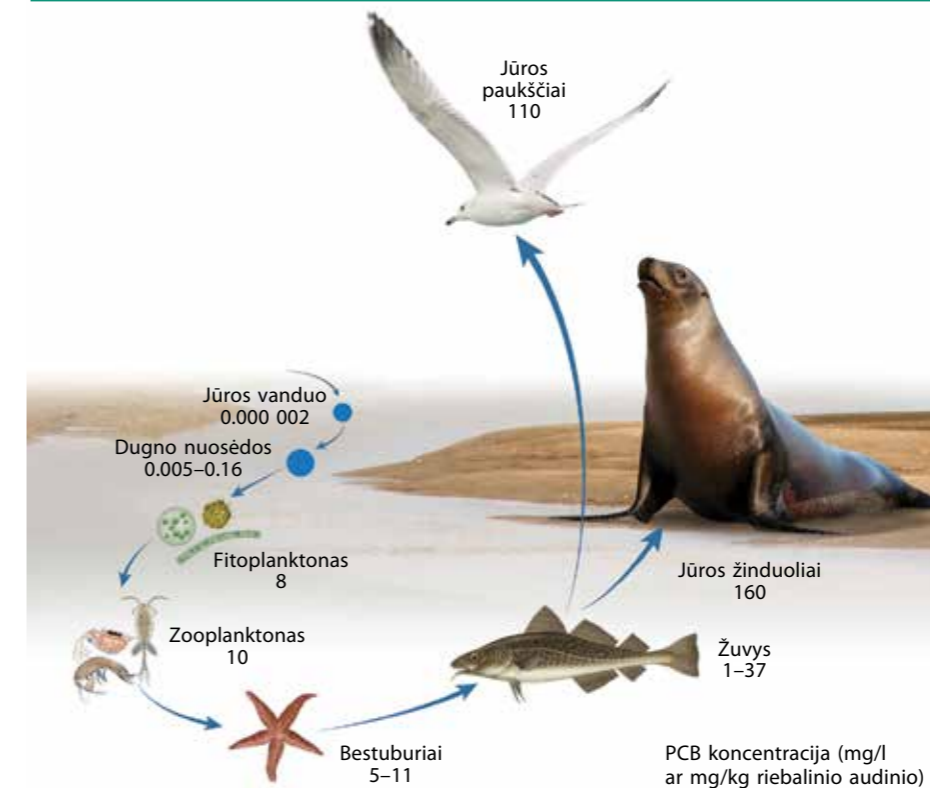
4.11 pav. Vandens žydėjimas Baltijos jūroje – deja, vis dar dažnas reiškinys.



4.12 pav. Pastaraisiais metais kadmio, kaip ir daugelio kitų sunkiųjų metalų, koncentracija Baltijos silkių (strimelių) audiniuose mažėja.

ir ten gali išsilaikyti nepakitę ilgą laiką. Netgi mažas jų kiekis sukelia mutacijas, vėžį, pažeidžia nervų sistemą ir kt. PCB iki pat pastarojo meto buvo plačiai naudojami pramonėje.

- Kaip kito kadmio koncentracija Baltijos silkių audiniuose nuo 1980 iki 2005 metų?
- Kaip vandenyje esantys teršalai gali patekti į žmogaus organizmą?



4.13 pav. Daugelio netirpių vandenyje, bet tirpių riebaluose (pvz., čia parodytų polichlorintų bifenilų, kai kurių pesticidų) teršalų koncentracija kūno ląstelėse didėja kiekviename mitybos lygmenyje. Mat augalėdžiai ir plėšrūnai suėda didžiulį užteršto maisto kiekį, o suskaidyti ar pašalinti šių teršalų jie nesugeba. Žmogus dažnai nukenčia labiausiai.



**4.14 pav.** Kalkės pilamos į ežerą, kurio vandenį parūgštino krituliai. Tokiu būdu siekiama padidinti pH, kad vandens telkinio gyvybė vėl atsigauntų.

### Rūgštieji krituliai kai kuriose šalyse parūgštino ežerus

Rūgštieji krituliai krinta ir į ežerus. Vien nuo 1950 iki 1980 metų tūkstančiuose Skandinavijos ežerų dėl šios priežasties išnyko daugelis vandens augalų ir žuvų populiacijų. Kai ežero vandens pH nukrisdavo žemiau nei 4,5, o taip ne kartą yra atsitikę, žuvys išnykdavo, išgyvendavo tik kai kurie atsparūs bestuburiai ir kelios augalų rūšys. Kartais likdavo tik viena išeitis – ežerą kalkinti (4.14 pav.). Lietuvoje mes su šia problema beveik nesusidūrėme, bet tik todėl, kad mūsų ežerų vandenyje yra daugiau ištirpusių medžiagų, suteikiančių jam buferinių savybių (vandens pH kitimo mažinimas pridedant nedidelį kiekį rūgšties ar šarmo).

### Santrauka

Į upes ir ežerus iš dirbamųjų laukų pakliūva dalis trąšų ir pesticidų, o iš gyvenviečių kartu su buitinėmis ir pramoninėmis nuotekomis – daug organinių atliekų, sunkiųjų metalų, kenksmingųjų mikroorganizmų. Anksčiau ar vėliau beveik visi šie teršalai nukeliauja į jūras. Visa tai sukelia nepageidaujamus pokyčius vandens ekosistemose. Vienas iš jų – dirbtinė eutrofikacija (vandens ekosistemose pagausėja medžiagų, skatinančių pirminės produkcijos augimą).

Miestuose ir gyvenvietėse pastačius valymo įrenginius, pastaraisiais metais Europos (taip pat ir Lietuvos) vandens telkiniai tapo švaresni. Todėl upių, ežerų ir jūrų gyvybė šiame regione po truputį atsigauna.

Šiuo metu aplinką labiausiai teršia neseniai atsiradę specifiniai nuodingieji mutacijas ir vėžį sukeltantys teršalai, turintys savybę kauptis mitybos grandinėse. Tai, pavyzdžiui, polichlorinti bifenilai (PCB).

## Praktikos darbas

### Medžio lapų modifikacinis kintamumas

**Tikslas.** Išsiaiškinti, kaip pasireiškia modifikacinis kintamumas, arba fenotipinis plastiškumas.

**Iškelkite hipotezę** (ar lapai bus panašaus ilgio; jeigu ne – kodėl jų ilgis galėtų skirtis).

**Priemonės ir medžiagos:** lapai, liniuotė, braižymo priemonės ar kompiuteris.

#### Darbo eiga

1. Priskinkite bent keliasdešimt to paties medžio, krūmo ar žolinio augalo (tinka ir kambarinis) lapų. Išmatuokite kiekvieno jų ilgį ar plotį.
2. Duomenis surašykite į lentelę.

| Lapo ilgis (cm)   | Lapų skaičius |
|-------------------|---------------|
| 10–11(pavyzdžiui) |               |
| 11–12             |               |
| 12–13             |               |
| (Ir taip toliau)  |               |

**Rezultatai.** Apibendrinkite gautus duomenis pagal lentelės skaičius nubraižydami grafiką. Abscisę paverskite lapų ilgių, tarkime, nuo 10 iki 20 cm, skale, o ordinatę – lapų skaičių skale. Turėtumėte gauti vaizdą, kuris paprastai vadinamas variacine kreive.

#### Išvados ir jų taikymas

1. Remdamiesi nubraižytu grafiku pasakykite, kokia yra tiriamo požymio reakcijos norma (jo kintamumo ribos).
2. Kas lemia lapų skirtumus – skirtingi jų genotipai ar nevienodos aplinkos sąlygos?
3. Jeigu juos lemia aplinka, tai kokios konkrečios jos sąlygos?
4. Ar šie skirtumai yra prisitaikomieji (ar jie yra naudingi augalui)?
5. Tarkime, užsėjote lauką vienos genetinės linijos, arba klonu, kukurūzais. Plika akimi pastebite augalų skirtumus: vienų jų burbulės didesnės, kitų mažesnės. Ar yra prasmė kitų metų sėjai atrinkti tik stambių burbulių grūdus tikintis, kad iš jų išaugę kukurūzai duos didesnį derlių? Atsakymą pagrįskite.

## Klausimai ir užduotys

### Pasitikrinkite žinias.

1. Kokią išvadą apie rūšių nekintamumą padarė Darvinas baigdamas kelionę „Biglio“ laivu?
2. Kodėl Anglijoje XIX amžiaus pirmojoje pusėje reikėjo didelės drąsos prisipažinti, kad esi evoliucionistas?
3. Kokią išvadą Darvinas padarė susipažinęs su selekcininkų patirtimi?
4. Kas, šio mokslininko supratimu, vykdo atranką gyvojoje gamtoje?
5. Ką, Darvino nuomone, reikėtų laikyti atrankos vienetu?
6. Kaip jis aiškino rūšių atsiradimą ir išnykimą?
7. Kaip reikėtų suprasti bendros organizmų kilmės idėją?
8. Ką liudija fosilijos: gyvybės formų seką laikui bėgant ar evoliucijos mechanizmus?
9. Kaip rudimentai, homologiniai organai, gemalai ir genetinis kodas pagrindžia bendros kilmės hipotezę?
10. Kaip, genetikų supratimu, gamtinėse populiacijose atsiranda paveldimoji genų ir kaip – individų įvairovė?
11. Kas nekryptingą genetinį kintamumą paverčia kur kas kryptingesne evoliucine raida?
12. Kodėl manoma, kad dėl kryptingosios atrankos mikroevoliucija gali įvykti labai sparčiai – per vieną ar kelias kartas?
13. Kuri iš trijų gamtinės atrankos formų nekeičia (iš kartos į kartą) populiacijos genofondo, taigi nėra susijusi su evoliucija?
14. Kodėl tai, kad nutrūksta ryšiai tarp populiacijų, skatina atsirasti naujas rūšis?
15. Kokiais atvejais naujos rūšys gali susidaryti ir esant sąveikai (apsikeičiant genais) tarp populiacijos narių?
16. Kuo aiškinamas spartus daugelio rūšių atsiradimas iš vienos tėvinės formos (adaptavioji radiacija)?
17. Ką išlošė žmogbeždžionės, prieš 6–8 milijonus metų palikdamos miškus?
18. Kodėl klaidinga tvirtinti, kad žmonės yra kilę iš dabar gyvenančių žmogbeždžionių?
19. Kokios rūšys yra laikomos artimiausiais dabartinio žmogaus protėviais?
20. Kokie požymiai skiria dabartinį žmogų nuo kitų *Homo* genties rūšių?
21. Kodėl visos *Homo* genties rūšys išskyrus vieną išnyko?
22. Kada dabartiniai žmonės atsirado Europoje, Azijoje ir Amerikoje?

### Pritaikykite žinias.

1. Jūs gerai žinote, kad skiriamas nuo daugumos kitų savo klasės draugų išvaizda ir gal ne tik ja.
  - 1.1. Padiskutuokite apie tai, kodėl vaikai yra panašūs į savo tėvus ir kartu skiriasi nuo kiekvieno iš jų, taip pat nuo savo brolių, seserų (išskyrus identiškuosius dvynius).
  - 1.2. Kaip manote, ar esama ir sunkiau pastebimų skirtumų tarp artimų giminių: jų atsparumo ligoms, šalčiui, karščiui, jų dantų kokybės, gabumų ir panašiai?
  - 1.3. Ar panaši įvairovė būdinga ir kitoms lytiškai besidauginančioms rūšims?
  - 1.4. Kokios naudos iš šios įvairovės galėtų turėti populiacijos, jei aplinka pradėtų keistis, tarkime, atšiltų klimatas? Ar atšilimas sukeltų mikroevoliuciją?
2. Fosilijų apstu visur, tereikia būti atidiems. Susipažinkite su fosilijų „medžioklės“ būdais – daugelyje šalių tai labai populiarus tiek vaikų, tiek ir suaugusiųjų užsiėmimas. Jų galite rasti šiose interneto svetainėse:  
[http://www.discoveringfossils.co.uk/fossil\\_hunting\\_guide.htm](http://www.discoveringfossils.co.uk/fossil_hunting_guide.htm)  
<http://www.ukfossils.co.uk/guides.htm>  
<http://www.nhm.ac.uk/kids-only/earth-space/fossil-hunting/>