



Stanislovas Sinkevičius

GLOBALIOJI EKOLOGIJA

VILNIAUS UNIVERSITETAS

GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS

EKOLOGIJOS IR APLINKOTYROS CENTRAS

Stanislovas Sinkevičius

GLOBALIOJI EKOLOGIJA

VADOVĖLIS

Vilnius

2012



Vadovėlio parengimą rėmė: Lietuvos 2007-2013 m. Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksmų programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ priemonė VP1-2.2-ŠMM-09-V „Studijų programų plėtra Nacionalinėse kompleksinėse programose“

Apsvarstė ir rekomendavo išleisti Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto taryba (2013 m. balandžio mėn. 17 d.; protokolas Nr. 3).

Apsvarstė suteikė universitetinio vadovėlio statusą Vilniaus universiteto senato komisija (2013 m. birželio 20 d.; protokolas Nr. SK-2013-8-14, Vilnius).

Vadovėlyje pateikiama globalių ekologinių problemų samprata, atskleidžiama abiotinių ir technogeninių veiksnių, formuojančių dabartinę biosferos būklę eiga. Trumpai supažindinus su atskirų sferų struktūra ir jose vykstančiais procesais - didžiausias dėmesys skiriamas žmogaus veiklos sukurtų globalių problemų (priežasčių ir pasekmių) analizei, gilinantis į ekosistemų struktūrinius bei funkcinius pokyčius, kaitą esamas ir galimas pasekmes regioniniu ar globaliu mastu. Atskirais tarpais pateikiama naujausia informacija apie naujas ekologines problemas ar jau esamų sprendimo būdus.

Vadovėlis skiriamas ekologijos, aplinkotyros, biologijos studijų programų studentams. Juo gali pasinaudoti ir siekiantis išsamiau susipažinti su dabartine pasaulio gamtinės aplinkos būkle, pasirinkę geografijos, geologijos, kraštotvarkos krypčių programas, kurių dalykai susiję su ekosistemų pažinimu. Taip pat tai papildoma informacinė priemonė ir kitų sričių studijų programų studentams išsamiau susipažinti ir suprasti aktualias ekologines problemas, kurios, deja, tapo globaliomis ir vienaip ar kitaip palietė viso pasaulio gyventojus.

Recenzavo: doc. dr. Jonas Satkūnas (Valstybinė geologijos tarnyba)

prof. habil. dr. Vincas Būda (Gamtos tyrimų centras)

prof. habil. dr. Petras Kurlavičius (Vilniaus edukologijos universitetas)

ISBN 978-609-459-215-7

© Stanislovas Sinkevičius, 2012

© Vilniaus universitetas, 2012

KAS GI TA GLOBALIOJI EKOLOGIJA ?

Jau žinome, kad ekologija yra mokslas tiriantis santykius tarp gyvų organizmų ir jų aplinkos. Įvairiais aspektais tiriami ir analizuojami sudėtingi tarpusavio ryšiai tarp individų, populiacijų, bendrijų, ekosistemų ir juos supančios aplinkos. Pagaliau bandoma suprasti ir išsiaiškinti globalios sudėtingiausios sistemos – biosferos, kurioje integruotos visų pagrindinių Žemės sferų – (geosferos, hidrosferos, atmosferos ir jas apjungiančios biosferos) sąveikos būklę bei tolesnę raidą. Nagrinėdami tarpusavio ryšius ir sąveikas tarp abiotinių ir biotinių veiksnių negyvųjų, kurie sudaro funkcionuojančias sistemas, įvairių sričių ir šakų mokslininkai sukaupia dideles apimtis stebėjimų, įvairių tyrimų rezultatų ir kitos vertingos informacijos, kuri įvairiais aspektais gali būti panaudojama siekiant padėti apsaugoti ir išsaugoti gamtinę (gyvybinę tiek pačiai biotai tiek pačiam žmogui) aplinką ateities kartoms.

Nors daugelis klasikinių ekologų pasirinkę ir specializuojasi atskirų rūšių, populiacijų, buveinių ar ekosistemų tipų atskirose klimatinėse juostose tyrimuose, tačiau visi išvardinti tyrimų objektai neegzistuoja atskirai nuo visos biosferos. Planeta Žemė yra viena ir didžiausia sistema, kurioje gyvybės formos ir jų veikla apjungianti savyje tiek organizacine tiek funkcinę prasme visas paminėtas sferas į vientisą funkcionuojančią sistemą.

Taigi taip plačiai tiriant organizmų ir aplinkos ryšius ekologija norom nenorom turėjo tapti integraliu mokslu, apjungiančiu kitų mokslų sričių šakose sukaupias žinias. Ekologijos polaukyje vykdomi organizmų ir jų sudėtingesnių darinių (nuo populiacijų iki ekosistemų) tarpusavio sąveikas su esama aplinka (visose sferose tame tarpe ir su naujai atsiradusia išskirtine jų visų dalimi - „antroposfera“ – „noosfera“, sukūrusią savo „technosferą“) tyrimai susiję su žinomomis ir žmonių bendruomenę pasauliniu mastu įtakojusiomis problemomis bei jų sprendimo būdais. Tampanti tarpdisciplininių studijų objektu integruoja savyje (savo turinyje – pasinaudojanti) žinias, sukaupias daugelyje kitų mokslo sričių (fizinių, biomedicinos, socialinių, technikos (technologijos) ir daugelio jų šakų (chemija, fizika, geologija, geografija, matematika, biologija, istorijai, sociologija, ekonomika ir daug daug kitų) naujai atsiradusi XX a pabaigoje disciplina gavo globalios (globalinės) ekologijos (*Global ecology*) pavadinimą.

Kalbant apie gyvybės ir gamtinės aplinkos, kuri kartu yra ir mūsų visų egzistavimo Žemėje pagrindas, mokslas irgi turi veikti ir tarnauti kaip vieninga sistema. Skirtingų disciplinų žinios yra kaupiamos savarankiškai, tačiau norint suprasti globalias problemas reikia pasinaudoti ir biologų,

biochemikų, genetikų, geologų, fizikų, geografų, hidrologų, metereologų, chemikų, matematikų, inžinierių, sociologų ir daug kitų mokslo šakų mokslininkų sukauptas žinias ir patirtį siekiant geriau suprasti supantį pasaulį siekiant darnos tarp žmonių bendruomenės ir aplinkos plačiaja prasme.

Globalios ekologijos tyrimų sritis biosferos – kaip apjungiančio vienio aplinkoje t.y. visose Žemės sferose (litosfera [geosfera], hidrosfera, kriosfera, atmosfera, kosmosfera, biosfera - ekosfera). esančių dalių tarpusavio sąveikos ir ten esami pokyčiai. Atskirai jau minėtina išskirtinė palyginus su Žemės raida neseniai (tik istoriniame laike) užgimusi, tik vienos rūšies suformuota ir tapusi jos poreikius tenkinančios veiklos ženklia (griaunamąja) jėga kitoms sferoms problema. Taigi įvairių mokslo sričių ir šakų tyrimų objektu tapo iškilusių globalių ekologinių problemų priežastys.

Pasaulinė aplinka yra neįtikėtinai sudėtinga, su daugybe organizmų dalyvaujančių įvairių procesų eigoje, sąveikaujančių tarpusavyje įvairaus lygmens skalėse (nuo mikroskopinio iki regioninio ar/ir globalaus). Norint suprasti tokių mega sistemų sąveikas turime jau turėti reikalingas priemones, modelius ir teorijas spręsti svarbiausius klausimus.

Ateinančiais dešimtmečiais vieni iš svarbiausių siekių integruoti mokslo pasaulio pasiekimus ir sukauptas žinias plataus masto modelius globalių ekologinių problemų sprendimui įtraukti visa apimančias kompleksinių tyrimų ir atsakymų reikalaujančias temas, (išteklių pakankamumo ir jų tvaraus naudojimo, biologinės įvairovės tinkamos būklės palaikymo, ekosistemų tvarumo, adaptacijos/alternatyvų naujiems iššūkiams siejamiems su globalia klimato kaita, jos poveikiu visos biosferos sistemoms, antropogeninio (biologinės, socialinės/ekonominės, politinės) poveikio sukeltos problemos ir kt. ...

Ne vienas įvairių straipsnių, knygų autorių išsako nemažai pastabų dėl ekologijos kaip pažinimo mokslo absoliutinimo (sutapatinimo su visa gamtos pažinimo mokslų sistema) ir jo tolesnio beatodairiško taikymo visose mūsų gyvenimo sferose. Labai dažnai ekologija sutapatinama su gamtos apsauga ar su kai kuriomis socialinių mokslų tiriamomis žmonių visuomenės problemomis (taip atsiradę tokie posakiai kaip: dvasios, šeimos, gyvenamosios mitybos ir kt. ekologija) su tam tikromis (mažiau pavojingomis aplinkai) pramoninėmis technologijomis (pvz., ekologiška transporto priemonė, ekologiška maisto gamyba, ekologiškos lemputės ir kt.) ar valdymo/administravimo organizavimo priemonėmis („ekologinė“ policija, inspekcija ir kt.). Nors tiek vieni ar kiti ekologijos kaip mokslo požiūriu yra beprasmybi.

Globalios ekologijos tikslas yra suprasti, kaip natūralūs procesai ir žmogaus veiksmai ir sukeltos pasekmės galėtų sąveikauti siekiant formuoti palankios aplinkos (matyt visu pirma

žmonėms) Žemėje raidą. Toks pagrindinis supratimas yra ilgas yra, kaip ir tai pasiekti kelias. Vis dėlto mums suteikia optimistinį pagrindą, kad tai gali veiksmingas ir gyvybingas variantas išsaugant mūsų planetos gerovę.

Formuojant ir sprendžiant tokias problemas **globali ekologija** pasižymi savo mokslų srityje labiau kompleksiniu požiūriu (klimato kaitos, antropogeninės veiklos poveikio ir pasekmių ekosistemoms tyrimai, alternatyvių energijos šaltinių, tvarus išteklių naudojimas ir daug kitų problemų), galinti teikti pilnesnį mokslinį naujų aplinkosaugos problemų supratimą.

Gyvybingos ir saugios mums aplinkos išsaugojimo problema labai svarbi būsimoms kartoms. Taigi vienas iš pagrindinių tikslų yra ir ekologinis švietimas ir su tuo susijusių gebėjimų ugdymas, kur globalios ekologijos disciplinos turinys - kaip pažintinis dalykas, bene labiausiai atspindi darnių santykių su aplinka, tvaraus naudojimo visose ūkio šakose supratimą.

Globalios ekologijos integralumas apimantis platų reikalingų supratimui žinių spektrą **tarp visų mokslo sričių, jau savaime sukuria labai dideles informacijos apimtis**, tampa gana sunkia mokslo forma, kuri reikalauja tam tikros diferenciacijos sprendžiant atskiras problemas o toliau jau platesnių asociacijų derinant gautus rezultatus globaliu mastu. Akivaizdu, įvairiose šalyse mokslininkai ekologai kad galėtų atlikti savo konkrečius užsibrėžtus tikslus, turi sukaupę milžiniškas apimtis specializuotų tyrimų duomenų. Akivaizdu ir tai, kad kol kas per mažai glaudaus tarpusavio komunikavimo integruojant atskirų mokslo šakų pasiekimus bendriems globaliems ekologiniams iššūkiams spręsti.

Jei mūsų samprata apie biosferą (ekosferą) neapsiribotų tik kaip pavienių lokalaus lygmens poveikių/ konfliktų, sutrikdžiusiu tas ar kitas vietinės ekosistemos funkcijų veiklą supratimu nematant esamų to poveikio pasekmių platesniame (regioniniame ir daugiau) lygmenyje, o būtų laikomasi nuostatos suprasti problemą žvelgiant plačiau, iš esmės – atsirastų didesnės galimybės jų pašalinimui. Pvz., kovos metodai su eutrofikacijos ir ja lydinčiais ekosistemų degradacijos procesais tapo efektyvesni, kada buvo priimtos ir įgyvendintos švaraus vandens apsaugos priemonės ne tik pačiame vandens telkinyje, bet ir į jį įtekančių intakų hidrologinio tinklo teritorijose; hidrologinių baseinų ir pobaseinių hidrologinių tinklų pasklidusios taršos monitoringas ir priimamos jų apsaugos priemonės; Teršalų išmetimo į atmosferą ir rūgštaus lietaus susidarymo rajonai skiriasi nuo tų teritorijų, kur tie tokie rūgštūs krituliai iškrenta ...).

Tuo pat metu, palyginti nauja mokslinių tyrimų forma kaip **globalūs ekologinių problemų tyrimai** įgalina plačiau taikyti ir naudotis ar/ir išrasti naujas technologijas,

siekiant pagerinti ryšio greitį ir duomenų dalijimąsi, ir per mokslininkų pastangas sprendžiant tokias problemas net sustiprinti santykius tarp tautų.

Dabarties biosfera yra sukurta gyvų organizmų ir palaikoma sąveikoje su kitais ir kitų sferų abiotiniais komponentais. Atskirai aptarinėti gyvąją ir negyvąją aplinką galima tik sąlygiškai nesigilinant į jų ryšius. Jei pavienių ekosistemų sąveikos zonos, kuriose vyksta medžiagų/energijos apykaitos, egzistuoja susiformavę tam tikri struktūriniai tarpusavyje sąveikaujantys dariniai (pvz., įvairių biologinės įvairovės formų santykiai tarpusavyje ir su supančia aplinka), tai globalios ekologijos požiūriu aptariamų problemų mastelis tampa irgi globalus. Daugelis mūsų planetoje vykstančių ciklų, procesų yra globalūs (geocheminis/geologinis, biogeocheminis, hidrologinis, pasaulinio klimato sistema ir kt.). Medžiagų ir energijos balansas yra labai svarbi ekosistemos egzistavimo prielaida, kurio sutrikimai ar/ir nedideli stabilumo svyravimai gali kelti grėsmę atskirų gyvybės formų egzistavimui sistemoje. Tokios ir kiek papildytos (prisideda procesų pasekmės dėl naujai atsirandančių itin nepalankių esamai aplinkai veiksnių) sąlygos apsprendžia didesnio globalaus rango (atskiri regionai, klimatinių zonų biotai) ekologinių vienetų būklę.

Ekologinių problemų nagrinėjimas jau globaliame lygmenyje ugdo platesnį, visapusiškesnį tokių problemų supratimą, padeda susivokti dabarties biosferai iškilusių grėsmių problematikoje.

Kas yra pažanga ir jos poveikis biosferai? Visos žemiškosios gyvybės formos, norėdamos tarpti savo aplinkoje, pastoviai atsiduria savotiškose dvilypėse situacijose; kuomet reikalingi kompromisiniai sprendimai taikstantis su tam tikrais apribojimais, būdingais kiekvienam organizmui. Čia įvykusių pažangų rezultatas - siekis toliau augti, daugintis, plėstis – pastovios konfrontacijos ar/ir prisitaikymo (tobulinant savo organizacinę struktūrą ar tik kai kurias funkcijas) su aplinka, plačiąja prasme, bei kitomis konkuruojančiomis rūšimis, apribojančiomis tuos siekius.

Nors visų organizmų veikla daro poveikį jų gyvenamosios aplinkos būklei – gyvybės esminė veikla yra medžiagų apykaita su aplinka, tačiau evoliucijos eigoje yra žinomi atvejai kada atsiradusios naujos rūšys esminiai pakeitė gyvenamąją aplinką (pvz., melsvabakterės ir per vykdomą fotosintezę pradėjo kurti oksigeninę aplinką, kuri tapo mirtina daugeliui kitų tuometinių rūšių, tačiau vėliau, kaip ir šiandien tapo gyvybiškai būtina daugeliui biosferoje egzistuojančių rūšių).

Kaip žinia, hominidų atsiradimo istorija pakankamai ilga. Patikimiausi duomenys kada hominidai ir žmogbeždžionės atsiskyrė nuo bendro protėvio teigia, kad tai įvyko prieš 8 mln. metų, tačiau *Homo sapiens sapiens* atsiradimo ir jo civilizacijų istorija tesiekia 10 – 12 000 metų.

Žmogaus, kaip vienintelės rūšies globaliai keičiančios aplinką, veiklos ir pasekmių ypatingo destruktivumo proveržis jaučiamas tik kelis amžius.

Analizuojant įvairius žmonijos tolesniojo vystymosi kelius, kuriais ji gali pasukti, galima prisiminti kai kurias gyvojo pasaulio analogijas. Visų civilizacijų atsiradimas ir tolesnė raida Žemėje primena bakterijų kolonijų, pasėtų į Petri lėkštelę, tolesnį auginimą laboratorinėmis optimaliomis sąlygomis. Pradžioje, kol lėkštelėje gausu maitinamosios terpės, bakterijų kolonijos auga labai sparčiai ir vis plečia savo plotą terpės paviršiumi. Tačiau, kai jų populiacijos išnaudoja visas maistines medžiagas (naujo išteklių papildymo nėra), jos pradeda greitai nykti, kol, pagaliau, žūna visos apnuodytos savo pačių išskirtų toksiškų metabolizacijos produktų... Kol kas tik viena biologinė rūšis Žemėje sugebėjo tokius apribojimus įveikti ir savo skaitlingumą (kaip rūšies populiacijų eksponentinį augimą) kol kas didina iki neribojamų dydžių. Analogija rodo, kad bakterijos negali išspręsti konflikto (subalansuotos pusiausvyros, tausojančio vystymosi) tarp individų populiacijų skaičiaus, jų optimalaus dydžio (teritorijos) ir supančios aplinkos, taigi, nesugebėjusios subalansuoti savo vystymosi plėtros yra pasmerktos žūti. Reiktų prisiminti kad toks vienos rūšies suklestėjimas yra labai trumpame žemės raidos etape - taip vadinamoje istorinio laiko skalėje (apie geologinį biologinį, istorinį laikus plačiau kituose skyriuose).

„Pagal dauginimosi mastą XX amžiuje pasaulio žmonija panėšėjo daugiau į bakterijas nei į primatus“ – taip teigia žymus biologas E. O. Vilsonas (*Edward Osborn Wilson*). Pažangos siekis ir dėl to piktnaudžiavimas gamtiniais ištekliais sukėlė neįtikėtiną poveikį gamtinei aplinkai. Deja, savo trumpame istoriniame laike žmogaus veikla sukėlė didelę žalą ne tik biosferai, bet ir tapo vienu iš pagrindinių veiksmu apsprendžiančiu tolesnę jos būklę. Čia reiktų pridurti matyt ir savo palikuonių būklę

Reiktų prisiminti, kad nors visi žmonių bendruomenės nariai, kaip beje ir kiti aukštesnieji žinduoliai, pasižymi efektyviomis elgseninėmis bei imuninėmis reakcijomis, tačiau, deja, turi menkesnes genetinio prisitaikymo galimybes, neišvystytus populiacinius mechanizmus, nei ką sugeba primityvesni mikroorganizmai. Žmogus sumažinęs gamtinės aplinkos poveikį sau (antropogenizavęs aplinką, sumažinęs iki minimumo, ar net eliminavęs savo natūraliąją atranką) tuo pačiu sumažino ir savo organizmo imuninės sistemos atsparumą (atskirose grupėse registruojami vis nauji atskirų organų kaip antai: kramtomojo aparato, dantų kokybės, regos, atskirų raumenų grupių, skeleto dalių ir kt. susilpnėjimo ar net jų funkcijų atrofijos atvejai) ir kol kas nesukūrė greitų sau tobulinimosi mechanizmų.

Daugelis primityviųjų organizmų (kad ir jau minėti mikroorganizmai), dėl savo savo efektyvių biocheminių, genetinių, populiacinių mechanizmų, pasižymi žymiai didesniu adaptyvumu, kas suteikia jiems daugiau galimybių adaptuotis prie pasikeitusios aplinkos nei, regis, aukštesnės

organizacijos individams, kur tom pačioms adaptacijoms prireiktų žymiai ilgesnio periodo – kurio gali pritrūkti ypatingų krizinių situacijų metu.

Buvo tikima, kad egzistuoja pastovūs žmogaus vartotojiški poreikiai, pagrįsti ir pateisinami jų prigimtimi, kuriuos turi patenkinti gamyba, mainai, prekyba. Deja, poreikių tenkinimas sukelia demografinį sprogimą, o pastarasis skatina dar naujų poreikių atsiradimą. Šiuolaikinė gamybos ir prekybos sistema ne tik tenkina poreikius, bet ir juos kuria. Atskiri lokalūs konfliktai su gamtine aplinka istoriniame laike atsiliepia ir viso likusio pasaulio žmonių bendruomenių ekonominei/socialinei būsenai, kas didina ir/ar sukelia naujas įtampas socialinėje sferoje, verčia keisti susidariusią situacijas arba kurti situacijas bandant jų išvengti.

Geologijos požiūriu tur būt svarbiausias pokytis yra atmosferos sudėties kitimas, ypač anglies dioksido sąskaita. Pastebimi globalaus klimato kaitos požymiai neabejotinai paveikia visos biosferos daugybinius tiek biogeocheminius tiek biologinius procesus ir pasireiškia konkrečiomis apraiškomis visose sferose.

Nors antropogeninė veikla tebekeičia pasaulį, tačiau kol kas nekeičia sąveikų tarp gyvybės ir aplinkos mechanizmų. Niekur kitur politika nesipina su mokslinėmis problemomis kaip svarstant žmonių populiacijų ir gamtinių išteklių perspektyvų santykius.

Jau globalia tapusi neigiama pasekmė supančiai mus aplinkai (biosferai plačiaja prasme), kurią sukelė žmonija, stiprindama savo veiklos ekonominius rodiklius, siekdama vis didesnio gerbūvio ir vartojimo.

Nors seniai supratome naudą, kurią teikia sveikos ir gyvybingos aplinkos saugojimas ir pasinaudojimas ja, suvokiame neigiamą įtaką jai, kada gyvenama neišlaikant ekologinės pusiausvyros, tačiau

Mes visi stebime painų įvairių abiotinių ir biotinių veiksnių tarpusavio santykių tinklą, kuriame dalyvauja su gyvybe susiję ir nesusiję komponentai. Tai nėra naujiena - daugelis šių postulatų jau buvo ekologijos kaip mokslo tyrimų sferoje nuo pat jos atsiradimo, dar XIX amžiuje, įsigalint pramoninei gamybai (*Haeckel, 1866; Forel, 1892; Warming, 1909*). Daugelio įvairių XX ir XXI a. a. sukurtų ir naujai kuriamų gamtosauginių organizacijų tikslų buvo ir yra ekologinės krizės atsiradimo priežasčių apibūdinimas (veiksnių identifikavimas) ir jų efektyvus eliminavimas.

Nors visi visuomenės sluoksniai informuojami apie grėsmes, kurias patirsime pastoviai alindami biosferos išteklius, tačiau naujas globalinis suvokimas, kad žmonija yra tik labai maža biologinės įvairovės dalis ne itin draugiškai sąveikaujanti su kitais biosferos komponentais, kurie galu gale palaiko tolesnę gyvybingą planetos būklę, mūsų manymu, dar nepasiekė visuomeninės

sąmonės. Kad mūsų gyvybės ir egzistencijos lopšiu mes turime dalintis su milijonais kitų gyvybių formų Žemėje - lig šiolei ignoruojama aksioma. Kol kas toks naujas globalus suvokimas formuojasi, reikalingi praktiniai sprendimai įgyvendinami labai lėtai.

Kaip galima ekologinė pusiausvyra užtikrinanti tolesnį ekosistemų gyvybingumą ir visavertį funkcionavimą yra globalus tinkamos aplinkos būklės, jos įvairovės išsaugojimas. Deja, kol kas praėjęs XX a. pasižymėjo degraduojančio globalaus poveikio visoms ekosistemoms biosferoje didėjimu ir nuolatiniu augančiu natūralių išteklių pasauliniu poreikiu. Tyrimai rodo, kad ankstesnis aplinkosaugos problemų supratimas ir suvokimas keičiasi – jos jau negali būti laikomos savarankiškais, paprastais ir siaurais klausimais. Kiekviena iš jų sudaro atskirą tarpusavyje susijusių funkcijų tinklinės struktūros dalį, sąlygojamą įvairių tiek gamtinių tiek socialinių sistemų. Tačiau tai nereiškia, kad iš praėjusios amžiaus paveldėtos problemos (biologinės įvairovės nykimas ir degradacija, išteklių problemos, atmosferos tarša - šiltnamio efektas – klimato kaita ir kt.) išnyko ir jau nėra svarbios. Daugiau atvirksčiai – pavienės problemos ir jų sprendimas įgavo vis didėjančią kompleksiskumo mastą. Visame pasaulyje egzistuoja daug kompleksinių grėsmių rūšių, kurios gali padaryti daug nuostolių visai biosferai, o ne tik atskirai jos daliai (pvz., ekosistemai). Atnešami nuostoliai didės priklausomai nuo to kokios sąsajos jungia tą ar kitą sistemą su kitomis. Tokios kompleksinės grėsmės gali kilti ir dėl staigių procesų ir dėl per ilgą laiką susikaupusių problemų, o jų pasekmės ir mastai gali būti net katastrofiški. Dabartiniu metu atsiradusios tik Amerikos, Europos, Azijos žemynų atskirose valstybėse ekologinės, aplinkosauginės problemos problemos dar XX a. peržengė savo valstybių administracines ribas, tapo viso žemyno, o dalis jau globaliomis problemomis.

Šiame vadovėlyje nėra pasaulio pabaigos dėl vykstančių aplinkos suiručių scenarijų, tačiau aptarinėjamos grėsmės, kurios peržengė lokalias ribas ir tapo globaliomis, stebimos neigiamos tendencijos, kurios gali privesti prie dramatiškų padarinių. Aptarinėjami ateities uždaviniai žiūrint į susidariusią būklę iš skirtingų perspektyvų laikantis nuostatos, kad geresnis globalios ekologijos supratimas ir aplinkosaugos uždavinių sprendimas bei tolesnis aplinkos apsaugos stiprinimas teikia visokeriopą naudą visiems.

Kaip pavyzdys tausojančiam biosferos turtų valdyme XXI a. gali būti perėjimas prie efektyvesnio išteklių naudojimo. XX a. pabaigoje deklaruojama **trijų R taisyklė** (nuo angl. - *reduce, reuse, recycle*), XXI a., papildyta naujais teiginiais *restore, rethink* - tapo **penkių R taisykle** ...

1. Sumažinti, susilpninti (nuo angl. - *reduce*) globalųjį vartojimą išteklių, prekių, srityje;
2. Pakartotinas medžiagų panaudojimas (nuo angl. - *reuse*) globaliu mastu taupant pirminius išteklius;
3. Perdirbti ir pakartotinai panaudoti gamybines atliekas (nuo angl. - *recycle*);

4. Atstatyti (*nuo angl. – restore*) žmogaus sunaikintas ekosistemas, buveines;
5. Savo tolesnių veiksmų aplinkos atžvilgiu persvarstymas (*nuo angl. – rethink*) peržiūrėjimas globalios tvarios plėtros labui.

Globaliu mastu vertinant - visų šalių gyventojai ir ekonomikos yra priklausomi nuo biosferos išteklių ir jos struktūrų teikiamų paslaugų tiek savo teritorijose tiek už jų ribų. Dėl tokios priklausomybės galima paklausti:

❖ Ar dabartiniu metu esami ištekliai naudojami pakankamai racionaliai, kad būtų užtikrinti žmonijos pagrindiniai (būtiniausi) poreikiai apsirūpinant tinkamu maistu geriamu vandeniu, energija, medžiagomis, kad būtų išsaugota gyvybinga klimato, hidrologinių ciklų aplinka ?

❖ Ar pagrindiniai biosferos gyvybiniai ištekliai kaip oras, vanduo, dirvožemis, biologinės įvairovės struktūros yra pakankamai taupiai naudojami, kad galėtų palaikyti gyvybingą pasaulio visuomenę ir ekonomiką netolimoje ateityje ?

Klausimai pamastymui:

Koks yra globalios ekologijos tikslas ?

Ar globalios ekologijos keliamas problemas lengva suprasti?

Kodėl ši ekologija yra labai svarbi studijų sritis?

Koks yra žmogiškosios pažangos poveikis globaliajai ekologijai?

GLOBALI EKOLOGIJA KAIP INTEGRALI DISCIPLINA IR KAIP SUPRATIMAS GALIMOS GYVENSENOS ŠIANDIEN IR ATEITYJE

Tik prasidėjęs XXI amžius jau įrodė, kad viename iš trumpiausių Žemės raidos tarpinių – žmonijos civilizacijų istorinėje raidoje poveikiai ir pasekmės gamtinei aplinkai tapo globaliais ir sukėlė prielaidas galimoms tolesnėms ekologinėms katastrofoms. Nors visuomeniniame gyvenime įsigalėjo demokratija, deja, žmogaus ir jį supančios aplinkos santykiai taip ir liko autokratiškais. Eksponentiškai didėjant vartojimui, pastoviai augant industrinės visuomenės poreikiams, ekonominėms ir technologinėms pajėgoms, lig šiol neracionaliai ir neproporcingai paskirstant neatsinaujinančius gamtinius išteklius, XXI a. pasaulis susilydė į bendrą globalią komunikacinę erdvę, kurioje atskirų sukeltos negandos jau tenka dalintis visiems.

Vos prieš 11700 metų baigėsi pleistocene prasidėjęs ledynmetis ir prasidėjo naujas holoceno periodas. Dabar beveik nepastebimai jau įžengėme į jau 200 metų trunkantį naują geologinį periodą teigia klimatologijos ir glaciologijos pionierius, prancūzų profesorius Claude'as Loriusas (*Claude' Lorius*).

Naujojo periodo pavadinimą „antropocenas“ pirmasis pasiūlė Nobelio premijos laureatas (1995 m. už azoto junginių žalos ozono sluoksniui atradimą), olandų chemikas Paulius Krutzenas (*Paul Crutzen*). Naujosios eros formalia pradžia jis pripažino 1763 metus, kuriais Džeimsas Vatas (*James Watt*) sukūrė garo mašiną, nors Žemės paviršiaus vaizdas žmonių veiklos įtakoje pradėjo keistis jau maždaug prieš 10000 metų, atsiradus žemdirbystei. Nuo tada augmenija ir gyvūnija vis labiau priklausė nuo žmogaus kuriamos technogeniškosios pusės. Atsirado struktūros, kurių gamtoje anksčiau nebuvo: stacionarinės gyvenvietės, miestai, keliai, tiltai, akvedukai ir vis sudėtingesni statiniai. Naujas tarp kitų Žemėje sferų atsiradęs ingredientas – technosfera, kuri yra išimtinai žmogaus rankų kūrinys, suteikė mus supančiai aplinkai naują pavidalą.

2002 m. P. Krutzenas „antropoceną“ kaip naujo geologinio laikotarpio fenomeną aprašė garsiaame moksliniame žurnale „Nature“. Lig šiolei jo, kaip geologinės epochos termino, dar neiteisino pasaulinis geologų kongresas, tačiau kaip dabartinės epochos taiklus apibūdinimo terminas prigijo ir dažnai vartojamas tiek mokslinėje spaudoje tiek pasaulio medijos priemonėse.

Geologai jau seniai Žemės istoriją suskirstė į atskiras epochas, laikotarpius ir eras. Išlikusių suakmenėjusių gyvybės formų iškasenų (fosilijų) ar uolienu struktūriniai pokyčiai leidžia santykinai lengvai išskirti atskirus stambiuosius laikotarpius. Kartais laikotarpių ribos pažymėtos nepaprastų

radikalių žemėje vykiusių pokyčių. Kiekvienos žemės raidos epochas indikuoja tam tikrų fosilijų kompleksai. Žymiausi Didžiosios Britanijos stratigrafai (geologinių laikotarpių nustatymo ekspertai) geologinės draugijos žurnale „GSA Today“ aprašo, kad jau šiandien galima nustatyti geologinius rodiklius, kurie po daugelio milijonų metų žymės šios naujos eros antropoceno pradžią (nurodoma, kad liks nemažai konkrečių antropogeninės kilmės produktų).

Prieš 65 mln. metų kreidos periodo ir dinosauro eros pabaigą bei terciaro pradžia prasidėjo katastrofa, kurią inicijavo didelio asteroido smūgis dabartinės Centrinės Amerikos regione Jukatano pusiasalyje. Visame pasaulyje to laikotarpio nuosėdinėse uolienose aptinkamas ypatingas sluoksnis, kuriame gausu iridžio – metalo, labiau paplitusio kosmose negu Žemės paviršiuje. Taip pat aptinkama suodžių likučių, kurių ypač daug po katastrofos buvusių visuotinių augalijos gaisrų.

Stratigrafų geologinės draugijos komisijos vadovas Leičesterio universiteto mokslininkas Janas Zalasievičius (*Jan Zalasiewicz*) įvardija vienos rūšies *Homo sapiens* poveikį - kaip visai planetai daugeliu atžvilgių pralenkiantį natūralius procesus. Pvz., žmonės savo labai trumpos globalios veiklos pasėkoje išskiria gerokai daugiau CO₂, nei ilgą laiką veikiantys ugnikalniai. Antropogeninė veikla vietomis labiau pakeitė Žemės geomorfologinį paviršių nei natūrali upių, nuošliaužų ir potvynių vykdoma erozija. Ateities geologai kaip neabejotinus žmonijos veiklos įrašus naujai besiklostančiuose nuosėdiniuose sluoksniuose ras labai daug betono, o Žemės paviršius bus suardytas, apnuogintas ūkininkavimo ir kasybos tikslais, dėl ko vandenynuose nusės didžiuliai dumblo ir smėlio nuosėdų kiekiai. Minimi ir daugelis kitų žmogaus pavojingos veiklos aplinkai poveikių, kurių pasekmės bus „archivuojamos“ ir bus saugomos (išliks) kaip dabartinės geologinės epochos palikimas.

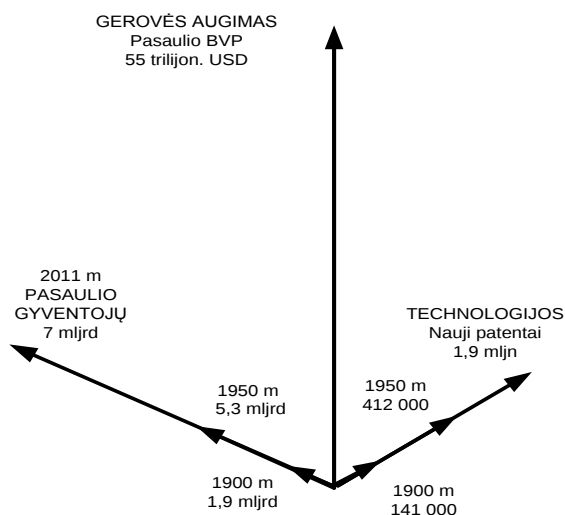
Apibūdinant civilizacijų (ir atskirai žmonių bendruomenių) ir supančios aplinkos tarpusavio santykių raidą istoriniame laikotarpyje supaprastintai (žmogiškųjų tarpusavio santykių pavyzdžiu) išskiriami charakteringiausi tokios veiklos periodai:

- ❖ pirmykščiai santykiai su supančia aplinka – kaip kūdikystėje-vaikystėje su savo mama (paklusnumas ir pagarba);
- ❖ besivystančių atskirų valstybių (visuomenių) santykiai kaip su bendradarbiais tarnyboje (konkurencija, siaurų, asmeninių interesų siekimas);
- ❖ Dabartiniai globalios žmonių bendruomenės – kaip valdovo santykiai su pavaldiniais-vasalais (despotizmas, arogancija, nesiskaitymas su kitų interesais).

Kodėl mūsų įtaka planetai taip stiprėja ? Ar tai dėl to, kad taip greitai gausėja gyventojų ? Ar esamai gerovei sukurti reikia žymiai daugiau energijos ir kitų išteklių ? Ar dėl naujų technologijų skatinančių tyrinėti ir dar daugiau vartoti ?

Šią problemą galima išreikšti formule „IPAT“, nusakančia veiksmų visumą:

$$I \text{ (žmonijos įtaka)} = P \text{ (gyventojų skaičius)} \times A \text{ (gerovė)} \times T \text{ (technologijos)}$$



pav. ... Žmonijos įtakos (I) ekosferai 1900, 1950 ir 2011 metais panaudojus IPAT nurodančius vektorius (pagal *National Geographic*, 2011).

Globalios ekologinės problemos - biologinės įvairovės nykimas, klimato kaita, gamtinių išteklių išsekvojimas, aplinkos tarša ir žmonių sveikatingumas yra glaudžiai susijusios su skurdo, ekosistemų tvarumo, kartu ir su išteklių apsauga bei politiniu stabilumu. Dėl ko susidaro neapibrėžtumai bendroje konkurencijoje dėl išteklių. Visa tai dar gali sustiprėti dėl išaugusių vienos ar kitos išteklių rūšies pasaulyje, sumažėjusio jų tiekimo ar stabilumo.

Pasaulinė rinkos integracija, konkurencingumo pokyčiai pasaulyje ir besikeičiantys vartojimo įpročiai sudaro sudėtingą veikiančių jėgų kompleksą.

Nors žmonijos socialinė, ekonominė ir politinė veikla jau seniai peržengė atskirų valstybių administracines sienas ir žemynų erdves, tačiau globalizacija kaip reiškinys susiformavo tik XX a. pabaigoje. Tapo norma, kad atskiri įvykiai ar jų sprendimai, ūkinė ir ekonominė veikla viename regione tampa reikšmingais jau ir kitoms, regis, tiesiogiai nesusietų regionų ar net žemynų žmonių bendruomenėms.

Vienas iš kasdieninių tokių atoveiksmio pavyzdžių gali būti energetinių išteklių (žaliavinės naftos, dujų, ir kt. energetinių išteklių) kainų fliuktuacijos viso pasaulio rinkose priklausomai nuo atsirandančių netikėtų situacijų kaitos jų gavybos rajonuose. Ar vienos ar kitos prekės/paslaugos bei su tuo siejamų išteklių eksploatacijos staigus didėjimas ir naujų grėsmių ir įvairiausių dažnai neigiamų pasekmių didėjimas siejamas su aplinkos kokybe išteklių eksploatacijos rajonuose...

Globalizacijos terminas visu pirma suvokiamas ir taikomas žmonių bendruomenių socialinio/ekonominio gyvenimo sferoje, skatina žmonių visuomeninės veiklos sandaros transformacijas ir visuotinės tarpusavio priklausomybės plitimą, gilėjimą ir greitėjimą. Įvairūs socialiniai procesai, vykstantys viename regione, jau turi didžiulę įtaką kitų regionų žmonių bendruomenėms. Viename pasaulio žemyne antropogeninės veiklos įnicipuoti ir išplėtoti primityviai vartotojiški biologinių sistemų atžvilgiu destruktiniai procesai savo pasekmėmis greitai atsiliepė ir kitų žemynų gamtinei aplinkai, jos ekosistemų struktūroms ir procesams jose, sukeldami globalias ekologines grėsmes (pvz., bendrų gamtinių išteklių išskirtinio savinimosi, hipertrofuotų dydžių (užimamų teritorijų atžvilgiu) maisto produktų gamtinio geografiniai regionai, tolesnis išteklių/taršos apkrovų netolygus paskirstymas, spartus degraduotų ekosistemų atskiruose regionuose teritorinis didėjimas, bet tenkinantis kitų valstybių ekonominius poreikius, globali įvairių tipų - jau ir aplink Žemę esančios kosminės erdvės, tarša ir jos pasekmės ir kt.).

Iš kitos pusės, JT ekspertų teigimu, globalizacijos dėka daugeliui šalių pavyko pasiekti, kad didžioji gyventojų dalis išbristų iš skurdo (*UN, 2009, UN Millenium Development Goals Report 2009, United Nations, Geneva*).

Pasaulio ekonomikos augimas ir prekybos integracija paskatino ilgalaikius tarptautinės konkurencijos pokyčius, kuriuos nulėmė sparčiai augančios ekonomikos šalys. Pasaulio bankas apskaičiavo, kad iki 2030 m. besivystančiose ir sparčiai augančios ekonomikos šalyse galėtų būti apie 1,2 mljrd. (esamas 2010 m. Kinijos gyventojų skaičius) vidutinės pajamas gaunančių vartotojų. Keičiantis ekonomikos jėgų pusiausvyrai į vidutinių pajamų ekonomikų ir vidutinės pajamas gaunančiųjų sukurama dar didesnė vartotojų rinka augančiose rinkose. Tai gali įtakoti globaliu mastu naujus ir vis didesnius išteklių poreikius ypač Azijos regione

(*World Bank, 2009. Global Economic Prospects, Commodities at the Cross-roads. World Bank, Wachington, D.C.; B. Wilson D., Dragusanu R., 2008, The expanding middle: the exploding world middle class and falling global imequality. Global Economics Paper N. 170, Goldman Sachs Economic research, New York.*)

Daugelis pasaulio valstybių (pvz., beveik visos ES ir dalis kitų Europos, Azijos šalių) labai priklauso nuo viso pasaulio neatsinaujinančių energijos šaltinių tokių kaip nafta,

dujos kitas iškastinis kuras, retieji metalai naudojamų informacinių technologijų produktuose. Vis sunkiau tų išteklių tampa įsigyti sunkiau dėl geopolitinių, o ne dėl techninių/tiekimo priežasčių.

Suteikiamų mokslo ir technikos pažangos galimybių paveikti sau norima linkme gamtines sistemas, žmogus jau viršijo sugebėjimą suprasti ir kritiškai vertinti globalios antropogeninės veiklos pasekmes tolesnei biosferos raidai.

Šiandien biosfera „pagamina“ vos trečdalį natūralių išteklių reikalingų žmogui kaip maistas ar kitokia žaliava (ištekliai). Tokia natūralios biologinės produkcijos apimtis pasaulio ekosistemose verčia žmones, augant jų skaičiui, globaliu mastu vis didinti žemės ūkio sektoriuje agrocenozų teritorijas ir ten pagaminamos produkcijos apimtis – deja, dar išlikusių gamtinių ekosistemų sunaikinimo sąskaita.

Kaip pastebėta daugelio pasaulio išsivysčiusių šalių vartojami gamtiniai ištekliai yra kitose pasaulio šalyse arba sąmoningai importuojami iš užsienio. Prekyba skatina Europos išteklių importą į Europą ir tuo būdu dalį savo keliamo poveikio aplinkai grėsmes ir kai kurias poveikio rūšių pasekmes perkelia į (užsienį) kitų valstybių teritorijas, kitus žemynus. Tokiose probleminiuose (ekologiškai nestabiliuose) regionuose, kur vartojimas smarkiai lenkia natūralių išteklių atsinaujinimą, gyvena net trys ketvirtadaliai pasaulio žmonijos. Iš kitos pusės susiklostė paradoksali situacija – kada vos kelios valstybės (JAV, Kinija) išnaudoja daugiau nei 40 proc. nuo eksploatuojamų globalių išteklių kiekio, reikalingų tų šalių ūkio įvairių sektorių potencialui vystyti. Europa šiuo metu jau suvartoja maždaug du kartus daugiau negu pagamina iš atsinaujinančių gamtos išteklių (*WWF, Zoological Society of London (ZSL), Global Footprint Network (GFN) 2008, Living Planet report 2008.*)

XXI a. stebimas kaip niekada spartus pasaulio žmonijos perėjimas iš jaunos į brandesnę globalią bendruomenę, įpareigojantis turėti ir vadovautis tvarios pasaulio civilizacijos principais. Suprantama, kad didėjanti žmonių megapopuliacija, nori ar nenori – turės paisyti biosferoje egzistuojančių dėsnių ir veiksnių limituojančių kol kas mažai ribotą, vienintelės rūšies plėtrą poveikį.

Daugelio šalių mokslininkai, tyrinėjantys įvairių žemės sferų sistemas siekia nustatyti mūsų planetos gyvybinės aplinkos galimybių ribas. Tyrinėtojai bando išsiaiškinti kompleksinius biologinius - geofizinius procesus, lemiančius biosferos (ir kitų sferų) savireguliaciją. Ekologai teigia, kad egzistuoja esminių procesų ekosistemose slenksčiai, kuriuos peržengus ekosistemų funkcionavimas iš esmės pakinta. Bandymai nustatyti ir kiekybiškai įvertinti žemės galimybių ribas inicijavo platesnę diskusiją, ar iš viso tai yra įmanoma padaryti ir ar yra prasmingi mėginimai nustatyti bendrą ribą procesų, kurių dalis iš

prigimties yra lokalūs. Kritikos susilaukė mokslinis atliktų darbų pagrindimas bei konkrečių reikšmių priskyrimas ir bandymai suvesti kompleksines sąveikas į vienareikšmės įtakas

(Brewer P., 2009, *Planetary boundaries: Consider all consequences. Commentary. Nature reports' Climate Change. The news behind the science. The science behind the news'* October 2009: 117-118; Samper C., 2009, *Planetary boundaries: Rethinking biodiversity. Commentary. Commentary. Nature reports' Climate Change. The behind the science behind the news'* October 2009: 118-119;)

Keblumų iškyla bandant suderinti ribų klausimus su etinėmis ir ekonominėmis problemomis bei verčių painiojimas su tikslais. Teigiama, kad kiekybinių ribų įtvirtinimas gali suvėlinti efektyvių veiksmų priėmimą ir prisidėti prie aplinkos būklės pablogėjimo iki kritinės ribos. Pasaulio ekonomikos forumas įspėjo, kad dėl padidėjusios tarpusavio sąveikos tarp įvairių rizikos formų susidaro aukštesnio lygio kompleksinės grėsmės (*angl. systemic risks*)

(*World Economic Forum (WEF) 2010, Global Risks Report 2010, World Economic Forum, Genva*)

Ne paslaptis, kad vis didėjančios papildomos apkrovos ir peržengti leistini limitai visai biosferai žymia dalimi nulemtos ir jau beveik visiškai priklauso nuo dabartinio globalaus masto, intensyvumo ir – svarbiausia šiuolaikinės industrinės visuomenės plėtros modelio nedarnumo.

XX a. pabaigoje kasmetiniai įvertinami globalūs materialiniai nuostoliai įvairioms Žemės sferoms (tame tarpe neatsinaujinančių ir santykinai atsinaujinančių gamtinių išteklių alinamas, oro, vandens, gamtinių ekosistemų tarša, biologinės įvairovės naikinimas ir kt.) siekė per 33 trilijonus (10^{12}) USD (*McLaren et al., 1998*).

Gamtosaugininkų sukurtas ir išpopuliarintas terminas - „ekologinis pėdsakas“ (nuo *angl. ecological treis*) yra suprantamas kaip intensyviai eksploatuojama teritorija, kuri reikalinga tam, kad būtų patenkinti esami gyventojų poreikiai. Ji apima maisto, kuro, medienos ir kitų reikalingų produktų, techninių kultūrų, pašaro gyvuliams ar medžiagų suvartojimą, įskaitant ir to pasėkoje paskleidžiamą taršą (pvz., CO₂ ir kt. išmetimai. Pvz., Europos aplinkos apsaugos agentūros (EAA) duomenimis 38 valstybėse EAA narėse i vienam gyventojui „ekologinio pėdsako“ teritorijos plotas vidutiniškai sudarė 4,5 ha (Didž. Britanijoje tenka 5,3 ha), nors turėtų užtekti 2,1 ha. - tiek kiek siekia tokių teritorijų biologiniai pajėgumai. Lietuva patenka į šalių grupę, kur vieno gyventojų ekologinis pėdsako vidutinis plotas svyruoja tarp 2–3 ha.

Pažeista aplinka susilpnina buvusių išteklių - gamtinių ir ekonominių pagrindus, o atsiradęs skurdas paskatina dar labiau pažeisti gamtinę aplinką - perekspluatuojant išteklius; toliau degraduojanti gyvenamoji aplinka veda į socialinius konfliktus, o pastarieji nuveda vėl į dar didesnį skurdą. Prie jo prisideda dar viena pavojų kelianti biosferos

sistemų degradavimo savybė – įvykusių negatyvių pasekmių negatyviosios sąsajos, kurių eigoje „įsijungia“ ir sustiprinantys vienas kitą cheminiai/molekuliniai mechanizmai (sinergizmo reiškinyje apibūdinamas kaip įvairių teršalų/pavojingų medžiagų pakliuvusių į ekosistemas bendras poveikis gyviems organizmams).

Šiandien registruojami nepalankūs žmonių visuomenės gerbūvio sampratai kiekybiniai/sisteminiai/funkciniai pokyčiai biosferoje yra jau suprantami ir traktuojami kaip globalaus masto ekologinės problemos, kurių priežastys slypi paskutiniųjų šimtmečių žmonių veikloje (gautas ir papildomas problemų paveldas). Laiku identifikuoti ir apibūdinti sudėtingus globaliai plintančių pavojingų pokyčių pradmenis ar jų sukeltų ekologinių problemų lokaliuose aplinkose dalis yra sunku, o kartais ir neįmanoma. Visu pirma, dėl per didelio atotrūkio tarp priežasčių ir pasekmių istoriniame laike. Dėl šios priežasties, fiksuojamos mus supančio gyvojo pasaulio netektys (kaip pasekmė sunaikintos rūšys) suvokiamos jau po laiko – kada atitaisyti jų praktiškai neįmanoma, nes priežastys prasidėjo žymiai anksčiau.

Kol kas turime daug informacijos apie atskiras detales, bet per mažai suvokimo kaip keičiasi ekosistemų vidiniai ir išoriniai medžiagų/energijos apytakos mechanizmai globalaus antropogeninio poveikio fone.

Nuo civilizacijų aušros žmonių bendruomenės vystymasis atitinka materialinės paradigmos scenarijų, pagrįstos antropocentristinio požiūrio, kur gamtinė aplinka traktuojama kaip naudojama priemonė siekiant žmogaus vartotojiškos gerovės. Vos prieš tris amžius (~ 280 metų) įsisiūbavusi ženklesnė pramonės revoliucija sudarė prielaidas žmonėms manyti, kad Žemės gamtinė aplinka yra neribotų išteklių visuma, kuri skirta visiems tik jų kuriamiems materialiams planams realizuoti.

Nors į iškylančias ekologines problemas galima žvilgtelėti ir kitokiu optimistiškesniu rakursu. Visais laikais ir visos civilizacijos visame pasaulyje naudojosi ir tebesinaudoja ekosferos sukauptais ištekliais (pvz., akmens anglies, naftos, dujų, durpių, įvairiarūšių metalų rūdų, mineralų sandraupos) kurie šiandien yra tarsi „užrakinti“ nuo supančioje aplinkoje vykstančių procesų. Tapę neprieinamais ekosistemų aktyviems naudotojams jie visai nedalyvauja ir globaliuose biogeocheminiuose cikluose – taigi nepanaudojami šiandieninių ekosistemų gyvybinėje veikloje. Žmogus, paimdamas juos iš stagnacinio būvio (išteklių eksploatacija bei tolesnis perdirbimas) toliau juos transformuodamas (pvz., organinio/fosilinio kuro deginimas) į prieinamą aplinkai atskirų elementų ar neilgalaičių junginių formą (pvz., CO₂, (NO)_x emisijos į atmosferą) „įveda“ papildomus vienus ar kitus medžiagų kiekius į biosferoje vykstančią medžiagų ir energijos srautų sąveikas konkrečiuose

biogeocheminiuose cikluose – kas suteikia naujas prielaidas (sąlygas) gyvybės formų raidai...

Žemės - kaip vientisos ir kartu kaip sudėtingos savo daugiaplaniais neorganinio, organinio pasauliais bei ten vykstančių procesais, jos sferų tarpusavio sistemų sąveikų pažinimas negali ribotis vien tik tradiciniais gamtos mokslais. Čia susiduria ir tampa žymiai platesnio integruotų tyrimų lygio apibendrinimais kitų neįvardytų fizinių, biomedicinos, technologijos, socialinių bei humanitarinių mokslų sričių kryptyse sukauptos žinios.

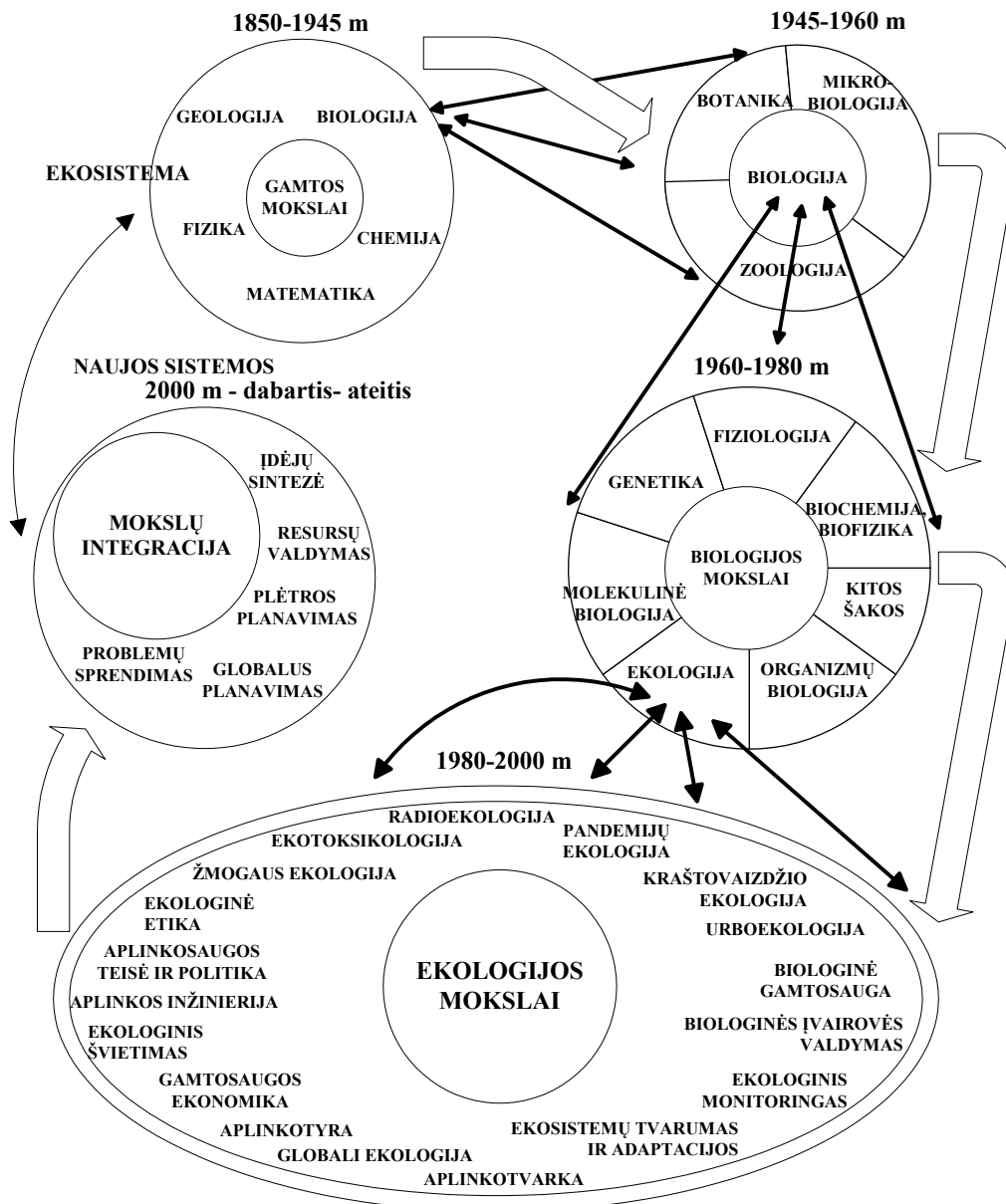
Analizuojant bet kurią problemą surikiuojama tam tikra tvarka, sukaupotos žinomų faktų statistikos, tyrimų rezultatų, analizės ir apibendrinimų ir sukuriami tam tikra jų hierarchinė sistema, kuri duoda galimybę suprasti plačiau, o sykiu pasitelkiant analogiškus atsiekimus kitų mokslų srityse, sudaro prielaidas gilesniam pažinimui.

Iš vienos pusės stengiantis suformuoti įvairiapusį ir tuo pačiu realesnį požiūrį į šiandienines ekologines, aplinkosaugos problemas, nagrinėjamos temos konkretinamos integruojantis įvairioms taikomosios ekologijos, fizinių, technologijos mokslų šakoms (ekotoksikologijos, aplinkotyros, inžinierinės hidrologijos, aplinkos chemijos ar kt.) - kuriami būdai, technologijos, konkretūs veiksmai ir sprendimai kai apvalyti užterštą orą, vandenį, dirvožemį). Iš kitos pusės kai kurioms ekologinėms problemoms spręsti reikalingas ne tik žymiai platesnis mokslų sričių laukas (kompleksiška atskirų visuomeninės veiklos dalių – sveikatos apsaugos, švietimo) bei atskirų valstybių politikos ir tarpvalstybinė integracija.

Ekologijos šaknys siekia fundamentalius Žemės mokslus (geologija, fizika, chemija, matematika), kur ji buvo biologijos viena iš sudėtinių dalių. Nuo XX a. pačioje biologijoje atsirado ir iškilo atskiros naujos jos šakos, susiformavusioje platesnėje nei vienoje mokslų srityje, taigi ir ekologija praplėtė savo pažinimo sferą. Dabartiniu metu ekologija, ypač daugelis jos taikomųjų šakų tapo susietomis ne tik su atskirais fizinių ar biomedicininų mokslų, bet socialinių, technologinių sričių mokslais. Užsieninėje literatūroje tokios taikomosios ekologijos šakų sąjungos su kitų įvairių mokslų sričių atskiromis mokslų šakomis bei jų daugėjimas kartais vadinamos bendriniu ekologijos mokslų lauku.

Šiame amžiuje pasaulyje įvairiose aukštosiose mokyklose, universitetuose vyksta orientacija į naujų interdisciplininių studijų programų diegimą, kuriose būtų skatinamos naujos tardisciplininių studijų programos – vadinamųjų integruotų mokslų – siejamų su žmogaus ir jį supančios gyvybinės aplinkos santykių ir problemų sprendimais. Interdisciplininėse studijose bandoma pažinti ir suprasti ne tik esamos aplinkos visuminę būklę, bet ir jos praeitį, o svarbiausia – tolesnio valdymo kelius. Globalios ekologijos, kartu

su kitais taikomosios ekologijos praktiniais aspektais, interesų ribos tebesiplečia. Integruotas ekologinių problemų nagrinėjimas sąlygoja bandymus spręsti iškylančius daugiaplanius klausimus, ne ignoruojant juos ar priimant tik laikinus, neva gelbstinčius sprendimus ir taip nukeliant ateičiai ar paliekant tik siauram mokslininkų ir techninių specialistų ratui. Kol kas tokia integracija nelabai dera su esama akademinė mokslų fragmentacija, tačiau ji būtina pilnakraujam globalių ekologinių problemų sprendimui. Kaip tai vyks XXI a. parodys netolima ateitis.



pav. ...Ekologijos kaip vienos biologijos šakų iki ekologijos ir galimos tolesnės mokslų integracijos ateityje raida (nuo 1850-1960-2000 ir toliau ...) ir tolesnės sąsajos su kitais mokslais – nuo „šaknų“ iki „vaisių“ geneologinis medis tampa panašus į uždarą makroekosistemą. (pagal G. W. Barrett, 2001)

Savo ruožtu ta pati globali ekologija irgi apima ne ką mažesnę kitų mokslų sričių ir šakų ratą. Persipindama su kitų krypčių ir sričių mokslais, pasinaudodama jų žiniomis ir pasiekimais ji tampa itin integralia ir sisteminio lygio disciplina.

Daugelis dabartinių antropogeninės kilmės veiksnių aplinkai tokių kaip poveikis atmosferos dujų sudėčiai, jų kiekių tarpusavio santykiui – kas tiesiogiai siejasi vykstančia globalia klimato kaita, yra ženklūs, tačiau vis dar stabilizuojami sąveikaujančių natūralių procesų, vykstančių įvairiose

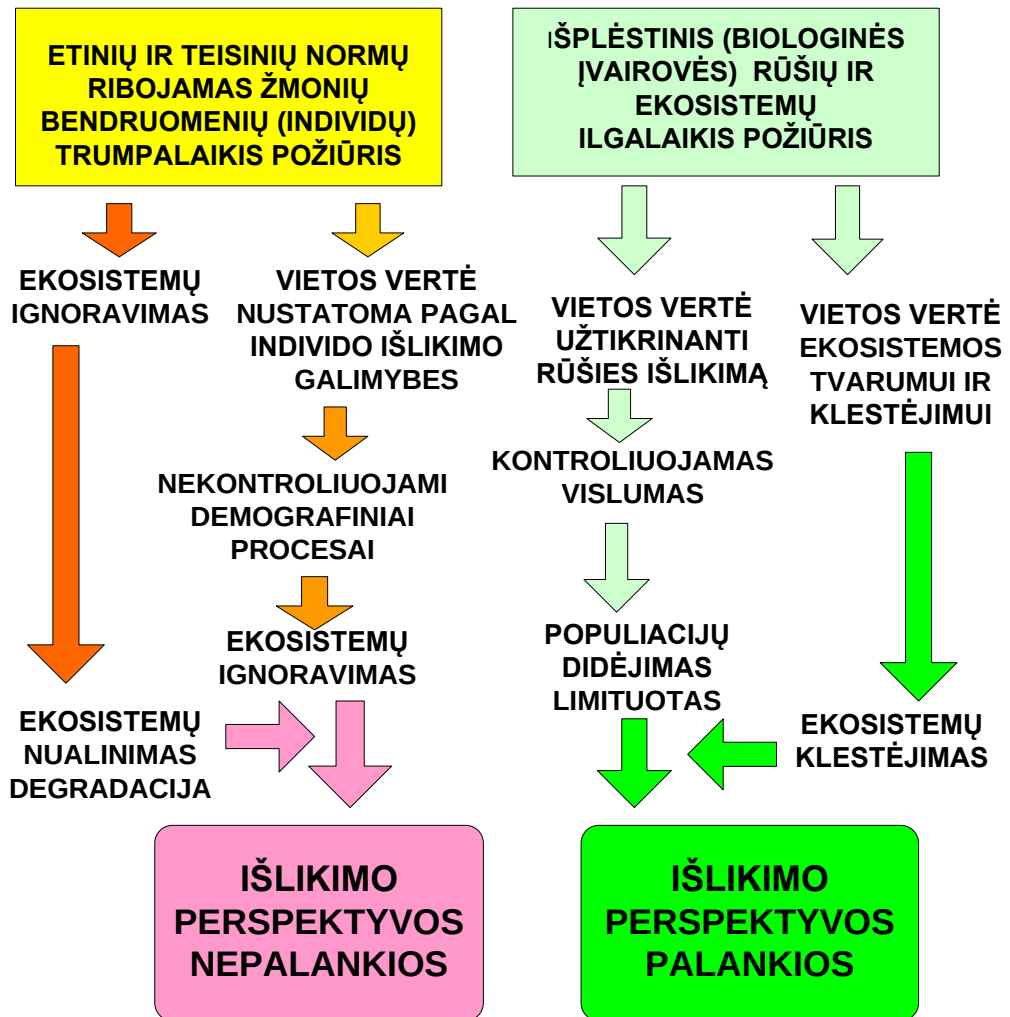
Žemės sferose. Saulės energijai padedant atmosferoje, hidrosferoje egzistuojančios buferininės sistemose vis dar sugeba „prigesinti“ pramoninės gamybos sukeltus drastiškus pokyčius; neutralizuoja kai kurias antropogeninės veiklos atliekas, suskaido, panaudoja kitose savo procesuose arba sandėliuoja kaip išteklius (pvz. anglies dvideginį į karbonatines nuosėdas vandenynuose), ir taip sumažina galimas jų neigiamas globalias pasekmes tokias kaip staigią klimato kaitą (šiltnamio efektą, barinių slėgių rajonų persiskirstymą, debesuotumą, rūgščių lietų intensyvumą, atsirandančius saulės energijos kiekio netolygumus atskirose teritorijose ir kt.). Kol kas yra reguliuojama ir cheminių elementų kiekių kaita aplinkoje atskirose biogeocheminių ciklų grandyse.

Vertėtų prisiminti, kad vis dėlto kai kurie aktualių šiandien globalios antropogeninės veiklos grėsmių scenarijų realūs virsmai jau ne kartą vyko Žemėje ir jų pasekmės biologinei évairovei buvo drastiškesnės, tačiau priežastys juo sukėlusios buvo visai kitos (pvz., prieš 55 mln. metų Žemėje vykę plioceno – eoceno epochoje vykę klimato kaitos procesai, kai pasaulio vandenynas parūgštėjo ir atšilo 5-6° C).

Tiek Žemėje tiek Saulės sistemoje vykstantys procesai savo mastu tiek trukme erdvės ir laiko lygmenyje yra labai nevienodi. Nors daugelis jų pastoviai vykstantys skirtingose Žemės sferose skirtingu laiku ir/ar periodiškumu yra tampriai susieti, tačiau tie ryšiai mums ne visada akivaizdūs. Daugelis iš jų lengviau suvokiami ir komentuojami tik labai siaurame - istoriniame laike išskirtinai jau kaip antropogeninio poveikio priežastys. Vien jau dėl ko toks jų vertinimas, globalių pasekmių požiūriu, tampa ne visada objektyviu.

Platesnis ir ne vienos mokslo disciplinos apribotas, o jau daugiapakopis požiūris į vykstančius globalius procesus visoje jų raidoje padeda geriau suprasti visos biosferos raidą ir ten vykstančių procesų sąsajas. Saulės sistemos raidos ir tame kontekste Žemės praeities pažinimas padeda daugiau sužinoti apie planetos ir mūsų ateitį, įgalina numatyti galimos raidos perspektyvas.

Mokslininkai palygina egzistuojančių biosferoje natūralių (rūšių/populiacijų/ekosistemų) ir dirbtinių (globali žmonių bendruomenė) sistemų raidos ypatumus ir vertina jų galimybių palankumą išlikti ateityje (žiūr. pav.). Kairėje pusėje žmonių bendruomenėje etiniai/teisiniai principai buvo daugiau nukreipti į bendruomenės individų suvaržymus, bet ne į visos visuomenės santykių su aplinka harmonizavimą. Nereguliuojami demografiniai procesai, sukauptų ekosferoje išteklių alinimas ir supančios aplinkos būklės bloginimas sau patiems – sukuria prielaidas riboto požiūrio į ateities aplinkos būklę – tuo pačiu kuria prielaidas trumpalaikiam tokios bendruomenės egzistavimui. Dešinėje esančio scenarijaus kuriama prielaida orientuota į ilgalaikį išlikimą. Tai pagrindžia subalansuoti natūralių sistemų savireguliacijos mechanizmai (populiacijų didėjimo, išteklių naudojimas ir jų kaupimas, tolesnis ekosistemų gyvybingumas) reguliavimas.



pav. ... Du kontrastingi modeliai apibūdinantys trumpalaikį ir ilgalaikį išlikimą gamtinėse ir antropogeninėse sistemose (pagal V. R. Potter, 1988).

Balansavimas tarp galimos lokalsios ekosistemų degradacijos ir jų atsvaros destruktiviajai kaitai – natūralių ekosistemų raidos išsaugojimas – kaip globalios pusiausvyros palaikymo būtinybė šiandien yra viena iš svarbiausių globalių ir ne tik ekologinių problemų. Tinkamos biologinei įvairovei ir mums patiems gyvenamosios aplinkos plačiąja prasme apsauga yra siejama daugiausia ir su globalų šios aplinkos degradavimą sukeliančiomis demografinėmis priežastimis. Pastarieji procesai vyksta aukštesnių gyvenimo

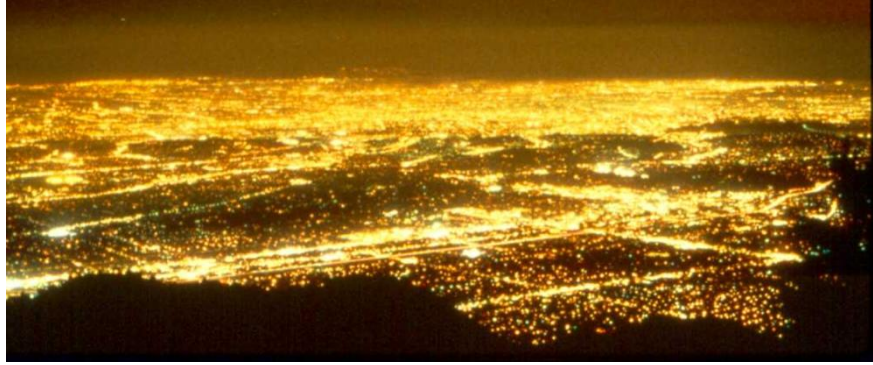
standartų siekimo, įvairių ir nevaržomų, nors kartais labai pavojingų technologijų bei daugialypės praktinės veiklos plėtros ir su visa tai susijusio destruktivaus poveikio biosferai fone. Gyvenimo sąlygų gerinimas sau, kaip taisyklė, vyksta ignoruojant gamtinėje aplinkoje egzistuojančius medžiagų/energijos ekosistemose dėsnius. Pavyzdžiui, rytinėje JAV pakrantėje nuo Bostono, Niujorko ir Vašingtono vien tik esantiems žmonių būstams apšildyti sunaudojamos energijos kiekis prilygsta 1 proc. Saulės energijos, krentančios į Žemę tokio pat dydžio teritorijai (kasmet į Žemę patenkančios iš Saulės energijos 1 proc. sudaro $5 \cdot 10^{20}$ ccal/per metus).

Urbanizuotose teritorijose, o ypač megapoliuose, jau susiformavo ir egzistuoja savitas mikroklimatas. Pavyzdžiui, Niujorke Manheten'o rajone nakties $15,5^{\circ}\text{C}$ temperatūra - net devyniais laipsniais aukštesnė nei artimiausiuose priemesčiuose ($6,6^{\circ}\text{C}$). Tokių didmiesčių su jau naujai sukurtais ir specifiniais mikroklimatais, kurie yra netaupiai eikvojamų energetinių išteklių rezultatas Žemėje vis daugėja. Akivaizdu, kad keičiasi ir jų geografinis pasiskirstymas – ką patvirtina ir naktinės didelių teritorijų švytinčios žiburiai ir rūkstančiais kaminais nuotraukos. Visa tai nurodo ir į besiplečiančią ekonominio/ūkio sektoriaus, kuris siejamas dar ir su globaliu neigiamu aplinkai poveikio teritorijų didėjimu.

Šviesos tarša - naktinio dangaus apšvietimas dirbtiniais šviesos šaltiniais, kurių šviesa išsisklaido žemuose atmosferos sluoksniuose. Susidarantys taip vadinami šviesos kupolai: atsiranda dėl į viršų nukreiptos ar atspindimos šviesos. Kartais šis reiškinys vadinamas šviesos smogu.

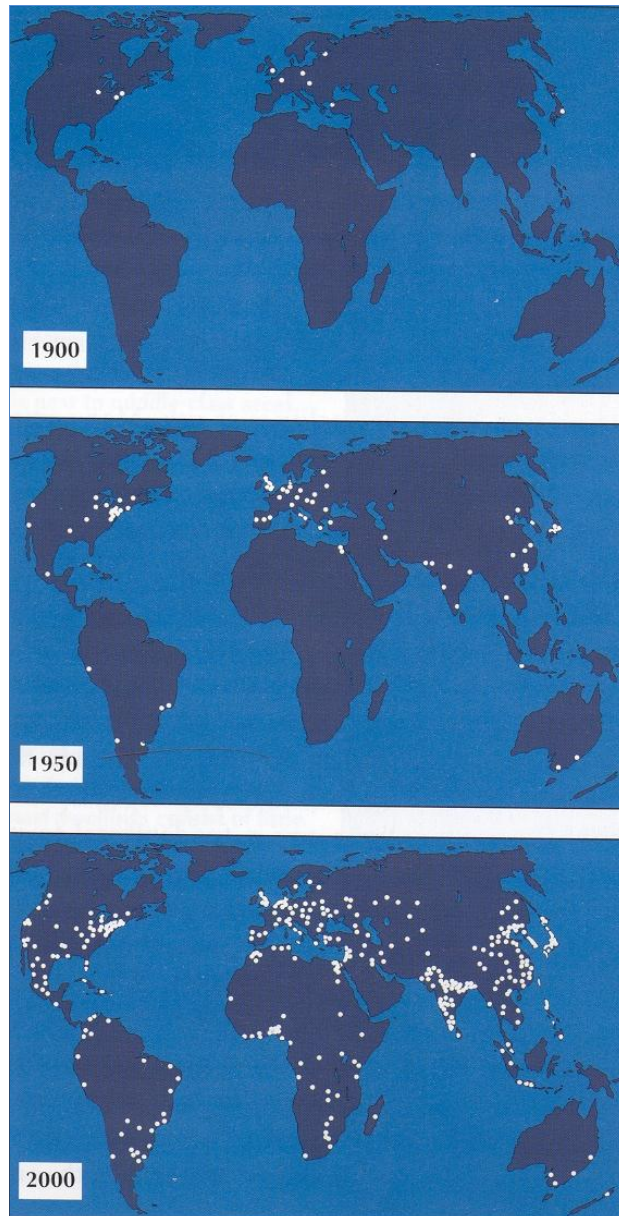
Paradoksas - apie du trečdalius Žemės gyventojų, specialistų teigimu, niekada nematė tikro naktinio dangaus. Kas penktas Žemės gyventojas jau neturi galimybės pamatyti Paukščių Tako, nes naktų darosi per šviesu nuo dirbtinio dangaus skliauto apšvietimo....





Pav. ..Los Andželo naktinis dangus 1908 ir 1988 metais (<http://darksky.org/>)

Šviesos tarša neigiamai įtakoja gyvų organizmų sveikatą. Kartu tai ir yra perteklinis energijos naudojimas. Šviesos kupolai sparčiai plinta išsivysčiusiuose regionuose. Dabartiniu jau įsisąmoninta, kad efektyvesnis yra išankstinis projektavimas negu kova su pasekmėmis vėliau ..



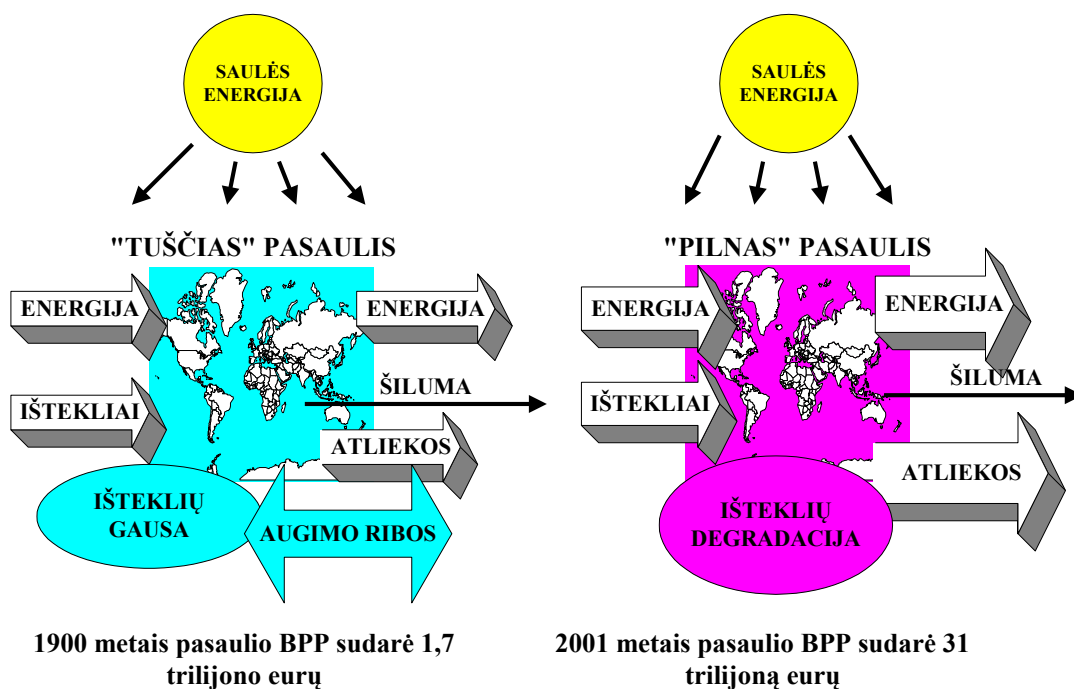
pav. .Sparti „šviečiančių teritorijų“ plėtra XX-XXI a, a, pasaulyje – ekonomikos, pramonės, urbanizuotų teritorijų pastovios plėtros ir globalaus energetinių išteklių naudojimo pavyzdys (informacijos šaltiniai iš meteorologinių palydovų viešai skelbiamų duomenų)

Nuo pramonės revoliucijos laikų nuolat didėjanti žmonijos įtaka planetai po Antrojo pasaulinio karo ėmė nepaprastai greitai stiprėti, kad net šią fazę mokslininkai vadina „didžiąja akseleracija“.

Vien tik per XX amžiaus devintojo dešimtmečio trejus metus (1995-98) bendras pasaulinis produktas (BPP) padidėjo 4,5 trilijono JAV dolerių (\$). Šio produkto globalus augimas per minėtus metus buvo kur kas didesnis nei per 10 000 metų (nuo žemdirbystės pradžios iki 1950 metų).

Visame pasaulyje žmonių bendruomenės susiduria su ta pačia dilema: gero gyvenimo siekimas šiandien, pilnesnis ir netobulas esamų išteklių panaudojimas (jei ne naikinimas) – viso šito pasekmės – destruktiniai aplinkos pokyčiai biosferoje. Pasaulio išteklių instituto teigimu dabartinis pasaulis kol kas juda ne tolydžios ateities, bet potencialių aplinkos bei žmonijos katastrofų linkui.

pav. Pasaulinio ekonominio augimo tempai iki 1900 metų ir iki 2001 metų



2011 metais JAV bendras vidaus produktas siekė 14,66 trilijonus \$ dolerių, o tai yra apytikriai ketvirtadalis viso pasaulio ekonomikos dydžio.

Egzistuojantys tarptautinės ekonominės politikos scenarijai, nors ir vertinantys pasaulio ekonomiką daugeliu aspektų, nėra tobulai išbalansuoti įvairių pasaulio regionų atžvilgiu (turtingo ir „trečiojo pasaulio“ kontrasto problemos). Pastoviai išlieka žmogiškojo – „ego“ ir ateities vizijos – „eko“ dilema: ar sieksime gyventi geriau tik šiandien ar suteiksime tokią pat galimybę ir mūsų palikuonims Žemėje rytoj ?

Apskritai globalios tendencijos parodo, kad egzistuoja daug kompleksinių mus supančiai grėsmių rūšių, galinčių padaryti daug nuostolių ar žalos visai biosferai o ne tik atskiroms jos struktūroms. Nuostolių mastai priklauso nuo to, kokios sąsajos jungia tą ar kitą sistemą su kitomis ir su visuma.

lentelė Požiūrio į globalias aplinkosaugos problemas evoliucija (informacijos šaltinis EAA, 2010)

Laikotarpiai, kai dėmesio centre buvo	Klimato kaita	Gamtinė aplinka ir biologinė įvairovė	Gamtiniai ištekliai ir atliekos	Aplinka ir sveikata
1970 m (iki šiandien)		Išsaugoti atskiras rūšis	Pagerinti atliekų tvarkymą, kontroliuoti pavojingas medžiagas atliekose, sumažinti atliekų šalinimo poveikį, Sumažinti sąvartynų ir išsiliejimų poveikį aplinkai.	Sumažinti tam tikrų teršalų emisiją į orą, vandenį, dirvožemį, pagerinti, nuotekų išvalymą.
1990 m (iki šiandien)	Sumažinti Šiltnamio efektą Sukeliančių dujų išmetimus iš pramonės, transporto, žemės ūkio	Įkurti ekologinius tinklus; Valdyti invazinių rūšių paplitimą; Sumažinti žemės ūkio, miškininkystės, žuvininkystės ir transporto apkrovą aplinkai	Rūšiuoti atliekas; Sumažinti atliekų susidarymą	Sumažinti išmetimų kiekius iš bendrų šaltinių (transporto triukšmo ir oro taršos mažinimas) į orą, vandenį, dirvožemį; pagerinti cheminių medžiagų valdymą.
2000 m (iki šiandien)	Sukurti ekonominius mechanizmus, numatyti elgesio paskatas ir subalansuoti vartojimo poreikius; Pasidalinti pasaulinę naštą mažinant ir prisitaikant prie klimato kaitos.	Ekosistemų funkcijų išsaugojimą susaistyti su klimato kaita, išteklių naudojimu ir sveikatos apsauga; Įtraukti gamtinių išteklių (gėlojo vandens, dirvožemių, biologinės įvairovės) sąnaudų įvertinimą	Pagerinti išteklių naudojimo (maisto, energijos, vandens) efektyvumą ir vartojimo prioritetus didėjančios paklausos mažėjančių išteklių ir konkurencijos sąlygomis; Švaresnė gamyba.	Sumažinti bendrą žalingų teršalų ir kitų veiksnių poveikį žmonėms; Geriau susieti žmonių sveikatingumą su ekosistemų išsaugojimu.

		priimant sprendimus ne aplinkos apsaugos sektoriuose.		
--	--	---	--	--

Atskirai reikėtų pažymėti, kad nuo XX a. devintojo dešimtmečio pastoviai augo ekologinių/aplinkosauginių problemų globalaus supratimo ir tolesnių priimamų sprendimų kompleksiskumo mastai.

Daugelis esminių procesų, stebimų įvairiuose sausumos, jūrų ekosistemose yra globalūs ir pasižymi kompleksinėmis grėsmių charakteristikomis, tokiomis kaip:

- ❖ Yra tarpusavyje susijusios, kompleksinės, dažniausiai globalaus pobūdžio (klimato kaita, gamtinių išteklių alinimas ir biologinės įvairovės degradavimas, geriamo atatinkančio sanitarines normas vandens problema ir kt.);
- ❖ Yra susijusios su kitomis kitų sričių - socialinėmis ir ekonominėmis problemomis, pakertančiomis svarbių visuomenei teikiamų ekosistemų paslaugų funkcijas (pvz., netausojantis esamų išteklių naudojimas);
- ❖ Kadangi iššūkiai aplinkosaugai tampa vis labiau kompleksiškesni ir vis labiau susiję su kitais visuomenės poreikiais, neapibrėžtumais, todėl ir su jais susijusių rizikų ratas tampa vis platesnis.

Analizuojant ir apibendrinant vykstančius biosferoje pokyčius dėl didėjančios antropogeninės – kaip galingo veiksnio aplinkai, globalios klimato kaitos, gamtinių išteklių ir ekosistemų teikiamų paslaugų valdymą, „žaliosios“ ekonomikos integruotos politikos stiprinimo aspektus bei esamas aplinkos informacines sistemas galima teigti, kad :

- ❖ reikalingos gilesnės žinios apie atskiruose regionuose/žemynuose aplinkos būklės kompleksinius ryšius su globaliais procesais, jų kompleksinį poveikį sąlygojantį kompleksinių grėsmių augimą. Šios tarpusavio sąveikos ir jų raidos tendencijos, kurių dalis dalis neturi teritorinių ribų turės rimtų pasekmių ir kels potencialią grėsmę tiek atskirų tiek visų pasaulio valstybių ekonomikos ir visuomenės saugumui;
- ❖ geresnis praktinių ekologijos ir aplinkosaugos uždavinių sprendimas ir tolesnis aplinkos apsaugos tarptautiškumo stiprinimas turėtų teikti visokeriopą naudą globaliu mastu;
- ❖ išskirtinis dėmesys biologinei įvairovei, gamtiniais ištekliais, ekosistemų funkcijų valdymui padidina sistemų atsparumo (rezistentiškumo) ir atsigavimo gebas. Turi būti pasiekta pusiausvyra tarp būtinybės išsaugoti gamtos turtus jų naudojimo ekonomikos plėtrai;

- ❖ tik gera ekologinė būklė ekosistemose gali užtikrinti gyvybingą ir palankią žmonėms aplinką nuo kurios priklauso jų sveikata ir tolesnė gyvenimo kokybė;
- ❖ įvairiose politikos srityse integruoti veiksmai gali padėti pasiekti teigiamų rezultatų ne tik sektorinės ir aplinkosaugos politikos siekių įgyvendinimui, bet ir gauti bendros naudos visai ekonomikai;
- ❖ tvarus, tausojantis gamtinių išteklių valdymas gali būti pasiektas pereinant prie „žalesnės“ ir efektyvesnės išteklių naudojimo ekonomikos. Panaudojant švietimo, visuomenės informavimo priemones stengtis suformuoti bendros galvosenos pokyčius apie gamtinių išteklių, ekosistemų teikiamų paslaugų naudojimo siekiant ilgalaikio globalios aplinkos tvarumo.

Pastebima, kad ankstesnis ekologinių ir su jomis neatsiejamų aplinkosauginių problemų supratimas ir suvokimas keičiasi – jos tampa ne siaurais paprastais ir atskirai sprendžiamais klausimais – suvokiamų problemų ribos plėtėja, jos darosi vis kompleksiškesnės. Kiek viena iš jų jau tampa atskira tarpusavyje susijusių funkcijų dalimi, kurią sąlygoja įvairių daug gamtinės ir socialinės kilmės veiksnių. Nustatyta, kad ne tik egzistuoja daug kompleksinių grėsmių aplinkai rūšių, bet ir didesnis pavojus kilti katastrofoms dėl per ilgą laiką jau susikaupusių ir neišspręstų problemų ar staigiai įvykstančių procesų.

Tolesniuose tekstuose nėra teiginių apie neišvengiamą Biosferos degradaciją, tačiau pateikiama nemažai informacijos ir pasvarstymų apie neigiamas ekosistemų kaitos tendencijas, kurios gali sukelti tolesnes potencialias grėsmes ir kaitas tiek gamtinėse tiek socialinėse sferose.

NERETAI LOKALIOS EKOLOGINĖS PROBLEMOS, GREITAI TAMPA GLOBALIOMIS ...KAIP PASIKEITĖ PLANETA PER DU DEŠIMTMEČIUS – TIK NUO 1992 METŲ ...

Milžiniški socialiniai, ekonominiai ir politiniai pokyčiai formuoja ir transformuoti dabarties tikrovę. Veikiant tokioms galingoms varomosioms jėgoms kaip: demografija, ekonominė plėtra, mokslas ir technologijos, valdymas, paties žmogaus raida, kultūra, aplinka - per pastaruosius dešimtmečius surinkti duomenys apie globalią aplinkos būklę rodo, kaip sudėtinga gali būti numatyti tolesnę įvykių eigą tokio trumpo laiko skalėje. Visų pripažįstami pagrindiniai regioniniai ir globalūs klausimai yra aktualūs visiems pasaulio gyventojams (šiltnamio dujų emisijų didėjimas atmosferoje, globali tarša, vandenų rūgštėjimo, stratosferos ozono sluoksnio ir klimato kaitos ir kt.) pastaraisiais dešimtmečiais metais skatino daug preventyvinių veiksmų. Kai kurie šiuolaikinio gyvenimo ir poveikio aplinkai aspektai gali būti bendrais bruožais numatomi, tačiau yra daug tokių iššūkių, kad ir susiejus juos su pažangiomis technologijomis, bus labai sunkūs.

Kaip elgtis mums - pasaulio visuomenei ?, tikint tolimesnės palankios globalizacijos perspektyvomis, sprendžiant pirmiausia rinkos ekonomikos, platesnius socialinius ir aplinkosaugos klausimus ?, įgyvendinant politiką, pagal kurią būtų koordinuojami veiksmai, siekiant išspręsti socialines, aplinkosaugos problemas ir pasaulio ekonominio vystymosi plėtrą ? Gal čia gali padėti kuriami kokybiniai ir kiekybiniai scenarijai, kurie daugeliu atžvilgių galėtų nors įžvelgti silniasias ir stipriasias planuojamų veiksmų puses. ?

Niekas nežino, kuris iš sukurtų ar kitų galimų ateities scenarijų bus iš tiesų labiausiai atsiskleisiantis artimiausią 30 metų pasaulio raidą. Daug kas gali nutikti išjudinant esamus politikos sprendimus ir veiksmus, kurių jau buvo imtasi. Prie tolesnių įvykių Žemėje eigos prisidės ir nekontroliuojami veiksniai tiek iš gamtos iš tiek žmogaus pusės. Visuotinai pripažįstama, kad scenarijus neleidžia numatyti, tačiau scenarijai gali atsakyti ne, kas atsitiks, bet kas gali atsitikti ir kaip žmonės galėtų veikti skatinti arba neutralizuoti tam tikrus įvykius ar atsiradusias nepalankias tendencijas. Sukurtų scenarijų analizės gali sukelti netikėtų ir novatoriškas įžvalgų. Sukaupta ir apibendrinta objektyvi informacija ir ja pagrįstų sprendimų priėmimas, taip pat turi realų ir labai svarbų vaidmenį formuojant pasaulio ateitį.

Prieš dvidešimt metų (1992) pirmojoje JT tarptautinėje konferencijoje 178 valstybių vyriausybės Rio de Žaneire pasirašė (o vėliau ratifikavo) kelis svarbius susitarimus siekiančius tiek nacionaliniu tiek ir globaliu lygmeniu spręsti žmogaus poveikio biosferai (dėl klimato kaitos, dykumų plitimo, biologinės įvairovės įtakos globaliai aplinkai) ekologines problemas.

2002 metais antrojoje pasaulinėje konferencijoje Johanesburge dėl tvarios plėtros įgyvendinimo plano vyriausybės susitarė, dar kartą patvirtindamos savo pasirašytos Rio de Žaneire „Darbotvarkė 21“ įsipareigojimus. 2012 metais JT konferencijoje dėl tvarios plėtros, arba „Rio +20“, pasaulio valstybių vyriausybių viršūnių susitikime, pagrindinis dėmesys skirtas žaliosios ekonomikos, tvaraus vystymosi, skurdo panaikinimo ir tvaraus vystymosi institucinės struktūros išvystymui. Valstybinių susitarimų tikslas yra atnaujinti politinius įsipareigojimus remti tvarų vystymąsi, apsvastyti padarytą pažangą bei nustatyti įgyvendinimo spragas, spręsti naujus ir išskylančius iššūkius.

Nuo 1992 metų sparčiai kintančiame, besipildančiame naujais reiškiniais pasaulyje ir visuomenėje atsiranda vis nauji aplinkos apsaugos klausimai. Spartėjanti globalizacija, privataus sektoriaus investicijos visame pasaulyje, spartaus ekonomikos kilimo ir recesijos fluktuacijos neabejotinai atsiliepė gamtinei ir mūsų gyvenamajai aplinkai. Per pastaruosius dvidešimt metų, pasaulis geopolitiniu, ekonominiu, socialiniu ir aplinkosauginiu požiūriu pasikeitė daugiau nei buvo planuojama ar net įsivaizduojama. Labai spartūs pokyčiai ar jų raida neįtikėtina raida įvyko informacinių ir ryšių technologijų srityse, kurios paveikė ir kitas pramonės, ūkio ir socialinę sferas.

Internetas, mobilieji telefonai ir kita informacija ir ryšių technologijos padarė pasaulį daug mažesnę ir labiau "globalizuotą kaimą". Visame pasaulyje apie 5 mljrd. žmonių naudojami judriojo telefono ryšio paslaugomis, apie 2 mljrd. yra interneto vartotojai. Socialinė žiniasklaida nuo 2004 metų su "Facebook", labiau nei 800 mln. vartotojų padidino savo įtakos ryšius. Tuo pačiu metu, kosmoso palydovai dabar gali net padidinti iki gatvės lygio, ir teikti detales vaizdus realiu laiku, į naudojamus išmaniuosius smart-telefonus. Nekalbant apie tapusias prieinamas globalias informacines sistemas (GIS) bei globalios pozicionavimo sistemos (GPS) imtuvus.

Stebime, kad ekonominė galia ir gamybos modeliai palaipsniui krypsta į rytų ir pietų regionus, kaip ir žymiau augančios bendros prekybos apimtys. Demografiniai ir ekonominio pajėgumo/išsivystymo skirtumai atskirose šalyse suaktyvino vieną iš globalizaciją pažyminčių požymių – žmonių migracijas.

XX a. 6-7 dešimtmetyje sparčiai augančiai vakarų Europos ekonomikai pritrūko reikalingos darbo jėgos. Tuomet dauguma į migrantų plūstelėjo iš buvusių kolonijų: indai – į Didžiąją Britaniją, alžyriečiai, marokiečiai – į Prancūziją, angoliečiai – į Portugaliją. Septintame dešimtmetyje vokiečiai priėmė 500 000 darbuotojų iš Turkijos. Žlugus SSSR ir nuo 1991 m. sovietinėms respublikoms

tapus nepriklausomoms milijonai žmonių emigravo į Vakarų. Teigiama, kad 2009 m. įmigruojantys į ES ne iš ES šalių pagal kilmės regionus santykiniai pasiskirstė sekančiai: iš Azijos – 29 proc.; iš Š. ir P. Amerikos – 24 proc.; iš Europos šalių nesančių ES – 23 proc.; iš Afrikos – 22 proc.; iš Okeanijos – 2,0 proc.

Būdai, kuriais pasikeitė mūsų aplinka ne taip greitai tampa akivaizdūs visiems pasaulio gyventojams, tačiau nuo to jie netampa mažiau reikšmingesniais. Lyginant įvairių dešimtmečių atskirų regionų Žemėje aeronuotaukas labai gerai matyti kaip pakito Žemės danga; atsirado ir vis didėja dirbtinės - urbanizuotos ar kitaip paveiktos (ariamios žemės, atviros bemiškės, iškirštų miškų ir paverstų dirbamais laukais, pusiau natūralios augmenijos plotai, nuskurdinti, eroduojami dirvožemiai ir kt.) žmogaus veiklos teritorijos. Tai vis didėjančio žmonių skaičiaus ir tuo pačiu augančio poveikio aplinkai pasekmės.

Ekspertų teigimu pasaulinė gyventojų populiacija vystosi ne pagal vieningą scenarijų, tačiau galima įžvelgti ir bendras tendencijas. Pastovi miestų plėtra ir didėjantis vartojimas koncentruoja pagrindinį gyvenimą urbanizuotose erdvėse. Mažėjančios gamtos išteklių atsargos didina konkurenciją dėl jų. Atsiranda naujas įtakos sferų persiskirstymas – nuo vienapolių iki daugiapolių mozaikų. Nuolatinis ekonomikos augimas, spartėjantis technologijų vystymasis ir didėjančios aplinkos taršos apkrovos. Naujos ir vis sunkėjančios klimato kaitos pasekmės. Didėjantis globalus reguliavimas ir valdymas didina fragmentaciją, bet pasekmės panašėja. Keičiasi ne tik biotinė aplinka, bet ir pasaulinio masto ligų pobūdis – kyla vis naujų pandemijų grėsmės.

Toliau didėjantys žemės dangos pokyčiai veikia (sumenkina) ekosistemų teikiamas paslaugas. Tiek gamtiniai (atsistatantys) tiek iškastiniai (neatsistatantys) ištekliai senka, ar kartais tampa nualinti kur kas greičiau, nei mes suprantame, kad staiga tam tikri metalai, tapo labai retais.

... Nors taip vadinami retųjų žemių elementais (RŽE) atrasti XVIII a. kaip oksidiniai mineralai nėra jau tokie reti – patys rečiau iš jų net 200 kartų gausesni už auksą, tačiau yra išsibarstę labai mažais kiekiais įvairiuose pasaulio žemynuose ir tik nedaugelyje vietų sudaro bent kiek didesnes sankaupas. Tai 17 metalų, kurie periodinėje elementų lentelėje išsidėstę vienas šalia kito, o 15 iš jų, nuo lantano (La) iki liutecio (Lu) sudaro nenurūkstamą elementų seką ir telkiniuose randami kartu. RŽE panaudojimo šiuolaikiniuose prietaisuose sąrašas tampa begaliniu - nuo lengvesnių ir galingesnių magnetų iki ekologiškų mašinų (karinė pramonė, medicina, energetika, transportas, plataus vartojimo prekės). Iš jų labai plačiai naudojami itris (Y), prazeodimis (Pr), neodimis (Nd), samaris (Sm), terbis (Tb), disprozis (Dy). Dabartiniu metu retųjų metalų eksploatacija pasaulyje viršija 100 000 t. Daugiausia jų išgaunama Kinijoje ir JAV. Kai kurių iš jų [skandžio (Sc), tulio (Tm), liutecio (Lu)] viršija 3000 \$ už kilogramą...

Augant gyventojų pajamoms lemiamu tampa vis didėjantis gana ribotų ir netolygiai pasiskirsčiusių gyvybinių išteklių poreikis, tokių kaip: vandens, energetikos, maisto, mineralų,

dirbamos žemės. Dabartiniu metu pasiturinčios valstybės sueikvoja daugiau biosferos išteklių, o esama ekonomika leidžia eikvoti dar daugiau. Vienas iš būdų apytiksliai suskaičiuoti valstybės vartojimą yra apžvelgti jos bendrąjį vidaus produktą (BVP) – šalyje per metus pagaminamų prekių ir pateiktų paslaugų visumą.

Pasaulio BVP nuo 1980 iki 2009 m išaugo daugiau kaip dvigubai (nuo 29,8 iki 72,5 trilijono \$). Skaičiuojant BVP vienam šalies gyventojui 2009 m. pirmauja JAV, Norvegijos, Šveicarijos, Jungtinių Arabų Emiratų, Brunėjaus gyventojai – apie 40 000 \$. Augant pasaulio ekonomikai ir atitinkamai kylant pragyvenimo lygiui, biosferos ištekliai vartojami rekordiniais mastais. Toks vartojimas, kylanti gerovė ir didėjantis žmonių skaičius ir toliau labai greitai sekins ribotus Žemės išteklius...

Pasaulio bankas prognozuoja, kad 2030 m. besivystančiose šalyse daugiau kaip milijardas žmonių priklausys „pasaulinei vidurinei klasei“ – 2005 m. tokių buvo apie 400 mln. Dabar jau per vėlu užkirsti 2030–ųjų vidurinėsios klasės atsiradimui, tačiau galima dar apsispręsti, kaip mes visi vartosime...

Tuo pat metu, šie ištekliai dėl žmogaus veiklos jau yra labai suvaržyti įvykusių ekosistemose pokyčių, kurios nulėmė neišvengiamą kintamumą iš dalies ir klimato kaitos poveikį. Natūralių ekosistemų praradimas sumažina vandens sulaikymo gebą (didėja dirvožemio susėjimas, iš kitos pusės staigių potvynių ir tolesnės erozijos grėsmės, sumažėja rekreacinių zonų patrauklumas).

XIX a. pradžioje daugiau kaip milijono gyventojų didmiesčiai buvo retenybė (Londonas, Pekinas, Tokijas). XX a. pradžioje tokių virš milijoną turinčių buvo 16 (pvz., Londonas – 6,5, Niujorkas – 4,2, Paryžius – 3,3, Čikaga – 1,7 mln....), o jo viduryje (1954 m) – 74 miestai. XXI a. 2010 metų duomenimis tokių daugiamilijoninių buvo 442 iš jų 89 – buvo Kinijoje, 46 – Indijoje, 42 – JAV, 21 – Brazilijoje, 12 – Meksikoje. Jei 1800 m. miestiečiai sudarė vos 3 proc. pasaulio gyventojų, tai dabar jau per 50 proc. ir šis skaičius tebeauga.

Persidengiantys metropolijų plotai sudaro milžiniškus urbanistinius tinklus, kurių plotuose gyvena daugiau kaip 50 mln. žmonių. Didžiausias šiandien pasaulio didmiestis yra Tokijas, kuriame gyvena beveik 37 mln. žmonių, daugiau nei Kanadoje ar Lenkijoje gyventojų. Kita vertus, didžiausiuose 25 pasaulio miestuose, sukuriama daugiau kaip pusė pasaulio BVP. Urbanizacija turi ir kitų pranašumų: vidutinis miestietis nesunaudoja tiek energijos kaip kaimo gyventojas ir mažiau teršia aplinką...

Labai didelis gyventojų tankumas, siejamas ir su kitomis infrastruktūromis (pastatai, komunikacijos) ir su išskylančiomis pagrindiniai antropogeninės kilmės pasekmėmis (oro kokybė, tarša, nuotekos, atliekos, jų valdymas) ir su išskylančiomis kitomis aplinkos problemomis gyventojams (žemės drebėjimai, cunamiai, potvyniai, nuošliaužos ir kt.) (JT 2009 b, UN Habitat.2009). Tokių problematiškų didmiesčių skaičius pasaulyje nuolat auga; Tokijas –

Japonijoje, Delis, Kalkuta, Mumbajus – Indijoje, San Paulo – Brazilijoje, Meksikas – Meksikoje, Niujorkas – JAV, Šanchajus – Kinijoje, Daka - Bangladeše, Karačis – Pakistane.

Taigi daugiau nei pusė (per 3,5 mljrd pasaulio žmonių jau gyvena miestuose užimdami tik apie 4 proc. potencialiai tinkamos žemės ūkiui žemės...

Šiandien pasaulio gyventojų skaičius yra nei dvigubai didesni negu buvo 1960 metais (3 mljrd.). Niekada anksčiau gyventojų skaičius taip greitai nepadvigubėdavo, bet nepanašu, kad jis vėl padvigubės. Teigiama, kad demografinio sprogimo epocha baigsis iki 2050 m., kai atsiras daugiau kaip 9 mljrd. žmonių (tokių prognozių intervalas nuo 8 iki 10,5 mljrd.). Jeigu, kaip prognozuojama, 2045 metais šešiuose pasaulio žemynuose gyvens 9 mljrd., pasaulio gyventojų tankumas bus kiek didesnis kaip pusė dabartinio Prancūzijos rodiklio. Deja, kai kuriose vietose ir dabar gyvenimas yra sunkus, kaip antai Dakoje (Bangladešas) ar Kinšasoje (Kongo Demokratinė respublika) kur nėra nei vandentiekio, nei kanalizacijos nei tinkamų būstų, o tik laikinų pašiurių milžiniški rajonai. Įvairiose pasaulio vietose tokiuose lūšnynuose (kai kur jie supa didmiesčius) susigrūdusiems žmonėms reikia pagalbos, bet spręstina problema yra skurdas, o ne gyventojų perteklius ...

Didelių demografinių skirtumų atsirado atskiruose regionuose tarp gyventojų skaičiaus ir jų augimo pokyčių. Pvz., beveik 60 proc. pasaulio gyventojų gyvena Azijoje, 15 proc. Afrikoje, ir kartu dar 15 proc. Šiaurės Amerikoje ir Europoje. Tačiau visas gyventojų padidėjimas nuo 1992 metų yra gerokai didesnis; Vakarų Azijoje – 67 proc., Afrikoje – 53 proc., o visoje Europoje išaugo tik šiek tiek 4% proc.

Lyginant ilgesniame laiko tarpe (1960-2011 m.) pasaulio gyventojų padidėjimas atskiruose žemynuose išlaiko tas pačias tendencijas, skiriasi tik prieaugio tempai atskirose šalyse: pasaulio gyventojų prieaugio vidurkis siekė 133 proc.; Europoje jis mažesnis beveik 5 kartus – 21 proc.; JAV – 72 proc.; Centrinės ir kai kuriose Pietų Amerikos šalyse pasiekė 200-300 proc.; labai išaugo Afrikoje – o Dramblio Kaulo Krante pasiekė net 541 proc.; Viduriniųjų Rytų šalyse viršijo 300 proc.; Azijoje mažiausiai išaugo Japonija – 36 proc.; Indija pagausėjo 782 mln. žmonių (didžiausias vienos šalies indėlis pasaulyje) ir, manoma, 2030 m. pranoks Kinijos gyventojų skaičių; Kinijos 111 proc. gyventojų prieaugis yra net žemesnis už pasaulio vidurkį.

Vertinant kuriame pasaulio mieste gyventi yra geriau susiduriame su daugeliu objektyvių ir subjektyvių nuolatos kintančių veiksnių. Vykstantys kariniai konfliktai ir teroristiniai aktai (Bagdadas, Kabulas, Alepas ir kt.) ir netgi socialiniai neramumai (riaušės, masiniai streikai ir kt.) nulemiantys gyventojų saugumą, didžia dalimi apsprendžia gyvenimo kokybę juose. Ekonomistai vertina ir pripažįsta tuos kriterijus, kurie rodo, tuos miestus, kur naujakuriams gyventi gera ir nepernelyg brangu. Reikia pažymėti, kad miestų palankiausių gyventi miestų reitingavimas, priklausomai nuo ten besiklostančios aplinkos, kasmet kinta.

2011 m. atliktoje pasaulio geriausių 30 miestų reitingų suvestinėje Europoje – tarp 15 ES šalių pirmoje vietoje atsidūrė Viena, o tarp nepriklausančių ES 3 Europos miestų – Ciurichas. Tarp vertintų 6 abiejų Amerikos žemynų miestų geriausiai atrodė Vankuveris (Kanada), Azijoje – Singapūras, o Australijos regione - Oklandas (Naujoji Zelandija).

Globali urbanistinė plėtra skatina pagrindinių statybinių medžiagų paklausą ir poreikius didindama atsinaujinančių ir neatsinaujinančių išteklių naudojimą.

Didėjantis pasaulio gyventojų skaičius, pastoviai didina ypač reikalingų statybinių medžiagų būstams, pagrindiniams keliams ir kitoms infrastruktūroms poreikį. Cemento ir plieno paklausa nuo 1992 m. iki 2010 m. išaugo nuo 1,1 mljrd. t cemento ir 720 mln. t plieno iki 3 mljrd. t ir 1,4 mljrd. t atitinkamai. Didžioji jų dalis (~60%) sunaudojama Azijoje. Reiktų priminti, kad cemento ir plieno gamybos įmonės išmeta į atmosferą maždaug 6 proc. nuo visų į ją patenkančių pasaulinių antropogeninių šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio (IEA 2010).

Patiriami žmonių nuostoliai bei ekonominė žala nuo įvairių stichinių nelaimių iš vienos pusės rodo urbanistinių teritorijų didėjimo tendenciją iš kitos - gyvenviečių statybas padidintos rizikos zonose.

Per pastaruosius du dešimtmečius, stichinių nelaimių skaičius dvigubai (nuo 200 iki virš 400) daugiau nei per ankstesniaisiais dešimtmečiais. Nuo 2010 m daugiau nei 90 proc. įvykusių nelaimių įvairiose šalyse buvo priskirta su klimato kaita susijusioms pasekmėms ir pavojams (NRC 2011).

Kaip pabrėžiama daugelyje JT atliktų studijų rizikos laipsnis daugiausia didėja, dėl gyventojų skaičiaus augimo, klimato kaitos ir ekosistemų degradacijos lygio. Vertinant absoliučiais skaičiais pavojai žmonėms ir sukelti ekonominiai nuostoliai didėja, išskyrus atskirus atvejus (atsitinkančių nuošliaužų tendencija, atrodo, yra stabili), tačiau santykinė rizika, kai matuojama proporcingai gyventojų skaičiui ir BVP yra stabili, o galimų mirčių atvejais - gali net mažėti (JT 2011c).

Daugelyje regionų, pažeidžiamumas mažėja dėl, geresnio valdymo, geresnio miestų ir jų tolesnės plėtros planavimo. Tačiau ši pasaulinė tendencija ne visada galioja, nes slepia didelius regioninius skirtumus daugiausia susijusius su kai kurių Azijos šalių urbanistinės plėtros problemomis. Vertinant kiekybiškai nelaimių rizikos tendencijas, reikia atsižvelgti į visus tris rizikos komponentus: pavojų tikimybę, poveikį ir tolesnę teritorijos pažeidžiamumą. Visuose regionuose, stichinių nelaimių poveikiai žmonėms didėja daugiausia dėl demografinių veiksnių - vis daugiau žmonių įsikuria ir gyvena į pavojų keliančias vietas (JT 2011c).

Cunamius sukelia smarkus uolienu judėjimas žemės gelmėse – paprastai žemės drebėjimai jūros dugne, kurie išjudina vandens mases sukeldami milžiniškas bangas. Nuo pirmojo

istoriniuose šaltiniuose paminėto cunamio, apie 2000 m. pr. Kr. praūžusio Sirijos pakrantėmis, keli tūkstančiai cunamių kartu pasiglemžė per 500 000 žmonių gyvybių. Pakrantėse pagausėjus gyventojų, cunamių pasekmės tampa vis pražūtingesnės.

2011 m. 9 magnitudžių žemės drebėjimas buvo stipriausias Japonijos istorijoje – sukėlė cunamį nuniokojusį šimtus kilometrų pakrantės į šiaurę nuo Tokijo. Tuomet 14 metrų aukščio bangos smogė Fokušima Daiči atominėms jėgainėms, sukeldamos ilgalaikę regiono ekologinę katastrofą. Dalis nuplautų į vandenyną pakrančių miestų, uostų plūdrių tūkstančių tonų nuolaužų po kiek laiko buvo išmestos į Š. Amerikos (Kalifornijos) pakrantes ir tęsis keliolika metų ateityje. Pagal naujausią vandenyno srovių modelį per penkerius metus Japonijos pakrantėje nuplautos nuolaužos gali pasklisti visu Šiaurės Ramiojo vandenyno poatogrąžių klimato apytakos ratu. Stichijos šėlsme žuvo apie 20 000 (15000–20000) žmonių, o patirti materialiniai nuostoliai siekė per 800 €.

Užfiksuotas didžiausias jūros dugne žemės 9,1 magnitudės žemės drebėjimas įvykęs 2004 m. Indijos vandenyne netoli Sumatros salos sukėlė net 35 m aukščio cunamio bangas, smogė ne tik Indonezijos saloms, bet ir labai greitai – jau kitoje vandens pusėje esančiai Šri Lankai. Tuomet visose Indijos vandens pakrantėse cunamis pražudė apie 230 000 žmonių ...

Akivaizdžiai juntama globali klimato kaita tampa ne tik kaupiamų įrodymų klimato kaitą archyvu, bet rimtu argumentu priimant strateginius sprendimus. Toliau tebevykstantis biologinės įvairovės nykimas, besitęsiantis žemės paviršiaus ekosistemų skaidymas ir degradacija, blogėjanti vandenynų būklė, vis labiau kelia grėsmę tolesnei žmonijos gyvenamajai aplinkai. Žinoma, kai kurie patobulinimai aplinkosaugos srityje, pvz., 2010 metais naujų investicijų atsiradimas (daugiau nei 200 mljrd. \$) gerokai sumažino gaminamų ir naudojamų ozono sluoksnį ardančių cheminių medžiagų (uždraustas chlorfluorangliavandenilių - CFC naudojimas) kiekius bei išplėtė atsinaujinančių energijos šaltinių paiešką ir panaudojimą. Biokuras, vėjo malūnai, saulės baterijos, geotermine šiluma, įvairaus tipo hidroenergijos panaudojimas, hibridiniai automobiliai ir mažiau taršus oro transportas jau tampa realybe.

2012 Rio de Žaneiro konferencija („Rio +20“) pristato pasaulinio lygio galimybę spręsti vieną iš savo pačių nustatytų tikslų: įvertinti pažangą ir spragas įgyvendinant tikslus didinant jų pagreičius tarp novatoriškų veiksmų, programų ir politikos krypčių.

Kokia galėtų būti globali raida toliau vystantis globalizuoto ir integruoto pasaulio erdvėje, kur akcentuojamas gyvybiškai svarbių pasaulio žaliosios ekonomikos pažangos, veiksmingo ir efektyvaus tarptautiniam aplinkos valdymo įsigalėjimas. Deja, paskutinės globalios aplinkos būklės ataskaitos (*Global Environmental Outlook - GEO-5*), pagrįstos statistiniais duomenimis ir rodikliais rodo, kad pasaulis kol kas dar nesprendžia daugelio aktualių socialinių, ekonominių ir aplinkosaugos XXI a. problemų. Pasaulio gyventojų skaičiaus ir ekonomikos, vartojimo augimas,

ypač padidėjęs gamtinių išteklių alinimas, kraštovaizdžio esamų vertybių netausojimas netrunka atsiliiepti ekstremaliais globalios aplinkos pokyčiais.

Ir šiandien išlieka vienas iš didžiausių pasaulio iššūkių - išlaikyti sveiką gyvenamąją aplinką. Be suderintų ir greitų kolektyvinių veiksmų, siekiant subalansuoti ir atsieti išteklių išekvojimą ir taršos susidarymą nuo ekonomikos augimo, vykstantis globali žmonių veikla gali sunaikinti pačią aplinką, kuri palaiko ne tik ekonomiką, bet ir Žemės sferų gyvybingumą mums palankia linkme.

Ir šiandien mus aktualios daugelis jau istoriškai paveldimų globalių aplinkos problemų.

Šiaurinėse platumose temperatūros pokyčiai matomiausi

Didėjantis ir globalus energetinių išteklių vartojimas – didina išmetamų taip vadinamų šiltnamio dujų globalias emisijas į atmosferą, kas savo ruožtu yra vienas iš veiksnių skatinantis globalią klimato kaitą. Pasaulinis vidutinės temperatūros padidėjimas nėra vienodai tolydus visose Žemės ilgumos zonose. Tolimųjų šiaurinėse platumose matyti labiausiai ekstremalių temperatūros pokyčių Tarp šio atšilimo pasekmėmis, tirpsta ledo laukai ir labiau atšyla amžinojo įšalo viršutiniai sluoksniai.

Kaip rodo nuo 1979 metų iš kosminių aparatų atliekami matavimai tapę minimalios metinės apimties Arkties jūros ledai ir toliau nuolat mažėja (NSIDC 2011 duomenys). Šis sumažėjimas labiausiai ryškus rugsėjo pabaigoje, po vasaros sezono ištirpus didžiajai jų daliai (Stroeve et al., 2008).

Vakarų Antarktidoje esančioje taip vadinamame Pušų Salos ledyno baseinas, kuri skalauja Amundseno jūra pradėjo labai greitai tirpti. Mokslininkai mano, kad veikiausiai dėl klimato kaitos pasikeitusios vėjų ir vandenyno srovių kryptys prie Antarktidos vakarinės dalies krantų atplukdo vis daugiau šilto vandens. Kasdien po Pušų Salos šelfiniu ledynu prateka apie 33 km³ šilto vandenyno vandens, kuris iš apačios tirpdo ir plonina ledą. Dėl ko ledynas greičiau skilinėja ir slysta į vandenyną. Vien 2009 metais šilti gelmių vandenys ištirpdė 79 km³ ledo šelfo apatinės dalies. Nuo 1974 metų Pušų Salos ledynas suplonėjo 76 m., o jo tirpimas pagreitėjo daugiau kaip 70 proc. 2009 metais nuotoliniu būdu valdomas povandeninis laivas-robotas „Autosub 3“ sonaru ištyrė 48 km ilgio atkarpą, nufotografavo jūros dugną ir tirpinamo ledo lubas.

XX-ojo amžiaus antroje pusėje (1975-2005 m.) Hanseno ir kitų mokslininkų atliktų tyrimų rezultatai rodo 1700 biologinių rūšių ankstesnio paplitimų arealų migraciją - 40 km iš pietų į šiaurę bei vertikaliasias migracijas Alpių regionuose - 6 m per dešimtmetį XX-ojo amžiaus antroje pusėje (Hansen et al., 2006).

Visame pasaulyje daugumos sausumoje esančių kalnų sistemų ledynai greičiau tirpsta ir sparčiai mažėja. Pokyčiai ledynuose yra pagrindiniai klimato kaitos rodikliai. Beveik visi visame pasaulyje kalnų ledynai traukiasi ir plonėja, vertinant pagal jų metinės masės balanso, poveikio aplinkai, įskaitant augalijos modelius ir žmonių gerovei, ekonominių pragyvenimo šaltinius, gamtinių pavojų, bei vandens ir hidroenergijos tiekimo potencialą ir kt. (pagal WGMS duomenis 2010). Mažėjantys ledynai ir ledo kepurų apimtys paveikia ne tiki dabartinį jūros lygį. Čia išskyla reali grėsmė maždaug $\frac{1}{6}$ pasaulio gyventojų, kurių gyvybiniai poreikiai tiesiogiai priklauso ledynų ledo, tiksliau nuo jų sezoninio sniego tirpsmo vandens išteklių sausų sezonų metu [WGMS 2008).

Be to, dauguma ledynai sparčiai mažėja, greitis, su kuria tai atsitiks buvo pastaraisiais dešimtmečiais didėja. Stebint 30 ledynų (Zemp et al., 2009) nustatyta, kad vidutinis metinis jų tirpsmas norma išaugo nuo 1990-ųjų pradžios maždaug 0,4 m/per metus iki 0,7 m/metus vandens ekvivalento per pastarąjį dešimtmetį – t.y. per dešimtmetį vos ne dvigubai daugiau 2004 ir 2006 (2010 WGMS). Kol kas kaip nuolatinė tendencija visame pasaulyje išlieka ir greitas ledyno susitraukimas, kuris sukels didelių kiekių tirpstančio gėlo vandens persiskirstymą daugelio kalnų ledynuose XXI-ojo amžiaus pabaigoje WGMS / UNEP 2008).

XX a. pabaigoje XXI a. pradžioje geologinių paieškų metu aptikti didžiuliai metano hidratų kiekiai rasti visuose žemynus supančiuose vandenynuose bei amžinojo įšalo sluoksniuose. Dauguma ekspertų tvirtina, kad vandenynų metano hidratai turi sukauptą dvigubai daugiau anglies nei visi pasaulio gamtinių dujų, naftos ir anglių klodai. Metano hidratuose sukaupta energija galėtų aprūpinti ateities pasaulį, jei būtų sukurta jos panaudojimo technologija. Tačiau šie hidratai kelia pagrėstą nerimą. Atpalaiduotos iš hidratų metano dujos gali tapti ekologiškai grėsmingu veiksnium. Jeigu natūralių procesų metu klotuose esančių dujų dalis suskiltų ir atpalaiduotos metano dujos išsiveržtų į atmosferą, tai gali sukelti (sustiprinti esamą) papildomą šiltnamio efektą ir tolesnę gal drastiškesnę klimato kaitą.

Metano hidratai geologų dėmesį patraukė prieš 70 metų. Jie pastebėjo, kad dujomis apgaubti ledo kristalai užkemša dujotiekius ir naftotiekius. Ištyrę tuos ledo kristalus jie suprato hidratų struktūrą ir sudėtį. Ledo kristalų ertmėse jie rado įsiterpusias metano molekules. Įvairiose ledo ertmėse gali būti įsiterpę įvairių metano kiekių.

Praėjusio amžiaus septintajame dešimtmetyje paaiškėjo, kad hidratų gali susidaryti ir šaltos žemės paviršiuje. Buvo surasta jų klodų daugiametio įšalo srityse Sibire ir Šiaurės Amerikoje. Dujos vadintos pelkių dujomis analogiškos tomis kurios nedideliais kiekiais išsiskiria ir joms oksiduojantis stebimos aukštapelkėse ar eksploatuojamuose durpynuose. Dažnai jas matome kaip burbuliukus kylančius iš distrofinių ežerų ir kitų vandens telkinių, kurių dugne susikaupę daug organinių nuosėdų.. XX a. aštuntajame dešimtmetyje

seismologiniais tyrimais atskleista, kad didžiausi metano hidratų klodai susitelkę šalia Žemės plutos lūžių, kurie juosia žemynus.

Judant, grumdantis vienai į kitą kraštais ir kaistant tektoninėms plokštėms, iš metano hidratų išsiveržia galingi metano dujų srautai - kai t iš kaminų veržiasi aukštyn. Dar 1992 m. mokslininkų atliktų tokiose vietose matavimų rezultatai parodė, kad tose vietose vandenyse esantys metano kiekiai yra net 1300 kartų didesnis už normalų jo kiekį ore. Galima tik įsivaizduoti, kokius šio šiltnamio efektą kuriančius metano kiekius į atmosferą išmeta išsiveržę ugnikalniai ir žemės drebėjimai...

1998 metais Ochotsko jūroje netoli Kamčiatkos ir Kurilų salų stebėtas besiveržiantį iš metano hidratų klodų 500 m aukščio metano dujų stulpas. Po Ochotsko jūros ledu amerikiečių tyrėjai 1 litre vandens rado 6,5 ml metano. Ledui ištirpus metanas patenka į atmosferą. Tikėtina, kad vandenynų dugne esantys metano hidratų klodai gali būti nemažas atmosferos šiltėjimą skatinantis šaltinis.

Nors metanas atmosferoje išlieka santykinai trumpai, apie 10 metų, jis neišnyksta be pasekmių. Atmosferoje metano anglis jungiasi su deguonimi ir sudaro anglies dioksidą, kuris labiausiai skatina šiltnamio efektą nei globalų atšilimą. Antra vertus, taip mažinami laisvo atmosferos deguonies kiekiai, kurio vis labiau trūksta nykstant miškams bei gausėjant automobilių (vienas automobilis sunaudoja 8 žmonėms reikalingą per parą deguonies kiekį). Ar skylantys metano hidratai jau dabar skatina globalinį atšilimą? Daugelio šalių mokslininkai dar tik bando suprasti, kokią reikšmę metano hidratai turi dabarties ir turės ateities klimato pokyčiams

Užsienio mokslinėje spaudoje plačiai diskutuojama apie galimą metano hidratų poveikį žmonijai. Jūrų dugno poslinkių sukelti metano išsiveržimai ir natūralus hidratų skilimas dėl kylančios iš Žemės gelmių šilumos išmeta metaną į atmosferą, tačiau šis vyksmas kartais gali būti labai ūmus. 1998 m. rusų tyrinėtojai aptiko nestabilius hidratų kodus prie vakarinių Norvegijos krantų. Jie įtaria, kad prieš 8000 metų ūmus hidratų skilimas sukėlė 5600 km³ uolų nuošliaužą į Norvegijos jūrą, kas sukėlė pragaištingas cunamio bangas Škotijos pakrantėse. Jeigu tokie reiškiniai pasikartotų, jie ir toliau skatintų globalų atšilimą. Iš Žemės gelmių kylanti šiluma tirpina hidratatus ir atpalaiduoja metaną per Žemės plutos lūžius. Ištirpus 1 m³ metano hidratų, atsipalaiduoja 164 m³ metano dujų, kurių didelė dalis patenka į atmosferą.

Vandenyje esančios bakterijos dalį metano oksiduoja, kur jis, jungdamasis su kalcio jonais, sudaro jūros dugne klintis, o patekusi į atmosferą jo dalis, kaip jau minėta, virsta anglies dioksidu - sluoksniu neleidžiančiu Žemės šilumai pasklisti į kosminę erdvę. Žemės atmosfera šyla greičiau.

Daug mokslininkų mano, kad hidratų klodų metano sprogimai gali sukelti trumpų dramatiškų Žemės klimato pokyčių. Kalifornijos universiteto okeanografas Džeimsas P. Kenetas (Kennett) mano, kad katastrofinis metano sprogimas paskutiniojo ledynmečio metu (maždaug prieš 15 000 metų) galėjo sukelti staigų Žemės klimato atšilimą. Jurgen'as Mienert'as iš Tromso universiteto (Norvegija) rado Barenco jūros dugne galimų tokio metano sprogimo įrodymų - 700 m skersmens ir 30 m gylio kraterį, apsuptą metano hidratų. Įvairūs tyrimai rodo, kad toks sprogimas ar sprogimai galėjo vykti paskutiniojo ledynmečio metu. Sprogimo scenarijus paprastas: dėl dinaminių procesų Žemės gelmėse įšyla jūros dugnas, hidratai praranda stabilumą ir, pasiekę kritinį tašką, sprogs. Tokių sprogimų galėjo būti ir

anksčiau. Tyrinėtojai randa vis daugiau įrodymų, kad metano hidratų sproginiai galėjo sukelti klimato atšilimą prieš 56 mln. metų. Iškasenos rodo, kad tuo metu Žemės ir jūrų temperatūra buvo staigiai pakilusi. Didelis kažkokių dujų srautas patekęs į atmosferą ir sušildęs ir taip šiltą Žemės atmosferą dar vidutiniškai 5 °C. Prireikė daugiau kaip 150 000 metų, kol vandenynai ir augalai „sugėrė“ anglies perteklių ir planeta atvėso. Mokslininkai šį įvykį Žemės istorijoje pavadino paleoceno-eoceno šilumos maksimumu (PEŠM). Tačiau koks buvo tokio milžiniško anglies srauto šaltinis? Anglies izotopai gali atskleisti tą šaltinį ir staigaus atmosferos atšilimo priežastį. Mokslininkai iškasenose rado staigų anglies¹² izotopo padidėjimą tuo metu. Vien iš hipotezių - šio anglies izotopo gausiausias šaltinis yra metano hidratatai.

Džeraldas Dikensas (Dickens) iš Australijos Džeimso Kuko universiteto pabandė kompiuteriu sumodeliuoti metano hidratų sproginio sukeltą Žemės klimato atšilimą jei suskiltų 8 proc. dabartinių hidratų kiekio, 10 000 metų į atmosferą pastoviai kasmet patektų apie 160 km³ CO₂. Šis anglies dioksidas pakeltų Žemės temperatūrą 2°C. Taigi esantys metano hidratų klodai potencialiai gali inicijuoti globalų klimato atšilimą ne mažiau nei globali žmonių veikla. Tačiau šio reiškinio reikšmė dar nėra pakankamai ištirta. Manau, kad šiame amžiuje apie metaną dar išgirsime ne kartą. Juk didžiuliai jo klodai susikaupę ne tik Marse bei kitose planetose, bet ir Žemėje.

Metano hidratatai arba kaip dar vadinamas „degusis ledas“ yra, galbūt, paskutinis milžiniškas esamas anglies energetinis šaltinis Žemėje. Tačiau pirmiausia dar reikia išmokti eksploatuoti šiuos ištelius, kurių klodai slūgso po vandenynų dugnu ir amžinojo įšalo zonoje. Norint išgauti, iškelti į paviršių metano dujas, pirmiausia reikia „išlaisvinti jas iš kristalų, kuriuose jos „įkalintos“, o tai nėra labai paprasta. 2002-aisiais Šiaurės Kanados Makenzio upėje vietinių ir Japonijos geologų komanda bandė į ledą įšvirkšti karšto vandens. Nors šiek tiek dujų išgauti pavyko išlaisvinti, tačiau tam prireikė labai daug energijos. Neseniai ta pati komanda sugebėjo išgauti metaną kur kas efektyviau - be jokio karšto vandens. Mokslininkai išsiurbė orą iš išgręžtų skylių metano lede. Dėl sumažėjusio spaudimo ledas pradėjo tirpti, atpalaiduodamas jame esančias dujas. Nereikia pamiršti, kad metano hidratatai lengvai užsiliepsnoja.

Viena valstybinė Japonijos kompanija, siekia išgauti 7 trilijonus tonų metano, kaip manoma, įkalinto hidratuose šalies pakrančių jūrų šelfo vandenyse. Bendrovė tikisi, kad jos taikomos gavybos technologijos užbaigs šimtmetį trunkančias Japonijos vietinio kuro šaltinio paieškas.

Lengva pasakyti, tačiau nelengva įvykdyti. Baiminamasi, kad dirbtinės intervencijos į hidratų klodus gali sukelti milžiniškus dujų proveržius. XX a. pabaigoje XXI a. geologinių paieškų metu didžiuliai jų kiekiai rasti visuose žemynus supančiuose vandenynuose. Dauguma ekspertų tvirtina, kad vandenynų metano hidratatai turi sukaupę dvigubai daugiau anglies nei visi pasaulio gamtinių dujų, naftos ir anglių klodai. Metano hidratuose sukaupta energija galėtų aprūpinti ateities pasaulį, jei būtų sukurta jos panaudojimo technologija. Tačiau šie hidratatai kelia pagrėstą nerimą. Atpalaiduotos iš hidratų metano dujos gali tapti ekologiškai grėsmingu veiksnium. Jeigu natūralių procesų metu kloduose esančių dujų dalis suskiltų ir atpalaiduotos metano dujos išsiveržtų į atmosferą, tai gali sukelti (sustiprinti esamą) papildomą šiltnamio efektą ir tolesnę gal drastiškesnę klimato kaitą.

Vandenynai pamažu šyla, o jų kasmetinis vandens lygio kilimas (globalus vidutinis jūrų eustatinis lygis) tęsiasi ...

Globalus atmosferos temperatūros palaipsnis didėjimas besitęsiantis ir pastaraisiais dešimtmečiais, pamažu keičia ir kitos sferos – hidrosferos komponentų būdenas. Vidutinė vandenyno temperatūra pamažu kyla. Lyginant pastaruosius 20 metų stebimas, pasaulio vandenynų nuolatinis šilimas, didėjantis nuo 0,22 °C 1992 m. jau viršijo ilgalaikį vidutinį ir 2010 m. pasiekė beveik 0,5 °C.

Visame pasaulyje jūrų ir vandenynų eustatinis lygis nuo 1992 iki 2011 m. vidutiniškai pakilo 2,5 mm. Taip atsitiko dėl kylančios vandens temperatūros, dėl šiluminio plėtimosi, taip pat Arkties, Antarkties ir Grenlandijos ledynų tirpsmo (Bindoff et al., 2007; Rahmstorf, Vermeer 2011).

Nuo XX a. 9 dešimtmečio Arkties vandenyne ištirpo per 40 proc. vasaromis išsilaikančių jūroje ledo laukų, o rudens temperatūra virš tapusių atviromis šio vandenyno akvatorijų pakilo nuo 2 iki 5 °C. Mokslo pasaulyje kol kas nėra vieningos nuomonės ar šis prasidėjęs šiltėjimo procesas toliau plės ir galutinai paveiks pasaulio klimatą, ar tai santykinai (kelis dešimtmečius truksiantis) laikinas globalus reiškinys.

Tai reiškia, kad dalis sausumoje esančių teritorijų patirs ekstremalių klimato reiškinų poveikį. Manoma, kad iki šio amžiaus pabaigos Žemės temperatūra gali pakilti nuo 1,5 iki 4,5°C ir bendrosios atmosferos cirkuliacijos procesai arčiau ašigalių. Atograų lietaus juosta jau plečiasi, o sausumos poatogrąžių zonos slenka nuo pusiaujo į pietvakarinę Amerikos ir į pietines Australijos ir Europos dalis – dėl ko šiuose regionuose vis didėja ilgų ir didelių sausrų pavojus. Plečiasi ir stiprėja kasmetinių El Ninjo ir La Ninjos sukeltų vandenyno svyravimų poveikiai.

Dešimtmečiais vykdyti stebėjimų duomenys rodo, kad laikui bėgant atmosferoje susikaupusios šiltnamio efektą sukeliančios dujos sulaiko šilumą, todėl žemė, vandenynai ir atmosfera šyla greičiau. Šildami vandenynai gausiau garuoja ir, kaip rodo iš stebėjimo palydovų per 25 metus surinkti duomenys, atmosferoje vandens garų padaugėjo vidutiniškai 4 proc.

Daugiau kaip trečdalis pasaulio gyventojų gyvena iki 100 km atstumu nuo jūros. Kylant jūrų/vandenynų lygiui daugelis didžiausių pasaulio miestų vis labiau kentės nuo potvynių. Neseniai atliktoje 136 uostamiesčių studijoje nustatyta, kad didžiausiam gyventojų skaičiui grėsmė kils besivystančių šalių didmiesčiuose, ypač Azijoje. Iš tų miestų, kurių gyventojams klimato kraštutinumai kelia didžiausių pavojų yra Bangladeše (Daka, Čitagongas, Khulna), įsikūrusį derlingoje trijų didžiųjų upių (Ganga, Džamuna, Megna) sistemų deltoje, turintį 145 mln. gyventojų, nuolat užlieja potvyniai. Ciklonų sukeltų audrų bangos, aukšti potvyniai kasmet verčia kraustytis tūkstančius žmonių, tuomet neapseinama ir be žmonių aukų. Kylantis Indijos vandenyno lygis šias nuolatinės nelaimės dar padidina.

Mokslininkai išskiria dvi pagrindines klimato kaitos priežastingumo tendencijas – per pastaruosius 40 metų atmosfera vis labiau šyla ir drėgnėja. Kaip atsakas tokioms klimato kaitoms pasaulyje padažnėjo karščio bangų, smarkių liūčių ir kitokių ekstremalių oro paraiškų. Teiginių pagrįstumą rodo visame pasaulyje surenkamų duomenų vidurkiai.

Visuotinis temperatūros nuokrypis nuo XX a. vidurio siekia 0,56° C. Nuo 1970 iki 2010 m. Oro temperatūra Žemės paviršiuje padidėjo 0,5° C, drėgmės padaugėjo – 4 proc., itin smarkių liūčių JAV teritorijoje – 7 proc., o karščio bangų vasarą (atskaitos taškas – žemiausia nakties temperatūra) – net 31 proc.

Jūrų ir vandenynų tarša – skaudžios pasekmės biologinei įvairovei, regiono ekonomikai, materialiniai nuostoliai kituose ūkio sektoriuose ...

Išsekus pakrantės naftingiems gręžiniams, naujų žvalgomasi gilesniuose vandenyse. Ekonominis giliavandenės naftos poreikis yra labai didelis. Kita vertus didėja ekonominis susidomėjimas vis labiau atsilaisvinančios nuo pastovios ledo dangos arktinio šelfo zona, kurios naftos/dujų ištekliai kol kas nėra pilnai išžvalgyti ir dar neeksploatuojami. Iš jūrų/vandenynų dugno giliau nei 400 metrų išgaunama nafta sudaro jau dešimtąją dalį nuo visos šio ištekliaus pasaulinės pasiūlos. Tačiau čia naftos verslovės susiduria didesnėmis nei sausumoje techninėmis problemomis ir pavojais.

Nuo 1992 metų avarijų skaičius, taip pat bendras kiekis naftos nuo atsitiktinio naftos išsiliejimai iš tanklaivių, įskaitant kombinuotus vežėjų ir baržų) gerokai sumažėjo. Nors didžiosios daugumos išsiliejimų kiekiai yra santykinai maži (t.y. mažiau nei septynių tonų) (ITOPF 2011), tačiau bendroji suma patekusių į hidrosistemas teršalų nuo 1992 m. siekia milijoną tonų. "Daugumoje atvejų naftos ar jos produktų išsiliejimai iš tanklaivių būna kaip netinkamai atliktų įprastinių operacijų rezultatas (pakrovimo, iškrovimo, sandėliavimo metu), kurios paprastai atsiranda uostuose ar naftos terminaluose. Retai, tačiau dar atsitinka tanklaivių avarijos atviruose vandenyse (štormų metu, susidūrimai su kitais laivais ir kt.).

Ypač dideli ekonominiai nuostoliai ir dar skaudesnės ekologinės pasekmės ištinka įvykus avarijoms vandenyno šelfo teritorijose naftos paieškos/eksploatacijos plaukiojančiose platformose (avarijos Šiaurės jūroje, Meksikos įlankoje ir kt.), naftos tanklaivių avarijoms. Iš jų didžiausios: jūrinėse platformose - Meksikos įlankoje 2010 m. „Deepwater Horizont“, kada į jūrą išsiliejo apie 4,9 mln. barelių; avarijų tanklaiviuose – ties Venesuelos krantais 1979 m. susidūrus tanklaiviams „Atlantic Empress“ ir „Aegean Captain“ išsiliejo 2,1 mln. barelių naftos.

Didėjantys anglies dioksido kiekiai atmosferoje skverbiasi į hidrosferą ir iš lėto rūgština. Iki 2100 m., jeigu CO₂ išmetimas ir toliau augs, daugelis vandenyno dugno sričių gali atrodyti labai skurdžiai.

CO₂ reaguojant su vandeniu išsiskiria vandenilio jonai (to pasėkoje mažėja vandens pH), kurie sujungia karbonato jonus, paversdami juos bikarbonato jonais. Ūsakojų vėžiagyvių, jūrų ežių, moliuskų, koralų ir daugybės kitų jūrinių sistematinių taksonų rūšių, kurios turi vidinį ar išorinį kalcio karbonatu inkrustuotą skeletą populiacijos gali greitai degraduoti dėl sumažėjusio kalcio ir karbonato jonų kiekio.

Pagamintų iš svetimų supančiai aplinkai (plastikų ir kitų susintetintų) medžiagų daiktų/prekių suma, visame pasaulyje nuolat augo nuo 116 mljn. t. 1992 metais iki ~255 mljn. t. 2007 m. 2010 m. bendra suma viršijo 265 mljn. t. (per 18 metų padidėjo 149 mln. t, - maždaug 130 %, arba augo po 15% per metus). 2005 m. naudojamų iš plastikų pagamintų daiktų/prekių vidurkis vienam gyventojui per metus pasiekė maždaug 100 kg., o vartojimas besivystančiose regionuose (UNEP 2011c). Apie 50 proc. iš plastiko vartojami vienkartiniam panaudojimui (pakuotės, švirkštai, tara ir kt.). Plastikų nuolaužos kaip šiukšlės vandenyne tapo per pastaruosius metus tapo grėsmingu reiškiniu. Besikaupiantys pasklidai visose pakrantėse arba besikoncentruojantys sūkuruose didžiuliuose atvirame vandenyne sankaupose, ši medžiaga jau sukėlė grėsmę daugelio jūrų organizmų, ypač jūrų paukščių ir žinduolių populiacijoms (UNEP 2011c). Plastikai suyra labai lėtai ir jau sukūrė pavojingą ilgalaikį poveikį gamtinei aplinkai. Besikaupiančios pasaulio jūrose ir vandenynuose bei jų pakrantėse ilgai neįrangios atliekos ir šiukšlės jau tapo daugiamečiu šiandienos ir netolimos ateities globalia ekologine problema daugelyje pasaulio regionų.

Jau istoriškai paveldėta ir atskiruose regionuose nemažėjanti išlieka aplinkos taršos nuodingomis medžiagomis, junginiais ar pavojingomis kalnakasybos, pramonės, gamybinėmis atliekomis, nuodingais pesticidais, rezistentiškais, pavojingais aplinkai ir žmonėms ir kt. ekologine problema.

Dažnai jų kelionės baigiasi Indijoje ar Kinijoje, tačiau tūkstančiai kompiuterių atsiduria ir Afrikos žemyno šalyse, pvz., Ganoje. Ten senų ir nebenaudojamų elektroninių atliekų, dažniausiai kompiuterių, „kapai“ vis plečiasi. JT organizacijos duomenimis, kasmet visame pasaulyje išmetama nuo 20 000 iki 50 000 tonų elektronikos atliekų. Nors tarptautiniais teisės aktais nustatyta, jog elektroninių atliekų eksportas yra uždraustas, įstatymus apeiti įmanoma. Dažniausiai elektroninės atliekos į Afrikos žemyno šalis (į Ganą įvežamas elektroninis laužas pažymėtas etikete: „Dar naudojama dėvėta technika“). Prisidengiant labdariningomis iniciatyvomis, iš JAV, JK ir kitų Europos šalių, į šalį privežama daug dėvėtų ar/ir moraliai pasenusių elektronikos prietaisų, tačiau, tik 10 proc. visų taip pažymėtų kompiuterių dar galima naudoti. Kiti 90 proc. iškart keliauja į sąvartynus. Juose dirbantys žmonės ieško dar neišmontuotų, keliskart panaudojamų prietaisų dalių, metalų ir nekreipia dėmesio į pavojus, kurios kelia elektroninėse atliekose esančios nuodingos cheminės medžiagos. Netvarkingai paliktos, neperdirbtos elektroninės atliekos į aplinką ir vandenį skleidžia švino, gyvsidabrio ir arseno kiekius. Atlikti apsinuodijimo švinu tyrimai, kurių metu pateiktos išvados apie kelių sąvartyne dirbančių žmonių sveikatos būklę. parodė, kad nuodingų medžiagų kiekis ten

dirbančių žmonių organizme viršija visas leistinas ribas. Dirvožemio bei vandens mėginių, surinktų sąvartyne, tyrimai parodė, kad sąvartyne ir aplinkiniuose rajonuose esančių nuodingų cheminių medžiagų lygis šimtąkart didesnis nei nustatyta leistina riba.

Sumuojant taršos ir atliekų problemas (kaupimosi, šalinimo, perdirbimo ir kt.) tiek vandenyse tiek sausumoje daugelyje pasaulio šalių, jų poveikį aplinkai reikia pripažinti kaip rimtą XXI a. globalią problemą. Viena iš kliūčių, trukdančių pasiekti aplinkosaugos tikslų, nustatytų tarptautinės bendruomenės - trūksta pakankamai patikimų duomenų ir stebėsenos sistemų pažangai įvertinti.

Tinkamas geriamas vanduo kai kur pasaulyje išlieka kasdieninė problema.

Beveik 70 proc. pasaulio gėlo vandens sušalęs į ledą, kita didžioji jo dalis yra požeminiuose telkiniuose iš kurių jis eksploatuojamas žymiai greičiau nei natūraliai pasipildo. Net du trečdaliai gėlo vandens skiriama maistui auginti. Po 15 metų labai vandens stokojančiuose regionuose gyvens apie 1,8 mlrd. žmonių. Apskaičiuota, kad žmonių reikmėms prieinamo vandens kiekiai, metai iš metų varijuodami, sudaro nuo 12 500 km³ iki 14 000 km³.

Dėl klimato kaitos atskiruose regionuose padaugėjo/naujai atsirado staigių didžiųjų liūčių, per keliolika valandų iškrisdavo mėnesio ir daugiau anksčiau įprastų kritulių kiekiai.

2011 m. liepos mėnesį po itin didelių liūčių prasidėję Tailande potvyniai tesėsi ilgus mėnesius ir atnešė daug nelaimių. Manoma, kad tuomet žuvo apie 1000 žmonių, o nuostoliai ekonomikai viršijo 45 mlrd. \$. Kai kurių gaminamų daugiausia arba tik ten prekių stygių (pvz., kompiuterių kietieji diskai, kai kurios aparatų optikos detalės ir kt.) pajuto viso pasaulio prekybos rinkos.

Nors teritorijos kur naudojamas tinkamas geriamas vanduo padidėjo 87 proc., bet pasaulis yra toli nuo užsibrėžto tikslo – galimybės vartoti geriamą vandenį kiekius, kurio 75 proc. būtų tam tinkamas (atitiktų nustatytus sanitarinius reikalavimus).

Vandens trūkumo sukeltos problemos jau palietė ir trečdalį ES gyventojų, t.y. 130 mln. žmonių. Vienam iš aštuonių pasaulio gyventojų trūksta švaraus vandens (daugiau kaip 1 mlrd.) - neturi prieigos prie saugaus geriamo vandens. Tokia problema yra aktualiausia Afrikos ir Azijos besivystančiose šalyse, nes ten 75 proc. visų ligų kyla dėl užteršto vandens. Net 31 pasaulio šalyje, kur gyvena 2,8 mlrd. Žmonių, pastoviai susiduriama su chroniškais vandens stygiaus problemomis. Kasmet 3,3 mln. Žmonių (daugiausia vaikų) miršta nuo užteršto vandens sukeltų ligų. Asmeninės higienos laikymasis ir paprastų vandens filtrų įrengimas besivystančiose šalyse ženkliai sumažino susirgimus tokiomis ligomis.

Teigiama, kad kai kuriose pasaulio regionuose esami vandens ištekliai ne visada yra tinkamai panaudojami. Pvz., Jemene net 40 proc. esamų vandens išteklių yra sunaudojami arabiniams dusūnams (Catha edulis) drėkinti. Mat dusūnų verslas per metus atneša apie 1,2 mljrd. \$ pelno, todėl daugelis maisto produktų yra importuojami...

2008 metais visame pasaulyje pagerintos sanitarijos kontroliuojamo naudojamo geriamo vandens aprėptis šiek tiek viršijo 60 proc. Tai ženklus skirtumas nuo buvusių 1990 m. 54 proc., tačiau daugiau kaip 2,5 mljrd. žmonių vis dar tinkama ir saugi vandens kokybė yra neprieinama. Pusė iš besivystančiose regionuose gyvenančių žmonių kol kas neturi prieigos prie geresnės sanitarijos (sanitarinė priežiūra minimali ar iš viso jos nėra).

Net 92 proc. viso žmonijos sunaudojamo vandens tenka žemės ūkio sektoriui. Vandens sąnaudos gaminant įvairių žemės ūkio produkciją yra nevienodos. Skaiciuojant sunaudojamo vandens maistinės vertės vienetui (litr/kcal) pagaminti pirmauja gyvūninės kilmės produkcija, pvz. vištienai pagaminti reikia 2,4 ltr/kcal, kiaulienai – 2,3, avienai ar ožkienai – 4,5, o daugiausia reikia jautienai – 10,8 ltr/kcal.

Kaip taisyklę visuose pasaulio regionuose, kaimo vietovėse tinkamo vartoti geriamo vandens kokybė atsilieka nuo didelių ar mažų miestų vandens kokybės ir jo sanitarinės priežiūros. Staigiai augant gyventojų skaičiui besivystančiose šalyse dabar pasiektą pažangą, pasaulis nepasieks išlaikyti ir numatytu laiku pasiekti užplanuotą tikslą - iki 2015 m perpus sumažinti žmonių, neturinčių prieigos prie geresnės sanitarijos skaičių.

Keičiamas upių nuotekio į jūras debitas nelieta be pasekmių

Pastatytos ir naujai statomos užtvankos sulaiko potvynius, aprūpina vandeniu laistomų kultūrų plantacijas, neišskiriant šiltnamio dujų, pagamina per 16 proc. pasaulio elektros, tačiau sukuria kitas problemas. Pastebimas sumažėjęs didžiųjų upių nuotėkis į jūras ir vandenynus, o sukurtose patvankos kaupiantis biogenams suintensyvėja eutrofikacijos procesai. Atskirais atvejais patvankos tampa ne tik upių plukdomų sedimentų, bet ir pavojingų aplinkai teršalų kaupyklomis.

Manomai, dėl pastatytų užtvankų ir pasikeitusio mikroklimato (padidėjusio garavimo) Nilo (Egipto teritorijoje) upės debitas sumažėjo: 1875–1905 m. - 96,3 proc.; 1977 – 1988m. - 91,4 proc.; Nigerio (Nigerijoje teritorijoje) upės debitas sumažėjo: 1969-1970-1989-1990 m.m. - iki 50 proc. Afrikoje Zambezės upės baseinas yra vienas labiausia pereikvotų baseinų pasaulyje. daugiausia žalos daro tai, kad į upes yra išleidžiamos nevalytos miestų nuotėkos, todėl čia registruojami intensyvios eutrofikacijos procesai, o aukšta vandens temperatūra sukuria palankią miktobiologinę aplinką į vairiems patogenams ir pavojingų ligų sukėlėjams (cholera, dėmėtoji šiltinė, dizinterija ir kt.). Pastačius dvi didžiules užtvankas – labai padidėjo įmigravusių žmonių, išaugo gyventojų tankumas teritorijose aplink patvankas šiame regione, sutriko upės debitas, sumažėjo biologinė įvairovė, 40 proc. sumažėjo mangrovių ekosistemų plotai.

Panašiai nutiko ir patvenkus vakarų Afrikos didžiąsias upes. Kai Nigerio ir Voltos upių vandens lygis nukrenta - kenčia visa krašto ekonomika; pvz., Gana yra visiškai priklausoma nuo Akosombos užtvankos ant Voltos upės. Akosombos užtvanka suformavo didžiausią dirbtinę patvanką pasaulyje, tuo pačiu sunaikindama buveines (masiškai kertami miškai), keisdama laukinių gyvūnų migracijos kelius, sukeldama dirvožemio, tuo pačiu ir dirbamų laukų, druskėjimą, rūgštėjimą ir erpziją. Malis – viena vargingiausių šalių mūsų planetoje – priklausomas nuo Nigerio. Taip pat ir Gvinėja, Nigerija. Tačiau didžiausia problema yra ne tai, kad vandens nėra daug, bet kad vanduo yra užterštas. Upių taršoje dominuoja pesticidai, pramonės, buitinės nuotėkos. Reikia paminėti ir stovinčių patvankos vandenų bakteriologinį užterštumą ...

Pasaulinėje praktikoje žinomi atvejai, kada besaikis upių vandens panaudojimas (vandens patvankos, hidroelektrinių kaskados, plečiami irigacinių kanalų tinklų plotai ir kt.) nusiausino egzistavusius ežerus ar ženkliai sumažino upių debitus jų deltose ir sukėlė daug ekologinių nelaimių ir pavojų gyventojams. Bene žymiausias tokios antropogeninės veiklos rezultatas – liūdnas Aralo ežero ekosistemos likimas.

AR EGZISTUOJA PASAULIO GYVENTOJŲ APRŪPINIMO MAISTU PROBLEMA ?

Dabar pasaulyje žemės ūkio naudmenos užima 38 proc. planetos neapledėjusios žemės. Kasmet milžiniški žemių plotai dėl netinkamo naudojimo uždruskėja, eroduoja ir tampa netinkami žemės ūkio kultūroms. Kai kuriais paskaičiavimais, visame pasaulyje ariamų laukų dirvožemio erozija vyksta nuo dešimties iki šimto kartų sparčiau, nei susidaro naujas derlingos žemės sluoksnis. Nuo XX a. 9-ojo dešimtmečio neariamoji žemdirbystė ir kitos gamtosauginės priemonės sumažino dirvožemio humuso sluoksnio irimo greitį beveik 40 proc., tačiau jis vis dar siekia 1,54 mljrd. t. per metus. Dabartiniu metu teigiama, kad pagaminamas bendras maisto kiekis teoriškai yra pakankamas, tačiau, dėl įvairiausių aplinkybių, jis labai netolygiai pasaulyje paskirstomas – vienose šalyse egzistuoja tiek augalinės tiek gyvūninės kilmės maisto įvairovės pasiūla ir net jo nesuvaldoma jo dalis kaip atliekos sunaikinamos. Kitose šalyse tarp vartotojų tokios maisto įvairovės nėra, o ir esamo trūksta.

Pasak kai kurių ekspertų, norėdami išmaitinti būsimuosius 9 mljrd. pasaulio gyventojų, atsižvelgdami į besikeičiančius vartojimo modelius, globalią klimato kaitą, ribotą dirbamos žemės ir gėlo vandens kiekį – pasaulinę maisto gamybą turėsime padvigubinti. Lemiamu veiksniu turėtų našesnės maisto kultūros ir efektyvesni ūkininkavimo metodai. Ilgametėje aprūpinimo maistu strategijoje nurodomos trys pagrindinės veiksmų kryptys: maitinimosi dietos korekcijos; esamų veislių našumo didinimas, naujų ekologiškų – daugiamečių ir mažiau išteklių (vandens) reikalaujančių maistinių kultūrų sukūrimas, maisto produktų vartotojų elgsenos reguliacija - optimaliausias surenkamo derliaus panaudojimas, mažiau švaistymo, laukinių biologinių išteklių racionalių naudojimas.

Taigi maisto pakankamumas tampa labiau visuotina problema. Kartu tai ir galimybė dirbti išvien vardan bendro tikslo.

Kaip teigia JAV mokslininkai iki 2100 m. pusė pasaulio gyventojų susidurs su klimato kaitos sukelta maisto krize, nes greitas klimato atšilimas sumažins derlių (20-40% javų, ryžių, kukurūzų) atogrąžių regionuose. Tokios išvados paremtos sukurtais klimato atšilimo modeliais (tikimybė ~90%), kada ekstremaliai šiltos vasaros jau taps ne išimtimis, bet norma. Esamos javų veislės nėra tokios atsparios tokiems karščiams ir užeisiančioms sausroms. Ekspertai mano, kad įvairių kultūrų derliai turėtų mažėti ir kitose klimatinių zonų srityse. Tokios galimų pokyčių prognozės svarbios kuriant maisto programos strategijas ir jų praktinio įgyvendinimo kelius (naujų kultūrinių augalų veislių kūrimas ir jų diegimas). Šiuo metu atogrąžių zonų regionuose per 3 mljrd. žmonių. Manoma, kad iki šimtmečio pabaigos jų padvigubės. Nereikia pamiršti, jog klimato kaita skatina ir didesnę kultūrinių augalų kenkėjų ir ligų kiekį.

Pasaulio biologiniai ištekliai yra riboti

Nors biologiniai ištekliai priskiriami prie atsistatančių, tačiau vis sunkiau stabdomi, o kartais nesuvaldomi ir didėjantys jų eksploatacijos tempai jau sumažino tokią galimybę artimiausiais dešimtmečiais. Nuo 1990 metų pasaulio miško plotai sumažėjo 300 mln. ha, (tai daugiau nei Argentinos visų miškų plotas) ir šiuo metu apima apie 30 proc. Žemės sausumos ploto. Nors miškų naikinimo greitis lėtėja, neliestų miškų ar kitų natūraliai ataugančių miškų plotai mažėja, praktiškai visuose žemynuose. Dėl didelio masto miškų apželdinimo programų mišku apaugusių vietovių plotai tampa stabilūs arba net didėja. Nuo 2000-2010 m. maždaug 13 mljn. ha miškų teritorijų kasmet buvo panaudojamos kitoms reikmėms ar dėl gamtinių priežasčių prarandamos. Tai kiek mažiau (16 mljn. ha) nei ankstesniais dešimtmečiais (FAO 2010).

Tokie vienu ekosistemų degradacijos procesai spartina ne tik globalų biologinės įvairovės nykimą, bet taip pat prisideda (apie 12-15 proc.) prie globalaus atšilimo (papildomi nesugeriami CO₂ kiekiai atsидuria atmosferoje) (van der Werf ir kiti, 2009, UCSUSA 2011). Milijonai hektarų atogrąžių miškų kasmet sunaikinami, paverčiant žemės ūkio kultūrų, ganyklų ir kitų ūkio sektorių teritorijomis. Neteisėta medienos ruošą ir kiti neturtingų žemės naudojimo praktikos būdai (chaotiška lydiminė žemdirbystė ir tolesnė apleistų žemių intensyvi erozija) sumažėja tuos plotus iki netvarios ar visiškai degraduojančios būklės teritorijų.

Centrinėje Amerikoje per pastarąjį dešimtmetį buvo išnaikinti daugiausiai. Per metus išnaikinama 1,19 % miškų, kai tuo tarpų pasaulio vidurkis yra 0,13 %. Pagrindinė miškų naikinimo priežastis yra urbanizacija ir žemės ūkis. Palydovinės nuotraukos rodo, kad milžiniški Amazonės atogrąžių miškų plotai buvo sunaikinti, daugiausia išilgai "miškų kirtimo lanką" prie Amazonės baseino pietinių ribų. Brazilijoje Rondonijos, Para ir Mato Grosso regionai patyrė didžiausius nuostolius (INPE 2010). Per pastaruosius dvidešimt metų daug miško dingo, o jų vietoje radosi sojos laukai ir galvijų ganyklos. 2005 ir 2010 m. padažnėjusios didelės sausros ir kilusių gaisrų

dažnis sustiprino nerimą, kad Amazonės regione pasiektas lūžis, kada didžiuliai miškų plotai pakeisti žemdirbystės/gyvulininkystės teritorijomis tampa labiau panėšėja į savanas.

XXI a. naujos grėsmės centrinės Amerikos ir pietinės Amerikos drėgniesiems tropiniams miškams iškilo pradėjus tuose regionuose naftos ir dujų išteklių paieškas ir jų eksploatavimą. Neturtingoms šalims iškilo dilema ar palikti ir išsaugoti unikalias ekosistemas, jų struktūra ir funkcionavimą ar leisti eksploatuoti iškastinio kuro išteklius, prieš tai ir toliau naikinant savo teritorijų gamtinę aplinką, kuri, beje, yra svarbi jau ir globaliu mastu. Kaip vienas iš gamtosauginių kompromisinių sprendimų buvo 2007 m. Ekvadoro prezidento R. Koria (Rafael Correa) pasiūlė pasaulio bendruomenei už jo pastangas uždrausti eksplotaciją ir palikti Jasuni nacionaliniame parke 850 mln. barelių naftos kompensacijos iš pasaulio šalių tolygios 3,6 mljrd. \$. Kai iki 2012 m. vidurio buvo pažadėta atlyginti tik apie 200 mln. \$ - iniciatyvos istrigo ir žaliavinės naftos eksploatacijos darbai ir besiplečiantis ekosistemų naikinimas tęsiasi toliau...

Ne ka geresnė tropinių miškų ekosistemų būklė Pietryčių Azijoje. Skiriasi tik tokios masinės degradacijos pagrindinės priežastys. Indonezijoje kasmet išnaikinama per 1,2 mln. ha miškų. Malaizijoje - 80 000 ha. Pagrindinė kirtimų priežastis – tropinių miškų medienos ir naujai įsteigtų jų vietoje plantacijų gaunamos ir vis didinamos produkcijos - kaučiuko, palmių (Gvinėjinės alyvpalmės (*Elaeis guineensis*) aliejaus) eksportas. Didžioji dauguma aliejinių palmių plantacijų yra įkurdinama iškirstų atogrąžų miškų vietose. Kai kur Šio regiono valstybių valdžia nesugeba tinkamai kontroliuoti nemažos dalies miškų administravimo sričių ir labai daug kirtimų vykdoma nelegaliai.

Nuo 1980 m. Kongo baseino regionas labiausiai nukentėjo nuo miškų naikinimo pasaulyje. Nuo 2004 m. miškai buvo sparčiai pradėti naikinti komerciniais tikslais. Neturtingi vietiniai ūkininkai augina maistinius augalus, nes neturi kitokių sąlygų išgyventi. Kongo baseine gausiai kasami vertingi mineralai, čia įžvalgyti ir pradėti eksploatuoti naftos ištekliai.

Australijoje esamas drėgnųjų miškų ekosistemų paplitimas teužima apie 1% buvusios teritorijos. Šiuos miškus pakeitė gyvulininkystės teritorijos ir bananų plantacijos.

Katastrofiškai mažėja, prieš kelis dešimtmečius dar egzistavusios unikalios ekosistemos - mangrovių miškai, svarbūs socialiniu, ekonominiu ir biologiniu požiūriu, tampa trumpalaikių ekonominių interesų zonomis.

Nustatyta, kad mangrovių ekosistemos veikia kaip labai efektyvius anglies absorbentas, galintis absorbuoti beveik 100 t. anglies vienam hektarui, arba daugiau nei tris kartus įsisavinimo gebėjimai kitų, ne mangrovių, miškų ekosistemų (UNDP 2011b). Nuo 1990 iki 2010 metų, 3 proc. mangrovių jau prarasta daugiausia dėl į žemės ūkio ir akvakultūros (ryžių laukai, krevečių ūkiai) plėtros.

2000 m. Naudojant didelės skiriamosios gebos palydovinius vaizdus, buvo nustatyta, kad mangrovių plotų apimtys yra sumažėjusios net 13 proc. – tai žymiai daugiau nei pateikiami atskirų šalių statistikos duomenys (Giri ir kiti 2010).

Pastarųjų dešimtmečių Gyvosios planetos indeksas atspindintis pokyčius žemės ekosistemų būklėje kelia rimtą susirūpinimą. Jis remiasi vykdant 2 544 gyvūnų rūšių globalią (paskirstant visose pasaulio biomų ekosistemose) stebėseną 7 953 populiacijose.

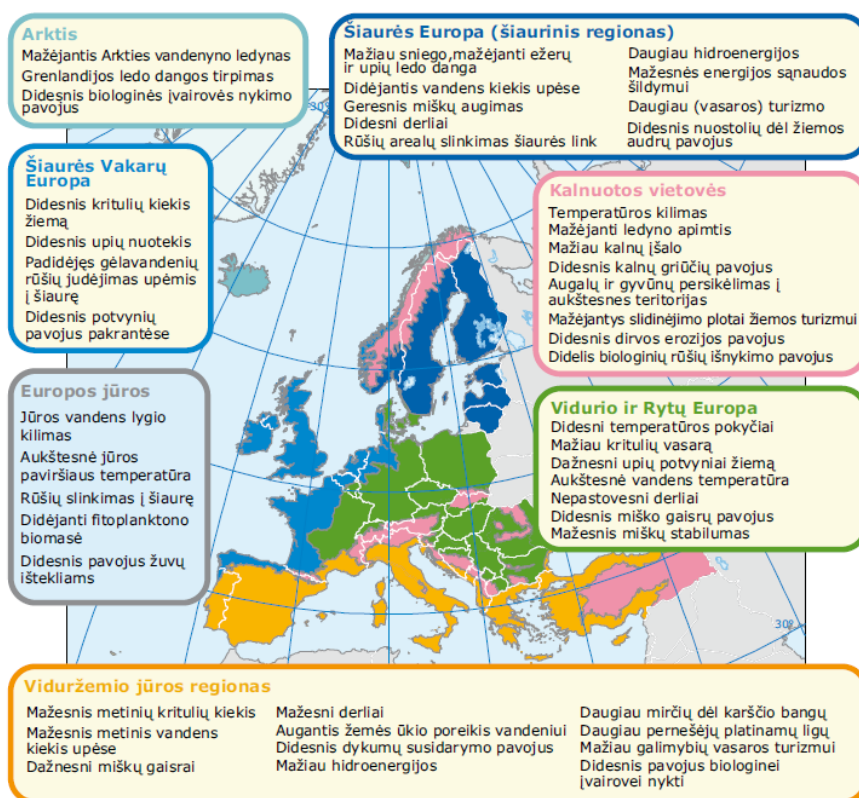
Nuo 1970 iki 2007 metų Gyvojo pasaulio indekso (*Global Living Planet Index*) visuotina (globalus rodiklis) reikšmės sumažėjo vidutiniškai 12 proc. ir net 30 proc. konkrečiai tropiniuose regionuose. Priešingai nei Vidutinio klimato biomuose, kurių būklė yra kol kas šiek tiek stabilesnė (po šimtų metų trukusių biologinės įvairovės nuostolių), visuose kituose pasaulio klimatinį juostų biomuose minėti rodikliai rodo įvairaus laipsnio mažėjimą. Nuo 1992 metų tropinėse platumose biologinė įvairovė mažėja itin drastiškai (30%) ,dėl itin spartaus gyvenamosios aplinkos sunaikinimo ir menko adaptyvumo laipsnio (WWF 2010).

Tarptautinėje biologinės įvairovės konferencijoje (BJK) susitikime Nagojoje (Japonija) 2010 m. šalys dalyvės priėmė persvarstytą ir atnaujintą naują strateginį planą dėl biologinės įvairovės už 2011-2020 metų laikotarpį. Kartu buvo pripažinta, kad ankstesnieji tikslai, kurių pagrindinis – sustabdyti globalią biologinės įvairovės degradaciją - taip ir nebuvo įgyvendintas.

Išlieka kaip labai aktuali svetimžemių rūšių globalaus plitimo ir tolesnio jų poveikio vietinėms rūšims, buveinių, ekosistemų struktūrai ir funkcijoms ekologinė problema. Nemažai tokių invazijų kelia grėsmę žmonėms, atneša nemažus materialinius nuostolius (pvz., pavojingų ligų, žemės ūkio kenkėjų, parazitų pernešėjų/sukėlėjų paplitimo arealų plėtra).

Daugelis pagrindinių klimato rodiklių rodo, kad vykstantys pokyčiai išeina už natūralių svyravimų ribų, kurių fone vystėsi ir suklestėjo šiuolaikinės visuomenės ir ūkiai.

pav. Galimi klimato ir tolesnės aplinkos kaitos scenarijai pagrindiniuose Europos biogeografiniuose regionuose (*pagal EAA, 2010, Europos aplinka – būklė ir raidos perspektyvos*)



Išlieka ir daug diskusijų susilaukia naujų technologijų taikymo ir aplinkos kokybės išlaikymo klausimais (GMO plėtra, nanotechnologijų atliekos, kosminės šiukšlės, AE plėtra ir kt.).

Teigiama, kad dabartiniu metu žemutinėje Žemės orbitoje skrieja apie 12 000 didesnių nei 10 cm objektų. Dar tiek pat atliekų yra mažesnės arba skrieja aukštesne orbita. Krentančių į Žemę kosminių šiukšlių atvejai registruojami jau 50 metų. Kol kas iš orbitos ant žemės nukritusių kosminių aparatų nuolaužos, pasak NASA, dar nesukėlė žmonių mirčių (duomenys tik apie JAV teritoriją), tačiau įvairiausios sudėties ir dydžių, svorių atplaišos krenta kas savaitę – lig šiolei dažniausiai į vandenį. Tačiau 2009 m. virš Sibiro 804 km aukštyje „Iridium“ sistemos ryšių palydovas susidūrė su nebeveikiančiu Rusijos palydovu. Teigiama, kad per artimiausius 50 metų kas penkerius įvyks po vieną didelį erdvėlaivių susidūrimą. Siūlomi tokių kosminių šiukšlių šalinimo būdai skirti paspartinti atliekų nuleidimą į atmosferą, kur jos sudegtų („Kosminių lazerių“, „Palydovų mikrovilkikų“, „Palydovų kolektorių“ idėjų projektai).

... Pasirodo, tik kelių rūšių laukiniai gyvūnai galėjo virsti naminiais. Didžioji dauguma gyvūnų, kurie buvo tinkami maistui, transportui, odai ar turėjo kitos reikšmės žmogui buvo domestikuoti Azijoje (šuo – prieš 15 000 metų, kiaulė, avis, ožka, karvė, katė – prieš 10 000 metų, višta – prieš 8 000 metų, arklys, vienkupris kupranugaris, azijinis buivolai – prieš 5 000 metų. Kiek vėliau – dvikupris kupranugaris, jakas. Afrikoje prieš 4 500 metų prijaukinti asilai. Pietų Amerikoje prieš 6 000 metų prijaukintos lamos ir alpakos, o Šiaurės Amerikoje prieš 3 700 metų – kalakutai.

Dabartinės molekulinės biologijos, genetikos pasiekimai ir biotechnologijos įgalino paspartinti naujų, žymiai tobulesnių (visu pirma gaunamos iš jų produkcijos ir kt. požymių atžvilgiu) veislių kūrimo perspektyvas, tačiau lig šiolei nerimsta diskusijos apie galimą tokių sukonstruotų veislių poveikį aplinkai ir pačio žmogaus sveikatai.

Aplinka, sveikata, vidutinė gyvenimo trukmė ir socialinė nelygybė yra susiję veiksniai. Supanti aplinka daro didžiulį poveikį tiek fizinei tiek psichinei žmonių sveikatai ir tolesnei socialinei gerovei. Sudėtingi aplinkos veiksnių, jų kaitos ir žmonių sveikatos ryšiai ir sąveikos didžia dalimi įtakojami ir globaliu anksčiau minėtų ekologinių problemų.

Termino aplinkos veiksnių sukeltų ligų našta (prasta sveikata ir ligos, sukeltos aplinkos veiksnių) leidžia palyginti įvairių rizikos veiksnių žalą sveikatai, nustatyti prioritetus ir įvertinti konkrečių taikomų priemonių naudą. Mus supantys sveikatos ir gerovės veiksniai įtakojantys gyvenimo trukmę ir kokybę yra labai kontraversiški; tai priklauso nuo globalios ekosistemų, gamtinės aplinkos, urbanizuotų teritorijų būklės, vystomos regione, ar lokaliau – konkrečiame rajone veiklos rūšies, žmonių profesijų, vietinės ekonomikos, bendruomenės struktūros ir jos veiklos bei konkretaus žmogaus gyvenimo būdo.

Aplinkosaugos problemos tiek Europoje tiek kitose pasaulio šalyse yra glaudžiai tarpusavyje susijusios. Šiandieninės pagrindinės globalios aplinkosaugos problemos yra sisteminio pobūdžio ir negali būti sprendžiamos atskirai.

Konstatuojama vykstanti globali klimato kaita tiesiogiai sukelia pokyčius biologinės įvairovės pasiskirstyme ir persiskirstyme ir iš to kylančiomis ekologinėmis problemomis – kas sukelia biologinės įvairovės degradaciją ir neprognozuojamus pokyčius; keičia biomasės produkcijos auginimo sąlygas, jos ekosisteminį persiskirstymą – kas tiesiogiai paveikia gamtos išteklių naudojimą ir atliekų šalinimą; ekstremalių meteorologinių ir su susietų kitų biotinių veiksnių atvejų daugėjimas (karščio bangos, staigios stiprios liūtys, oro kokybės pokyčiai, ligos ir kt.) – kas tiesiogiai atsiliepia aplinkos kokybei ir žmogaus sveikatai. Egzistuoja ir netiesioginiai poveikiai visoms paminėtoms sritims (įvykstantys žemės dangos pokyčiai, potvyniai, sausros ir kt.).

Gamtinę aplinką ir pačią biologinę įvairovę tiesiogiai veikia klimato kaitos pasekmės (per globalų šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų kompleksinį poveikį biosferai), gamtinių išteklių naudojimas ir atliekos (ekosistemų teikiamų paslaugų kokybę ir išteklius, ypač apsirūpinimą vandeniu), visuminę aplinkos kokybę ir žmogaus sveikatą (oro kokybė, rekreacija, vaistai ir kt.).

Gamtos išteklių naudojimą ir atliekas tiesiogiai veikia klimato kaita (per šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų kompleksinį poveikį, gamtos išteklių, ypač apsirūpinimą vandeniu), visuminę aplinkos kokybę ir žmogaus sveikatą (oro kokybė, rekreacija, vaistai ir kt.).

Pasaulinės tendencijos atspindi ir atskirų žemynų, regionų aplinkos būklės pokyčius. Tarp daugelio galima išskirti pagrindines, tai: aplinkos būklės raidos globalinės tendencijos, technologijų raidos globalinės tendencijos, ekonomikos raidos globalinės tendencijos, visuomenės raidos

globalinės tendencijos, politikos raidos globalinės tendencijos - visų jų tamprios sąsajos su Žemės gamtos turtais ir ekosistemų teikiamomis paslaugomis. XXI a. Europoje prioritetinėmis aplinkos politikos globalinės tendencijos sritimis laikomos – klimato kaita, gamta ir biologinė įvairovė, gamtos ištekliai ir atliekos, aplinka, sveikata ir gyvenimo kokybė.

Pasaulio žmonijos istoriniame laike visos civilizacijos anksčiau ar vėliau išgyvendavo krizes, tik jų rezultatai būdavo skirtingi – vienos žlugdavo, kitos su laiku atgimdavo. Žinomi JAV biologai Paulas ir Anne Ehrlich'ai išskiria du veiksnius, kurie gali kelia ypatingas grėsmes tai – žmonių populiacijos perteklius, jo pasiskirstymo netolygumai augantis besaikis vartojimas. Panašu, kad savo laiku, dar 1968 m., sukėlusio masinio susidomėjimo knygos „Demografinė bomba“ autoriai buvo teisūs, kad jeigu visas šiandieninis pasaulis (visi 7 mljrd. gyventojų) imtų vartoti taip, kaip tai daro dabartiniai amerikiečiai - prireiktų dar kelių papildomų planetų, tokių kaip Žemė, kad visų poreikiai būtų patenkinti. Besaikio vartojimo progresija buvo užprogramuota ne vakar, o pačiose žmonių civilizacijos ištakose: kuomet santykinai nedidelės populiacijos pasirinko ir gyveno tik pačiuose našiausiose savo bioprodukcija rajonuose (pvz., Nilo, Mekongo, Jangdzės upių slėniai). Ištekliai, kuriuos įsisavinti lengva buvo įsisavinami pirmiausiai. Toliau, žmonėms teko įsisavinti ir mažiau žemės ūkiui tinkamas teritorijas, o tai reiškia daugiau žemės, daugiau trąšų, daugiau energijos ir kitų išteklių tam pačiam maisto kiekiui pagaminti. Kitaip tariant, kiti mlrd. žmonių planetai pakenks labiau nei tie, kurie gimė anksčiau...

Ką daryti, kaip elgtis ekologinių grėsmių akivaizdoje ? Daug kas daroma jau dabar ir to negalima neigti: didinamas žemdirbystės efektyvumas, iškastinį kurą stengiamasi keisti atsinaujinančiais energijos šaltiniais, bandoma riboti šiltnamio dujų išmetimą. Kol kas sėkmingi rezultatai yra tik lokalūs ir, svarbiausia, jie kol kas esminiai nesprendžia naujų milijardų išmaitinimo ir kitokio aprūpinimo problemų.

Liūdniausia šioje situacijoje yra tai, kad mokslas jau tiksliai aprašė veiksnius, galinčius sukelti žmonijos žlugimą, bet pati žmonija į tai reaguoja vangiai (ar visai nereaguoja), teigia P. ir A. Ehrlich'ai cituojantys 150 skirtingų mokslinių tyrimų rezultatus. Jų teigimu „...visas dėmesys kol kas skiriamas finansiniams sunkumams, kuriuos galima išspręsti įprastinių derybų keliu. Deja, su Gamta tokios derybos neįmanomos“...

Klausimai savikontrolei:

1. Kas gi vyksta globalioje aplinkoje ir kodėl ?
2. Kokių pasekmių galima tikėtis biosferoje ir pasaulio žmonių bendruomenėje ?

3. Kokių priemonių imtasi ir ar jos efektyvios ?
4. Kokių veiksmų , priemonių reikėtų imtis siekiant stabilizuoti blogėjančią globalią aplinkos būklę ?
5. Kokia galima tolesnė ateities pasaulio raida ?

GEOLOGINIO, BIOLOGINIO IR ISTORINIO LAIKŲ SAMPRATA

ŽEMĖS IR JOS SFERŲ RAIDOS SUPRATIMAS GEOLOGINIO, BIOLOGINIO, ISTORINIO (SOCIALINIO) LAIKO SKALIŲ POŽIŪRIU

Moksliškai nagrinėdami mus supantį pasaulį jį aprašome keturmatės erdvės (trijų erdvės koordinatų ir laiko) dėsniais. Laiko matmuo reikalingas, kad pastoviu greičiu judantis stebėtojas pasaulį matytų tokį patį, kokį matome ir mes.

Prieš pradėdant nagrinėti reikia susipažinti su mūsų aplinkoje egzistuojančiais charakteringais matmenimis. Kai kurie iš jų mums yra emociškai nesuvokiami; pavyzdžiui, šiandien eksperimentiškai suvokiami minimalūs atstumai siekia 10^{-18} m., o didžiausi net 10^{26} m. Pirmasis dydis siekia šimtamilijoninę atomo skersmens dalį, antrasis – tai atstumas, kuri šviesa sklido keliolika milijardų metų. Pateikiama sistematika pagrįsta santykinės atstumų skalės suskaidymu į atskiras dalis:

- mikropasaulis – atomai ir mažesnių matmenų objektai;
- mezopasaulis – priklauso kūnai ir dariniai, kurių matmenys neviršija milijoninės metro dalies (šiandieninių nanotechnologijų objektas);
- makropasaulis – visa tai ką mes galime apčiuopti ir tirti;
- megapasaulis – tai kas mums nepasiekama, apie jį sužinome iš ten ateinančios informacijos (pastaraisiais dešimtmečiais iš megapasaulio atskirai išskiriama Saulės sistema, kuri pradėta tiesiogiai tirti kosminiais aparatais).

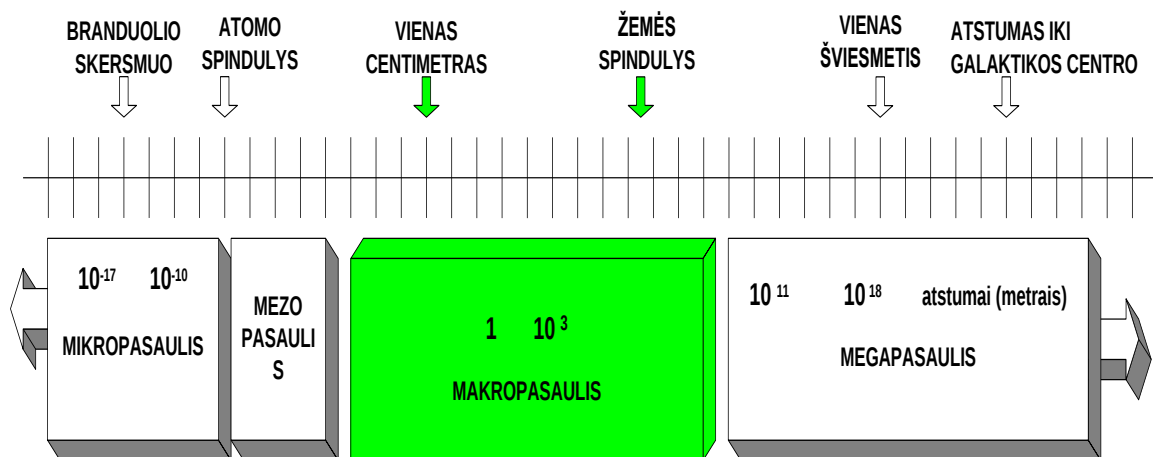
Tokį objektų sugrupavimą nulėmė skirtingi tų objektų tyrimo būdai, juos aprašantys dėsningumai ir pati jų reikšmė mūsų gyvenime. Daugelį įvykių vyksmo dažnumą Žemės raidoje galime apibrėžti kaip:

$$v = d/t;$$

kur: **v** – dažnis ; **d** – atstumas; **t** – laikas;

Žemės ir gyvybės moksluose pripažįstamos trys tarpusavyje susietos atskirų laikų skalės: geologinio, biologinio ir istorinio /socialinio (politinio) laiko, kuriose vykę ir tebevykstantys procesai drauge parodo ir visų Žemės sferų sąveikas.

Galima atskirai išskirti visatos – patį didžiausią dydį (keliolika milijardų metų arba – Ga – Giga anum) ir mažiausią arba trumpiausią – atskiro individo santykinio mastelio išmatuojamus dydžius.



pav. Santykinė atstumų skalė (logaritminiame mastelyje) ir suskirstytų pasaulių santykinės ribos.

Aptariant Žemėje vykstančius reiškinius ar atskirus procesus pravartu susipažinti su skirtingais šių veiksmų suvokimo lygmenimis, kuriuos atskirai išsamiau nagrinėja atskiri įvairių mokslų sričių mokslai.

lentelė. Supančio mus pasaulio suvokimo lygiai ir pažinimo laipsniai

SUVOKIMO LYGMENYS			
SUVOKIMO IR ORGANIZACIJOS LAIPSNIS	MIKRO LYGMUO	VIDUTINIS LYGMUO	MAKRO LYGMUO
NOOSFERA (Pasaulio visuomenė)	Negalioja	Antropologija, Psichologija, Sociobiologija, Ekonomika, Filosofija ir k. t.	Istorija
BIOSFERA (Gyvybės plėtra Žemėje)	Organinė chemija. Biochemija	Molekulinė Biologija, Botanika, Zoologija ir k. t.	Ekologija
GEOSFERA	Neorganinė chemija	Geologija,	Astronomija

(Negyvoji materija)		Klimatologija ir k. t.	
HYLOSFERA (Erdvė–laikas, elementariosios dalelės)	Kvantinė fizika	Klasikinė (Niutono) fizika	Reliatyvumo teorija

lentelė. Žinotinos kai kurios dimensijos aptariant atskirus globalius medžiagų kiekius

kilo	10^3	= 1,000
mega	10^6	= 1,000,000
giga	10^9	= 1,000,000,000
tera	10^{12}	= 1,000,000,000,000
peta	10^{15}	= 1,000,000,000,000,000
exa	10^{18}	= 1,000,000,000,000,000,000

1 gigatona = $1 \times 10^9 \times 10^3$ kg = 10^{12} kg = $10^{12} \times 10^3$ g = 10^{15} g = 1 petagramui

pvz., 1 gigatona vandens = 1 petagramui = 10^{15} g vandens ; 1 g vandens = $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$ vandens;

arba 1 gigatona vandens = $10^{15} \text{ g} \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{g vandens} = 10^9 \text{ m}^3 = 1 \text{ km}^3$ vandens

1 ppmv = 1 dalis milijone (arba viena molekulė milijone);

1 ppbv = 1 dalis milijarde;

1 pptv = 1 dalis trilijone.

AV (AU—astronomian unit) yra astronominis vienetas, lygus atstumui tarp Žemės ir Saulės.

„Talpiausioje“ **geologinio laiko** skalėje pagrindinių procesų vyksmų laiko trukmė skaičiuojama dešimtimis, šimtais milijonų (Ma) ir milijardais (Ga) metų apima visą Žemės raidos laiką. **Biologinio laiko** skalėje skaičiuojami gyvybės Žemėje raida, o vykstantys procesai sutelpta kiek trumpesnėje nei geologiniai periodai skalėje (keliais šimtais milijonų metų). Palyginus tarpusavyje vykusius ir tebevykstančius Žemėje geologinius ir biologinius procesus galima teigti, kad abiejų laiką galima sutalpinti ir skaičiuoti vienoje laikrodžio valandinėje skalėje. Mes dar nežinome, kada labai tiksliai - manomai prieš 3,8 Ga – užgimė (atsirado ir vystėsi) Žemėje gyvybės formos. Taigi ši data geologiniame laikrodyje santykinai yra gana arti 4,5 Ga padalos, kada Žemė įgijo savo palydovą Mėnulį, kada

prasidėjo jos geologinė istorija. Taigi abi datos beveik tos pačios eilės dydžiai, todėl ta prasme geologinis ir biologinis laikrodžiai beveik nesiskiria.

Jei lygintumėmė tarpusavyje geologinių ir biologinių procesų formavimosi trukmę, tai čia egzistuoja ženklūs skirtumai. Geologinių formacijų susidarymas trunka kelis kartus (šimtais mln. metų) ilgiau. Tuo tarpu atskiros rūšies atsiradimo, susiformavimo, tolesnio egzistavimo iki visiškos žūties periodas trunka vidutiniškai 10–12 mln. metų. Tai galima būtų taikyti ir žmogui, kurio kaip rūšies egzistavimo laikas tik prasidėjęs, o visa civilizacijų istorija palyginus su ankstesniais laikotarpiais yra labai trumpa - jai pakaktų ir minutinės laikrodžio skalės. **Visa žinoma civilizacijų Žemėje tetrunka 12-15000 metų...** Kartais reikšmingi įvykiai pasaulio bendruomenėse visuomenino/politinio/socialinio gyvenimo sferose esminiai keičiantys tolesnę visuomeninių vystymosi raidą gali įvykti labai greit - nuo kelių dienų, mėnesių ar keliolikos metų...

Atskirai egzistuoja ir išimtiniai atvejai. Tai netikėti kataklizmai kaip antai: kosminės katastrofos (Žemės susidūrimai su asteroidais ir pan.) vulkanizmas, žemės drebėjimai, milžiniški cunamiai, itin drastiškos klimatinės anomalijos kaip staigios ir labai gausios liūtytys, potvyniai, itin sausros ir nuo to kylantys didelės teritorijose gaisrai ir kt.) - taip vadinamas **momentinis laikas**, kai per labai trumpą laiką (kelias sekundes, minutes ar valandas) atsitinkantys vyksmai, galintys kardinaliai pakeisti esminių procesų eigą atskiruose regionuose ar net visoje biosferoje. Čia galima priskirti ir antropogeninės veiklos sukeltas katastrofas (pavojingi branduolinio ginklo bandymai atmosferoje ir jo sąmoningas itin pavojingų ginklų (branduolinio, cheminio ir kt.) panaudojimas karinių konfliktų metu, branduolinių reaktorių avarijos (Urale, Černobilyje, Fokušimoje ar kt.). Šiuo atveju tokių procesų trukmė ir pasekmės prilygsta atskiriems pasaulio žmonių visuomenių gyvenime vykstantiems svarbiems įvykiams (reikšmingi valstybių politinės raidos pokyčiai, karai ir kt.).

Tekste nagrinėjami globalūs procesai ir jų pasekmės gali vykti ir vyksta visose minėtų laikų skalėse.

GEOLOGINIS LAIKAS ŽEMĖS RAIDOJE

Geologinio laiko ir dydžio sąvoka siekia toliau žmogaus patirties ir supratimo ribas. Kaip ir pati Saulės sistema atsiradusi vos prieš 12 mlrd. m. galaktikoje taip ir Žemė – palyginti nauja, vos tik prieš 4,56 Ga pradėjusi formuotis kaip planeta. Nagrinėdami Žemės kaip planetos ir jos atskirų sferų atsiradimą ir tolesnę jų raidą susiduriame su skirtingo laiko masteliais, kuriuos palyginus su vidutine žmogaus gyvenimo trukme gaunasi ištis fantastiniai dydžiai.

Kas yra laikas? Į šį klausimą yra daug atsakymų, bet nėra vieno. Reliatyvumo teorija teigia, kad laikas yra materijos savybė, nusakanti kūno padėtį, kaip ir jo koordinatės erdvėje. Čia laikas susijęs su kūno judėjimo greičiu, jo energija. Kuo tas greitis artimesnis šviesos greičiui vakume, tuo laikas eina lėčiau. Prisiminkime dvynių paradoksą.

Nagrinėdami vieną iš ilgiausiai trunkančių geologinių procesų raidą neišvengiamai susiduriame su santykinio ir absoliutaus geologinio amžiaus sąvokomis.

Santykinis amžius – tai būdas santykinai palygininant tarpusavyje keleto skirtingų uolienų amžių; pvz., pirmuoju atveju - tiriamojo regiono smiltainiai yra senesni nei ten pat esantys kalkakmeniai, antruoju - pasinaudojant įvairiais tyrimo metodais nustatomas kaip įmanoma tikslesnis uolienų amžius, kuris ir tampa absoliučiu; pvz., konkrečiame regione ištirtų smiltainių amžius yra 300 mln. metų.

Geologijoje laikas yra esminė sąvoka. Ji reikalinga apibūdinti geologinių procesų trukmę, ir jų seką. Geologijoje naudojamos dvi laiko sąvokos ir santykinis ir absoliutinis laikas.

Santykinis laikas parodo, įvykių seką, tai yra kas vyko po ko. Dar XVII amžiuje N. Steno sluoksnių superpozicijos dėsnis, tvirtinantis, kad uolienų sluoksniai slūgso laiko atžvilgiu dėsninai, taip, kad viršuje yra jaunesni, o apačioje senesni sluoksniai, jei vėlesni procesai tos tvarkos nesuardo. Tai leidžia nustatyti santykinį sluoksnių susidarymo laiką, tiek atskiroje atodangoje, tiek tarp jų, tam tikrame plote. Geologijos šaka, užsiimanti sluoksnių susidarymo laiko ir sekos nustatymu vadinama stratigrafija. Vienas svarbiausių stratigrafijos tikslų – rasti būdus, metodus, rodiklius kurių pagalba galima nustatyti venalaikius sluoksnius skirtingose Žemės vietose (atodangose, gręžiniuose). Tai vadinama stratigrafine koreliacija.

Vienas svarbiausių metodų čia yra sluoksnių palyginimas pagal juose esančių fosilijų rūšis, tai yra - biostratigrafija. Jis remiasi tuo, kad biologinės įvairovės formos nuolat keičiasi, vienos išnyksta, kitos atsiranda. Tokiu būdu pagal būdingas gyvybės formas, išskiriami atskiri geologiniai laikotarpiai. To paties laikotarpio sluoksniuose galime tikėtis surasti panašių gyvūnų ir augalų rūšių arba jų bendrijų, o skirtingo laiko sluoksniuose – skirtingų. Gyvų organizmų liekanos – fosilijos uolienų storymėse yra įvairiu laipsniu pasikeitusios, suakmenėjusios, tai yra jų pirminė medžiaga visiškai arba iš dalies būna pakeista karbonatais, silikatais, fosfatais arba sulfidais. Gyvybės kitimas yra apibendrinta išraiška visų veiksnių veikusių Žemę. Todėl pagal fosilijų pasikeitimą išskiriami Žemės istorijos laikotarpiai.

Absoliutinis amžius, yra laikas, praėjęs nuo tam tikrų geologinių įvykių, matuojamas sekundėmis, valandomis, paromis, metais ir daugiau. Visi jie pirmiausiai susiję su astronominiais reiškiniais – Žemės apsisukimo trukme aplink Saulę ar aplink savo ašį. Ta priklausomybė nėra tiksli, nes metuose yra nevienodas dienų skaičius. Todėl sekundės sąsaja su metais yra sąlyginė.

Anksčiau sekundė buvo prilyginta $1/31\,556\,925,947$ daliai 1900 metų. Dabar sekunde laikomas laiko tarpas, per kurį cezio atomo poliariškumas pasikeičia 9 192 631 770 kartų.

Geologinės istorijos eigoje metų ir paros trukmė, tai yra Žemės apsisukimo aplink Saulę ir jos apsisukimo aplink savo ašį greitis kito. Pavyzdžiui, dabar jis didėja. Jis priklauso nuo daugelio veiksnių, iš kurių svarbiausiais laikomi: Žemės branduolio judėjimas, potvynių-atoslūgių sukeliama trintis, poledyninis izostazinis kilimas, vėjas, veikiantis atmosferos kampinį momentą, vandenyno lygis ir jo srovės, ledynų dydis ir padėtis, žemės drebėjimai, netgi CO₂ kaupimasis atmosferoje dėl žmonių veiklos. Kai kurie iš šių veiksnių veikia priešingai, bet jų sumoje para šiuo metu ilgėja maždaug 1 μs/metus. Geologinėje praeityje veikė daug galingesni veiksniai, pavyzdžiui, Mėnulio sukimosi greičio ir orbitos kitimas, žemyninės plutos augimas. Mes nežinome koku greičiu Žemė sukosi aplink savo ašį ir kiek parų buvo metuose, bet galima tvirtinti, kad metų, paros trukmė, jų santykis tarpusavyje ir šių greičių santykis radioaktyvaus atomų skilimo greičio atžvilgiu, su laiku kito.

Šiuo metu absoliutinis laikas matuojamas radiologiniais metodais, tai yra remiantis atomo skilimo greičiu. Tas greitis laikomas konstanta. Jis išreiškiamas astronominiais laiko vienetais – metais. Yra ir kitas klausimas – ar atomo skilimo greitis, kuris yra konstanta dabar, nekito geologinėje praeityje. Fizikai vienareikšmiškai neatsako į klausimą - ar fizikos dėsniai o tuo pačiu ir fizikinės konstantos nekinta su laiku, tai yra ar tų konstantų reikšmės buvo tokios pačios ir prieš milijardus metų? Jie nežino ar jos kinta, bet ir negali įrodyti, kad jos yra nekintamos. Tačiau, jei mes ir galime atomo skilimo greitį laikyti konstanta, tai metai, kuriais matuojame skilimo greitį, taikant juos praeičiai yra tik sąlyginis dydis, bet nereikia astronominių metų ir praeityje.

Taigi ir „absoliutinis“ laikas iš esmės išreiškia tik sąlygnį laiką matuojant jį dabartine metu trukme ir jokių būdu nereikia tikrų astronominių metų.

Visgi, turėdami galvoje minėtus sąlyginumus, geologinių įvykių ir procesų laiką, trukmę ir greitį mes matuojame radioaktyvių atomų skilimo greičiu, išreikšdami jį per dabartinio Žemės sukimosi aplink savo ašį ir aplink Saulę greitį.

Radiologinis datavimo metodai pagrįsti tuo, kad daugelis radioaktyvių elementų skildami išspinduliuoja vienas ar kitas daleles, dėl ko pasikeičia jų atomo svoris ar krūvis ir jie virsta kitais to paties elemento izotopais, ar kitų elementų atomais.

Taip, U²³⁵ virsta Pb²⁰⁷, U²³⁸ – Pb²⁰⁶ K⁴⁰ – Ar⁴⁰ ir Ca⁴⁰ Rb⁸⁷ – Sr⁸⁷, Sm¹⁴⁷ – Nd¹⁴³.

Syklantis elementas vadinamas pirminiu arba motininu, o jo skilimo metu susidaręs elementas – dukteriniu. Atomų skilimo greitis yra pastovus, bet kiekvienam elementui skirtingas.

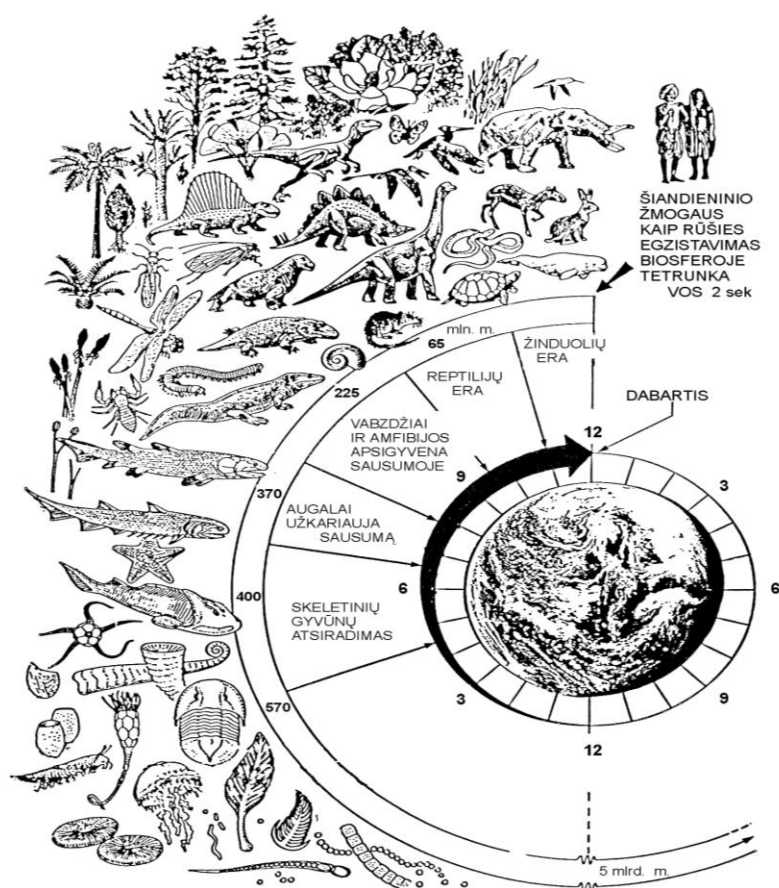
Nustačius kiek uolienoje susidarė dukterinio elemento, ir kiek liko motininio – galima apskaičiuoti kiek praėjo laiko nuo šio proceso pradžios.

Laiko lygtis, pagal kurią laiką galima apskaičiuoti, laiką praėjusi nuo skilimo pradžios yra:

$$t = 1/\lambda \ln(1 + D/M_t),$$

kur: M_t - likusių motininio elemento atomų skaičius, D - naujai susidariusių dukterinio elemento atomų skaičius. Abu šie dydžiai nustatomi analitiniu būdu tiriant tam tikrų mineralų ar visos uolienos sudėtį.

Kas kita istorinis dar vadinamas socialinis laiko tarpsnis. Lyginant su gyvybės formų ir įvairovės raida Žemėje atsiradusi neseniai atsiradusi hominidų (*Homo sapiens*) rūšies kaip socialinio subjekto raidos istorija yra labai trumpa. Žinomų civilizacijų vienaip ar kitaip paveikusių supančią aplinką istorija siekia kiek daugiau kaip dešimt tūkstančių metų. Palyginus su geologinio ir biologinio laiko skale – tai labai trumpai besitęsiantis periodas, o tokio laiko atskaitoms pakaktų sekundes skaičiuojančio ciferblato. bet kai kur šiame periode įvykę pokyčiai atskirom civilizacijom buvo esminiai.



pav. Geologinės, biologinės ir žmonių civilizacijų – istorinės raidos trukmės palyginimai

Jau nuo XVIII a. lig XIX a., kada Žemės raidos tyrimai tapo atskirų mokslų šakomis, o jų pagrindu Žemės sferų tyrimuose tapo mokslų integracija, nesiliovė diskusijos tarp mokslinių mokyklų atstovaujančių katastrofistus ir uniformistus. Pastarieji prisilaikė nuoseklaus, palaipsnio Žemės biologinių sistemų raidos hipotezių. Jų oponentai – įžvelgė, kad žemės raidai didžiausius postūmius suteikė pasikartojančios globalios katastrofos. Staigios katastrofos, gal būt, keitė atskirų gyvybės formų (net atskirų sistematinių taksonų) raidos vektorius. Fosiliniai radiniai rodo, kad „ramiaisiais“ periodais Žemėje kiekviena rūšis „stengėsi“ kuo geriau „prisitaikyti“ prie savo konkrečios ekologinės nišos, dėl ko kitoms rūšims (konkurentams) darėsi vis sunkiau jas užimti. Katastrofų metu dalis rūšių išnykdavo, kas sukeldavo stimulą išlikusių adaptacijai.

Teigiama, kad įvairūs globalūs pokyčiai (tektoninių plokščių judėjimas, žemynų skilimai ir tolesnės jų slinkty, Žemės magnetinių polių inversijos ir juos lydintys procesai, aktyvus vulkanizmas, kosminės kilmės incidentai (didžiųjų asteroidų) poveikiai planetai ir kt.) Žemės raidoje vyksta nors ir chaotiškai, tačiau pastoviai. Pastebėta, kad šie dinaminiai procesai gali būti apibūdinami kaip kvaziperiodinė sistema: katastrofinės vulkanizmo pasekmės pasikartoja kas 200 mln. metų, o mažesni ar didesni aplinkos Žemėje pokyčiai kas 30–35 mln. ir dažniau metų (pvz. atskirų teritorijų apledėjimai, kaip antai kriogenio periode). Mokslinę hipotezę apie 30-35 mln. metų kosminių katastrofų periodiškumą Žemėje patvirtina ir skirtingas (dažnai sutampantis su išmirimų chronologija) aptiktų Žemės paviršiuje stambių pavienių ar keleto (dvynių) meteoritų smūgio žymių – kraterių amžius. Šiandien tokių kraterių priskaičiuojama per 1000.

Prieš 4,5 - 3,8 Ga itin kaičias aplinkos Žemėje sąlygas lėmė daug priežasčių. Viena iš jų – greitas Mėnulio sukimasis ir artima jo orbitos padėtis, dėl ko Žemę daug stipriau veikė jo trauka. Tuomet irgi karštas besiformuojantis Mėnulis sukosi vos per 16 000 km nuo Žemės (šiandien jis nutolęs per 384 000 km ir vis tolsta nuo Žemės) ir užstodavo gana didelį dangaus sferos plotą. Dėl dažno asteroidų, ledo meteoritų, kometų kritimo ant Žemės šiame laikotarpyje buvo prinešta vandens ir organinių junginių (ši prielaida grindžiama duomenimis apie Mėnulio paviršių, kuriame tokių susidūrimų pėdsakai ryškūs ligi šiol, nors vanduo seniai išgaravęs).



pav. Neprasta Žemės horizonto panorama vaizduojanti Hadeną („pragarą“ Žemėje prieš 4,5 Ga) eono metu aplinką. Milžiniškas buvusio nepaprastai arti Žemės mėnulio diskas užstodavo ženkliai dalį horizonto.

Senosios uolienose fosilinių sluoksnių pjūviuose paleoklimatologai randa dalinius atsakymus apie tuometinės planetos atmosferos dujinę būklę, paleobotanikai - apie atskirų įvairių augalų sisteminių taksonų filogeniją, paleozologai – apie gyvūnijos evoliucijos ypatumus, o integruojant visas sukaupias žinias galima modeliuoti ir aukštesnio rango –

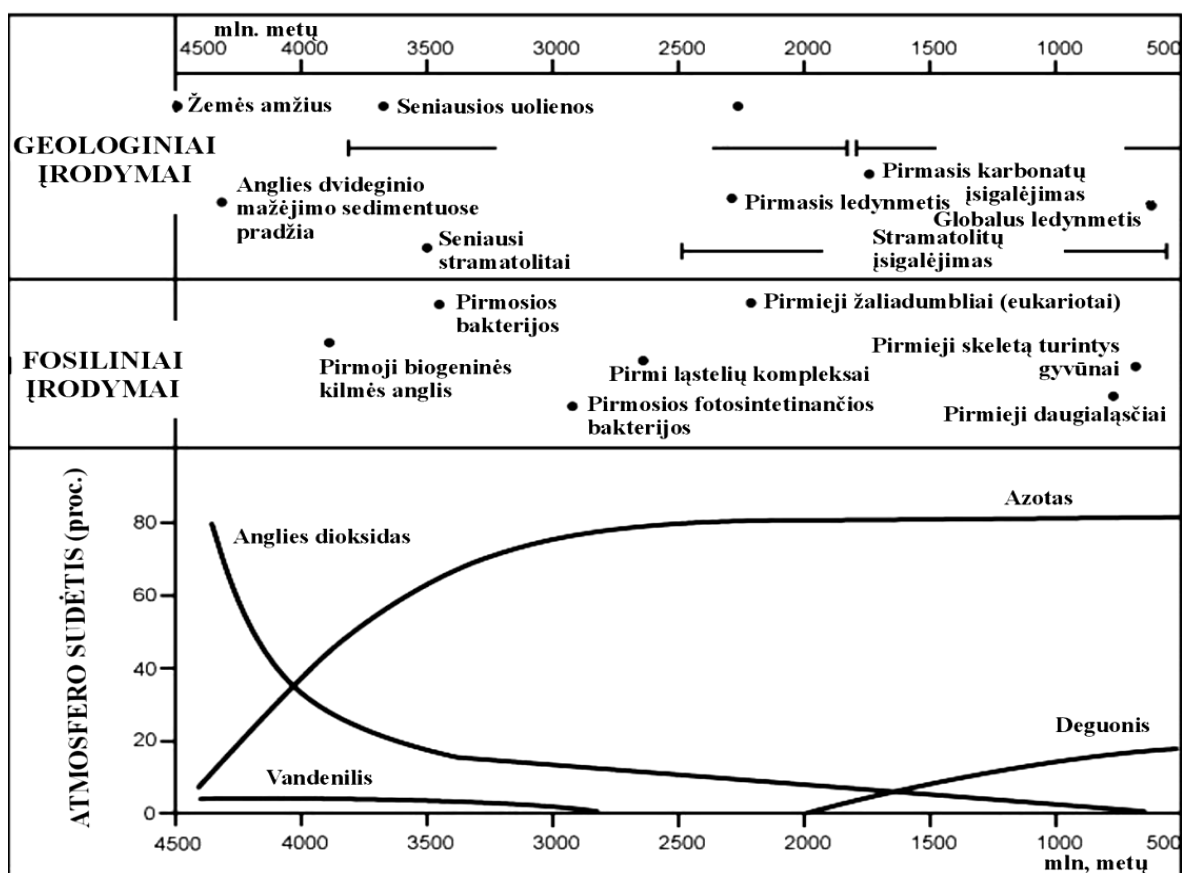


ekosistemų raidą.



pav. Seniausios pasaulio uolienos Vakarų Australijos Jack Hills vietovėse.

Biologinio laikrodžio rodyklių apsakų pagreitėjimus ar sulėtėjimus dažnai nulėmė Žemės geologiniai procesai. Išlikusios biologinės įvairovės fosilijos siejamos su geologiniais įrodymais, antra vertus ir pati geologinė aplinka įtakojo vienu ar kitu išlikimą.



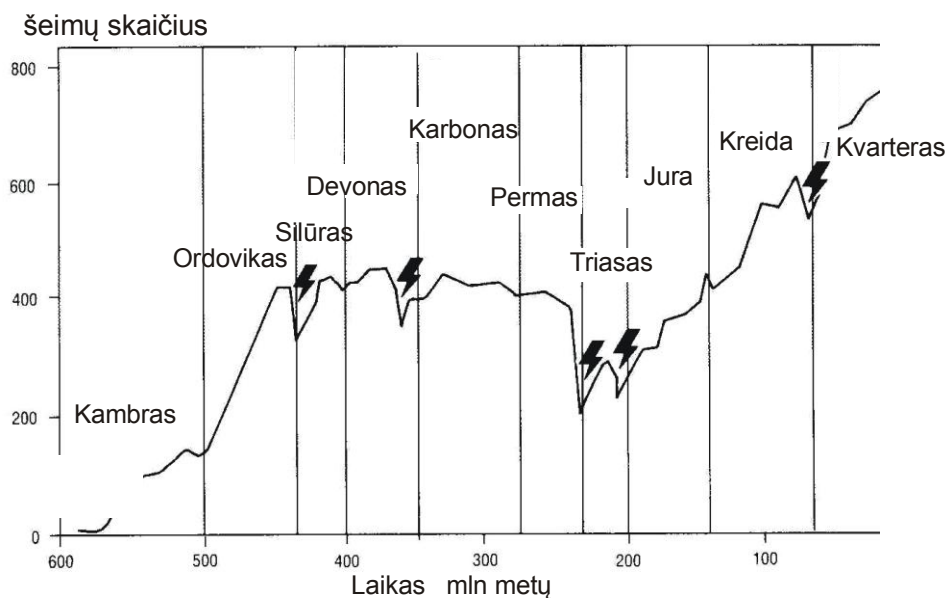
pav. Kai kurie esminiai biologiniai įvykiai Prekambre nulėmė tolesnę gyvybės raidą žemėje

Šalia valandinių ir minutinių geologinių ir biologinių laikrodžio rodyklių staiga tapdavo itin reikšmingomis sekundinės padalos. Jos per 24 valandų žemės istoriją reikšmingomis tapdavo ne sykį. Pvz., Permo-Triaso įvykęs gana staigus biologinės įvairovės formų išmirimas. Manomai priežastys buvo kelios. Viena jų – atsitrenkęs į Žemę asteroidas. Neseniai ano laikotarpio 75 mylių skersmens smūginis krateris nustatytas Australijoje. Čia ir gretimoje Antarktidoje buvo rasta ir daugiau įrodymų - kvarco grūdelių su kosminio smūgio požymiais. Kita galima priežastis buvo milžiniškų išdegusių lavos dykrų susidarymas – Sibiro regione vulkaninio plokščiakalnio trapų

teritorijos. Tai įvyko paviršiuje išsiliejus per mln. km^3 lavos, kurios būtų užtekę padengti Žemę 6 metrų storio sluoksniu. Nustatyta, kad amžiaus skirtumas tarp Sibiro trapų ir permo–triaso ribos nuogulų Kinijoje yra tik 100 000 metų. Abiem pastaraisiais atvejais gyvybę sunaikino ne smūgis ar lavos išsiliejimas, bet šiu įvykių pasekmės, kai po to išsiveržę didžiuliai kiekiai dujų, tarp jų sieros ir chloro junginiai sukėlė neigiamus gyviems organizmams pokyčius atmosferoje; susidarę itin rūgštūs krituliai, sumažėjęs Žemės paviršiaus apžviestumas sutrikdė augalinės dangos gyvybinius procesus, dėl ko degradavo ar visai išnyko augalinė danga, suiro ištisų ekosistemų mitybos/energijos apykaitos ciklai.

Kita galima priežastis – vandenyno, taip pat seklios šelfo zonos prisotinimas CO_2 . Tai galėjo atsitikti sulėtėjus vandenyno vandens apytakai, dėl staigaus klimato pašildėjimo pradėjus tirpti ašigalių ledynams. Beje, visi minėti veiksniai galėjo pasireišti kartu (Hoffmann, 2000).





Tiek smogiant asteroidui tiek prasidėjus labai galingų ugnikalnių išsiveržimams katastrofos Žemėje scenarijai panašūs. Išmestų dulkių, pelenų debesys ilgam užstoja (ekranuoja) Saulės šviesą Žemės paviršiui, taip stabdydami fotosintezės procesus, sunaikindami vandenynuose milžiniškus fitoplanktono (bazinę mitybos daugelio kitų grandžių dalį) vystymąsi. Pasikeitus (pašiltėjus) klimatui – persiskirsto ir pagrindinės hidrosferoje esančio vandens struktūrinės proporcijos - dalis skysto vandens garuoja – pereidami į dujinę būseną, dar kita dalis iš kietosios (ledynų) – į skystą. Ugnikalnių išmetami milžiniški sieros junginių kiekiai į atmosferą – itin rūgščių lietaus sezonų priežastis. Paskaičiuota, kad Dekano trapų susidarymo metu į atmosferą išsiveržė apie 6 mljrd. t sieros, apie 30 mljrd. t anglies dioksido bei apie 60 mljrd. t įvairių halogenų, tokių kaip chloras, fluoras. Siera ir milžiniški dulkių kiekiai apie Žemę manomai sugebėjo pažeminti vidutinę metinę temperatūrą 3-5°C.

Nurūgštėjusiame vandenyne žuvo ne tik virš 90 proc. viso fitoplanktono kiekio, bet dar ištirpus karbonatinėms dugne nuosėdoms – papildomai „atsipalaidavo“ milžiniški anglies dvideginio kiekiai, kas prisidėję tiek prie vandenyno rūgštėjimo tiek suaktyvinė prie šiltnamio reiškinių procesus, kad tuometinė vidutinė temperatūra pakilo net 5°C.

Prieš 206 mln. metų, jūros ir triaso riboje įvyko masinis išmirimas, kai išnyko apie 40-50 proc. reptilijų ir amfibijų šeimų. Jis aiškinamas padidėjusiu vulkanizmu skylant Pangėjai arba asteroidų kritimu, tokių kaip Manikuaganas ir kt.

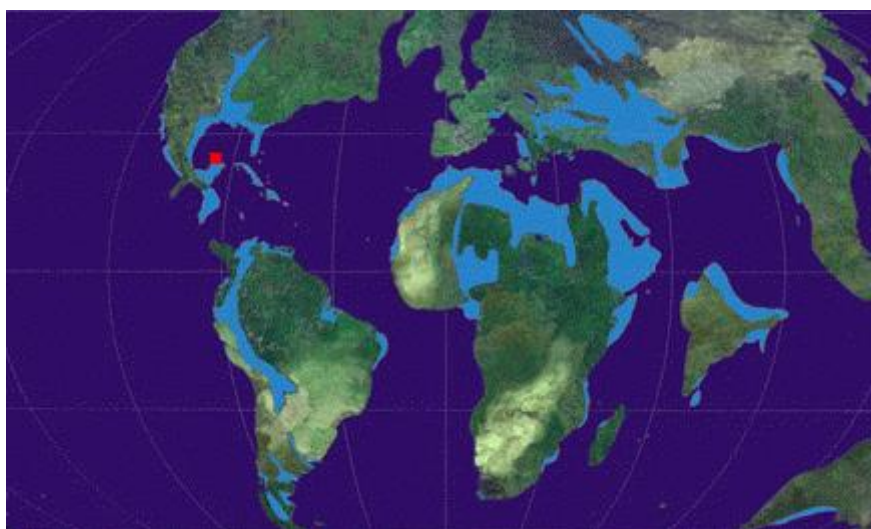
Kreidos periode vandenynuose ir šelfo jūrose labai išplinta planktoniniai gyvūnai – foraminiferos (*Foraminifera*). Jų miniatiūrinių skeletų sandaugos sudaro didžiules kreidos ir kitokių karbonatų storymes paplitusias visame pasaulyje. Apskaičiuota, kad foraminiferos „pagamindavo“ apie 1 mlrd. t nuosėdinių uolienų per metus. Tai jų organinės liekanos suformavo milžiniškus naftos

ir dujų išteklius Persų įlankos rajone (buvusio Tetijos vandenyno dugne), Šiaurės, Norvegų jūroje, Meksikos įlankoje ir kitur. Tai jie sudaro didesnę pusę globalių naftos išteklių.

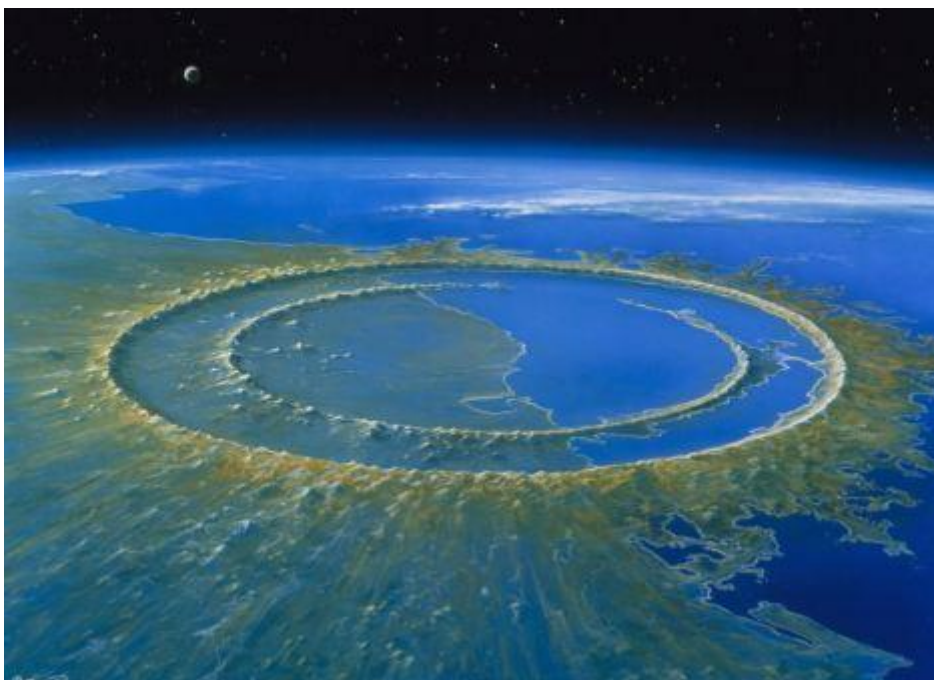
Mezozojaus ir kainozojaus, tuo pačiu kreidos ir paleogeno riboje, prieš 65 mln. metų įvyko dar vienas didžiulio masto masinis išmirimas. Jo metu, įvairiais skaičiavimais išnyko apie 50-80 proc. visų gyvų organizmų, gyvenusių ne tik sausumoje, bet ir vandenyne. Tuo metu staiga, visiškai išmirė amonitai, dinosaurai, pterosaurai ir pleziosaurai. Paukščių ir pirmųjų žinduolių išmirė vos ne 75 proc. buvusių rūšių. Po vėliau sekusių globalių pokyčių (dabartiniai „branduolinės žiemos“ scenarijų variantai) išliko santykinai mažos rūšys, kurių masė neviršijęs 20 kg.

Prieš 65 mln. m. konstatuotos dar vienos Kreidos/Terciario (KT) išmirimų bangos mokslinėje literatūroje vartojamas sutrumpinimas K–T kilo nuo vokiškų geologinių periodų terminų pavadinimų: Kreide – kreida ir Tertiar – paleogenas) periodų išmirimų „duobė“ (masinė dinosaurų žūtis). Lig šiolieji priimtinos ir viena kitą papildančios dvi šios priežasties hipotezės.

Vienų mokslininkų teigimu tai lėmė drastiški globalaus poveikio veiksniai – milžiniško kosminio kūno (asteroido ar kometos) pasekmės; Labai greitai skriejantis apie 10–12 km dydžio bolidas „pramušė“ milžinišką skylę Žemės atmosferoje ir trenkė į Žemę 30 km/s greičiu. Į orą buvo išmesta apie 50 000 km³ klinties ir kitų nuosėdų, tarp jų ir gipso. Dalis jos virto CO₂, manoma, galėjo susidaryti ir daug SO₂. milžiniško sprogimo pasekmės dabartinės Centrinės Amerikos (Jukatano pusiasalio pakraštys ir Meksikos įlankos pakrantės vandenys) vietoje milžiniškas krateris.



pav. Prieš 65 mln. metų dabartinės Meksikos įlankos Jukatano pusiasalyje asteroido smūgio Žemei vieta



pav, Jukatano pusiasalyje ir dabar jau pusiau vandenyne esančios esančios katastrofos (*Čiksulubo* krateris) epicentro vieta

Smūgio metu visa jo kinetinė energija peraugo į šiluminę, o įvykęs sproginas savo galia tuomet 10 000 kartų viršijo visų šiandien Žemėje sukauptų branduolinių ginklų arsenalų galias. Smūgio epicentre ištirpę pačio bolido, aplinkinio grunto ir uolienų likučiai akimirksniu buvo išsviesti pro atsiradusią atmosferos „skylę“ aukštyn kol atmosferos dujos spėjo ją užpildyti. Po sproginimo įkaitusių dujų ugnies ir nuo Žemės pakeltos medžiagos kamuolys išsprūdo už atmosferos ribų. Aplinkinio oro tankis negali susilyginti su įkaitusių dujų tankiu kamuolyje ir jis be vargo įgauna pagreitį, nugalintį gravitacines jėgas. Iš tokio aukščio sukauptos kamuolyje dulkės pasklinda apie Žemę sudarydamos nepermatomą skraistę Saulės spinduliams. Keletą mėnesių Žemėje tvyro naktis, dėl ko negali vykti fotosintezės procesai, nutrūksta ir ekosistemose egzistavę mitybiniai ryšiai. Užtemdytoje atmosferoje staigiai krenta temperatūra. Dar 1981 metais iškelta hipotezė, kad smūgio metu į viršų pakilo ne tik dulkių, bet ir išgaravusio vandenyno pakrantės vandens garų debesys, kurie sugėrė Žemės skleidžiamą šilumą ir išbuvo atmosferoje ilgiau nei pasklidusios dulkės. Manoma, kad smūgio zonoje buvę kalkakmenio sluoksniai virto anglies dvideginio debesimis – vėliau sukėlę šiltnamio reiškinio pasekmes. Paskaičiuota, kad smūgio metu įkaitusioje atmosferoje pradėjo jungtis deguonies ir azoto atomai, o susidarę azoto oksidai, vėliau virtę azoto rūgštimi – sukėlė visur rūgščių vandenų liūtis. Vandenynuose prasidėjus tamsos metams –

masiškai žuvo dumblių rūšys, sausumoje – kiti tuometiniai augalai. Rūgštūs vandenys ištirpino ne tik įvairių bestuburių kiautus (išnyko visi amonitai), kurių didžiąją dalį sudarė CaCO_3 , bet ir karbonatines nuogulas – „išlaisvindami“ milžiniškus „užrakinto“ klintyse anglies dvideginio kiekius, kuris, vėlgi, padidino šiltnamio reiškinių poveikį biosferoje. Paskaičiuota, kad sprogo metu grįžtant atgal į atmosferą įkaitintų dalelių infraraudonasis spinduliavimas galėjo sukelti globalius gaisrus. Manoma, kad tuomet staiga sudegė augalijos kiekis ekvivalentiškas pusei dabartiniu metu pasaulio miškų.

Be to tuo pačiu metu vyko ir masinis Dekano bazaltų trapų išsiliejimas dabartinėje Indijoje (*dekanas* nuo sanskrito kalboje reiškiančio - pietinis, o *trapas* – nuo švediško-olandiško žodžio kopėčios). Apie 0,5-2 mln. km^3 bazalto lavos išsiliejo prieš 66,2-65 mln. metų, per labai trumpą geologiniu požiūriu laiką - vos per 0,5-1 mln. metų. Šio vulkanizmo metu į atmosferą turėjo pakliūti labai daug dujų ir dulkių kurios ją galėjo užteršti, užtamsinti, sukelti rūgščius lietus, globalinį atšalimą ir kitus padarinius katastrofiškus gyviems organizmams. Mokslininkų teigimu šie procesai ir jų sukeltos ekstremalių pokyčių globalios pasekmės truko apie 500 000 metų. Kitų teigimu tai buvo didžiausia vos ne žaibiška globali katastrofa Žemėje trukusi 1000 ar vos 50 metų – kas greičiu prilygsta antropogeninės veiklos padariniams..

Nustačius itin didelį iridžio kiekį molio sluoksniuose žyminčiuose kreidos ir paleogeno ribą, kilo mintis susieti šią geocheminę anomaliją su katastrofa sukurta kosminio kūno kritimo. Mat platinos grupės mineralas iridis yra labai retas Žemės plutoje, bet jo gana daug meteorituose.

Grupė mokslininkų iš Paryžiaus Žemės fizikos instituto atkreipė dėmesį, kad apie 15 proc. Žemę supančioje kosminėje erdvėje skraidančių asteroidų yra dvinariai. Tačiau žemės paviršiuje aptikta gerokai mažiau dvigubų kraterių – nuo 2 iki 4 procentų. Ištyrus kraterių kontūrus, formas (vieni buvo žemės riešuto, kiti – nukritusio į smėlį vandens lašo formos) nustatyta, kad kai kurie iš jų buvo suformuoti dvinarių meteoritų. Mokslininkai teigia, daugelio dvinarių asteroidų krateriai neteisingai priskiriami prie paprastų kraterių. Manoma, kad į Žemę trenkėsi žymiai daugiau dvigubų asteroidų, nei buvo manoma anksčiau. Akivaizdu, kad dvigubi asteroidų smūgiai padarė žymiai daugiau žalos biosferoje. Įdomiausia, kad Meksikoje esantis Čiksulubo krateris priskirtinas prie dvinarių. Būtent šį kraterį palikęs meteoritas, kaip manoma, ir sukėlė ekologinę katastrofą prieš 65 mln. metų, kreidos periodo pabaigoje. Jei tikėti prancūzų mokslininkais, Jukatano pusiasalyje esantis krateris susiformavo po to, kai į Žemę trenkėsi vienas paskui kitą du didžiuliai dangaus kūnai.

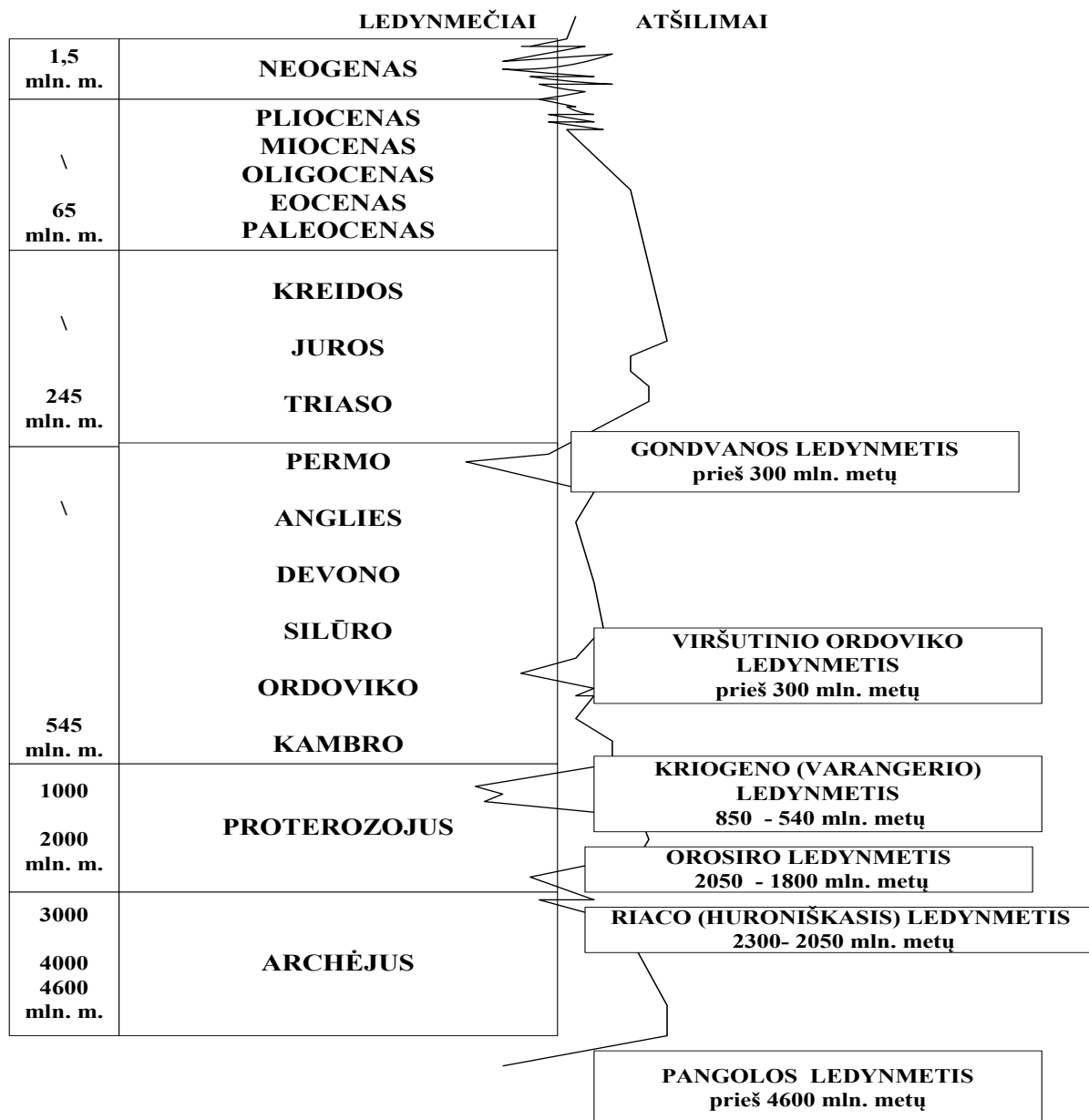
Beje pastaruoju metu nustatyta dar keletas tokio pat ar panašaus amžiaus kraterių. (šis tragiškas įvykis gerai iliustruoja galimas globalias katastrofas momentiniame laike)

Žinduolių rūšių išsivystymas jų išplitimas, o prieš 5 mln. metų ir vienos jų - žmogaus atsiradimas, tolesnė raida ir galop įsigalėjimas – ryškiausias kainozojaus bruožas.

Matyt paskutinė tokio globalaus poveikio Žemei kosminė katastrofa kaip Čiksulubo asteroidas (ar asteroidai), esminiai prisidėjo prie naujos sisteminės gyvūnų klasės - žinduolių tolesnio suklestėjimo ir plitimo. Teigiama, kad ir dinozaurai gana greitai progresavo. Kai kurių mokslininkų nuomone tarp jų buvo atsiradę ir šiltakraujų, geriau prisitaikančių prie aplinkos ir galinčių gyventi įvairesniame, taip pat ir šaltame klimate, vyko jų smegenų tūrio augimas – cefalizacija ir visuomeninio gyvenimo atsiradimas - socializacija.

Kai kurie mokslininkai pastebėjo placentinių žinduolių skaičiaus, įvairovės ir kūno dydžio augimą kartu su deguonies didėjimu atmosferoje, kuris nuo jūros pradžios iki mioceno pakilo nuo 10 iki 23 proc.

Vėlesni, prieš 1,75 mln. metų kvartere, padažnėję pokyčiai atmosferoje ir hidrosferoje esminiai paveikdavo ir biosferos struktūras. Šiaurės pusrutulyje ledynmečiai yra nuolatiniai katastrofiniai reiškiniai. Vidutiniškai pasikartojantys kas 100 000 metų jie nebuvo globaliniai, tačiau sukeliantys ekstremalias sąlygas atskiruose šiaurinės hemisferos regionuose. Apledėjimo metu vykdavo didelio kiekio hidrosferos struktūros - vandens būvio kaita (perėjimas iš skysto būvio į kietąjį), kas sukeldavo ir globalius eustatinius vandenyno lygio svyravimus. Pakitus globaliam vandens tūriui (sumažėjus skysto vandens kiekiui) – krisdavo vandenynų lygis, padidėdavo jų druskingumas ir atsiverdavo nauji sausumos – buvusių vandenyno litoralių zonosi. Nors biologinė įvairovė ledu užslėgtuose teritorijose degraduodavo, tačiau ir vėl palaipsniui atsistatydavo jiems pasitraukus. Visa tai trukdavo dešimtis tūkstančių metų.



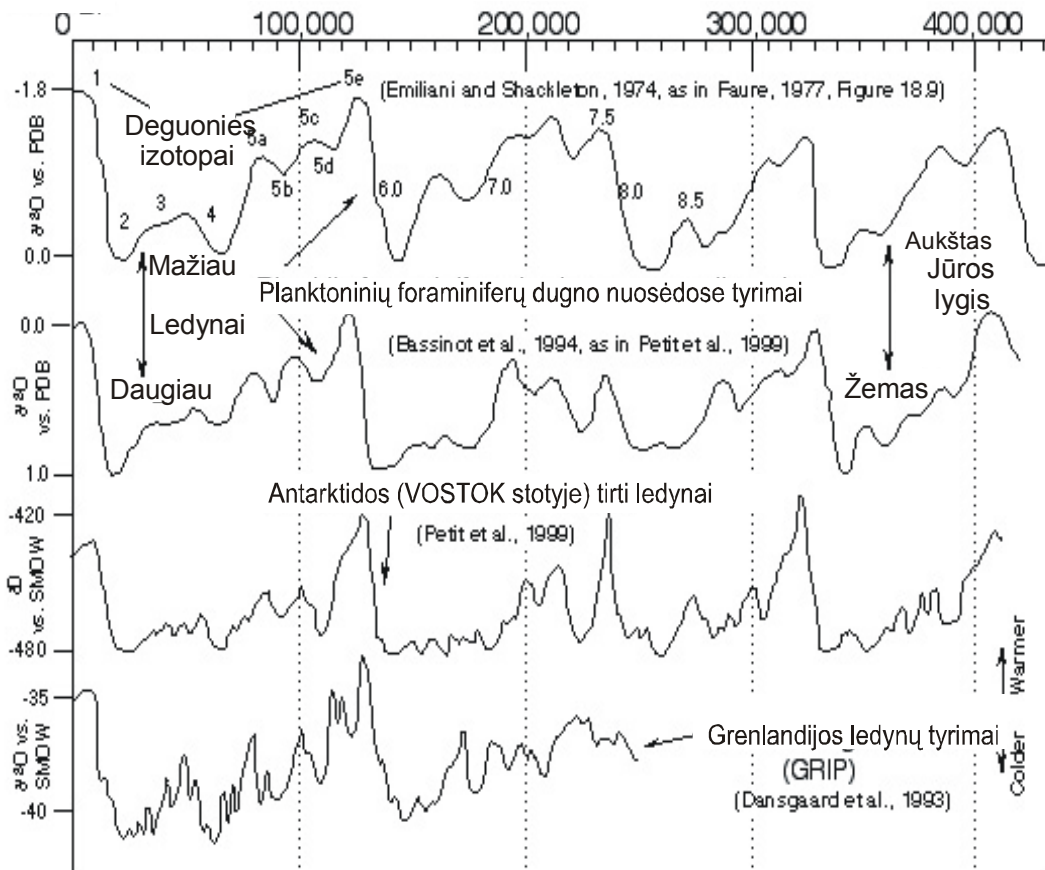
pav. Didžiausų ledynmečių periodai geologinėje Žemės raidoje

Paskutiniame raidos etape, ypač vėlyvajame kvartere santykinai nedidelių ir neilgai trunkančių ledynmečių būta kur kas dažniau. Dėl ko eustatinis pasaulio vandenyno lygis nuolat svyravo. Ledynų plotai Žemės ašigalių smarkiai padidėdavo, užklodami ir artimiausių žemynų paviršių. Tai neabejotinai keisdavo ir Žemės klimatą. Sutrikus hidrosferos-atmosferos sąveikoms net arčiau pusiaujo vyraujantis klimatas staigiai keisdavosi (pakisdavo iškrentančių kritulių kiekiai ir jų periodiškumas, ilgai trunkančios sausros ir netikėtos šalnos).

Minėtos klimatinės anomalijos jau registruojamos ir istoriniame laike.. pvz., pirmųjų Egipto civilizacijų demografiniai nuopolių pirmine priežastimi šiandien laikoma staigi

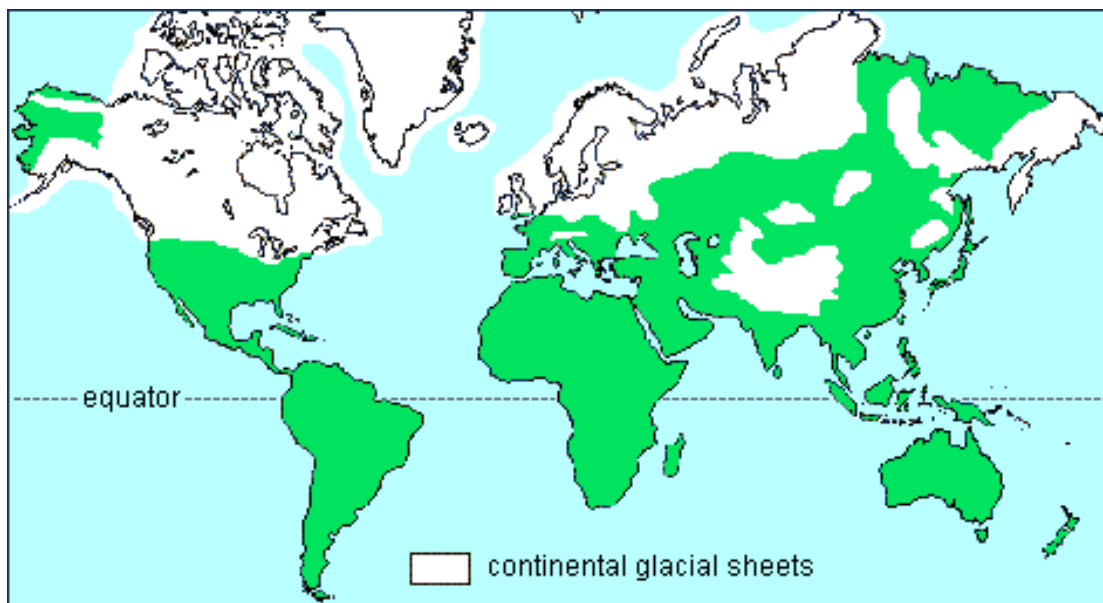
tuometinė globali klimato kaita, kuri sukėlė ne tik ledynmečius, bet ir ilgalaikes sausras atskirose aridinėse srityse – dabartinės šiaurinės Sacharos regione (Tasilio Adžero kalnų masyvas Alžyre).

Apie didelį eustatinį pasaulio vandenynų lygio svyravimą vėlyvajame kvartere liudija atrandami nuosėdinėse uolienose labai didelės koncentracijos tuometinių planktoninių organizmų sluoksniai žymintys nukritusį vandenų lygį.



pav. Kvartero periode vykusių ledynmečių ir su jais susieto tolesnės klimato kaitos bei vandenynų lygio svyravimų diagramos

Prieš 18000 metų paskutinio ledynmečio (nuo 25000 iki 17000 m.) didžiausią apledėjimo masto metu, po kai kur net 3 km storio ledo laukais atsidūrė dalis Š. Amerikos, Š. Azijos, Europos bei Šiaurės Atlante esančių salų teritorijų (beveik visa Palearktika). Todėl atskirose pasaulio vietose biologinis biomų ir ekosistemų juose biologinis amžius, priklausomai nuo ten vykusių kataklizmų ar besikartojančių stichinių reiškinių yra labai skirtingas. Tai neabejotinai paveikė jų struktūras.

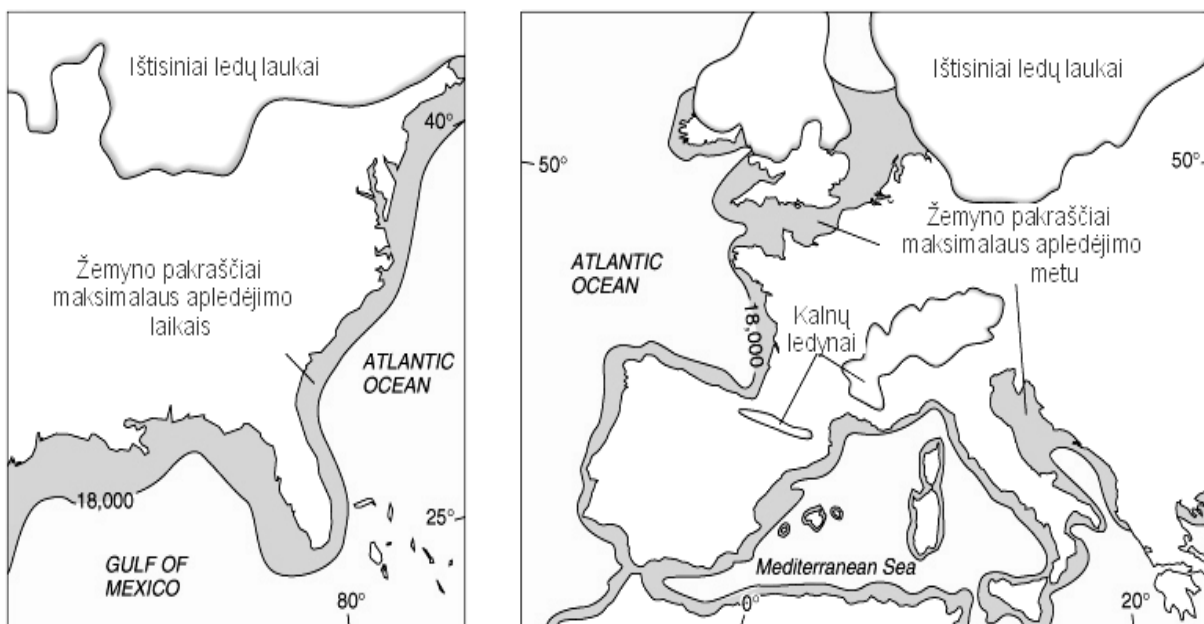


pav. Buvusio paskutiniojo ledynmečio Šiauriniame pusrutulyje prieš 20000 metų ištisinių ledo laukų sritys padengė 27 proc. Žemės paviršiaus

Ypač tai liečia dabartinės Šiaurinio pusrutulio vidutinių ir šiaurinių klimatinė zonų teritorijas. Š. Amerikoje dabartinę Kanadą bei Grenlandiją, o Europoje visa šiaurės Europos dalis (Skandinavijos, Jutlandijos pusiasaliai, Baltosios, Baltijos, Šiaurės jūros regionai) ir toliau dabartinius taigos bei arktinės tundros biomas. Atskirai paminėti ledynmečio periodu Europos kalnų (Pirėnų, Alpių, Karpatų) kalnų ledynų teritorinį didėjimą vienaip ar kitaip stabdant (lėtinant) tolesnį biologinės įvairovės plitimą į poledynines dykras šiaurinėje Europos dalyje ir paveikiant kitų naujų ekosistemų formavimąsi.

Europoje, Šiaurės jūroje rajone paskutinio ledynmečio metu prieš 16000 metų egzistavo didelė (~ 46620 km² – didesnė nei dabartinė Nderlandų) sausumos dalis (Dogerland'as) kur susiformavo savotiškos pajūrio vatų ekosistemos, bet egzistavo pirmųjų žmonių (medžiotojų/rankiotojų) mezolito epochos stovyklos. Ledynams atsitraukus buvusi sekluma atsidūrė po vandeniu, Šiandien tai garsioji savo silkėmis Dogerio sekluma (Dogerio banka) kurios dugno uolienu gelmėse aptikti nemaži dujų ir naftos kiekiai...

Šiaurės Amerikos žemyne Meksikos įlankos pakrančių rajone ledynmečio metu atsivėrė itin didelės sausumos zonos. Dabartinis nors ir vos iškilęs virš vandenyno lygio Floridos pusiasalis tapo dvigubai didesniu... Dabartiniu metu pagal įvairius globalaus klimato kaitos scenarijus (kylantis vandenyno lygis pasemia neaukštai iškilusias vis naujas sausumo dalis) žemas Floridos pusiasalis tampa padidintos grėsmės zona...



pav. Ledo laukų ribų skirtumai Europos ir Šiaurės Amerikos žemynų teritorijose ledynmečio metu (tamsus kontūras) ir po jo.

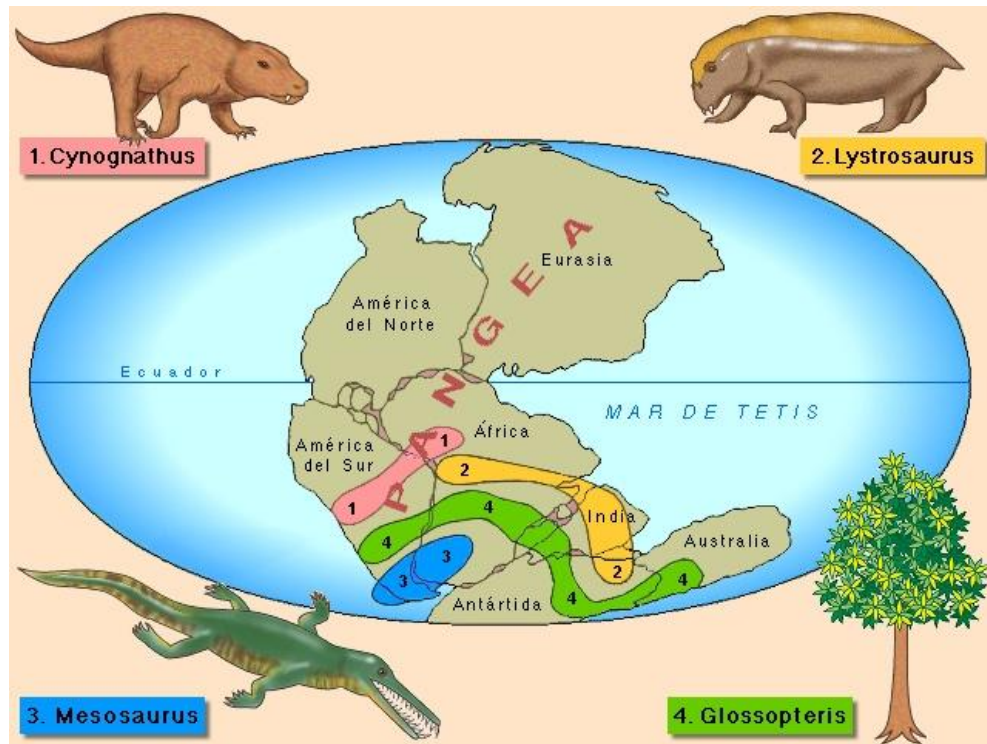
Paveiksle matyti, kad prieš 22 000–18 000 metų dauguma šiandieninių jūrinių akvatorijų ledynmečių laikais laikinai buvo sausuma. Pavyzdžiui, šalia žemyno esančios Šiaurės jūros akvatorijos dalys; Viduržemio jūra Gibraltaro sąsiaurio vietoje atsiradus sausumai (Sicilija susijungė su Apeninų pusiasaliu., Sardinija su Korsika) tapo uždara kontinentine jūra.

Tokiomis istoriniame laike suteiktomis globalaus klimato kaitos galimybėmis pasinaudojo ir atskiros migruojančių žmonių populiacijos. Manomai pirmieji žmonės iš Eurazijos žemyno į Šiaurės Ameriką pateko per „Beringijos tiltą“ atsiradusiu sausumos/ledo keliu.

Neabejotina globalaus klimato įtaka tiek naujų gyvybės sistematinių vienetų, tiek jau esamų žemesnio rango (šeimų/genčių/rūšių) grupių atsiradimui. Laikotarpyje prieš 490 mln. metų kuomet atsirado pirmieji stuburiniai – žuvys ir sausumos augalai, vyravo palyginti švelnus ir šiltas klimatas.

Tiriant osteologines senųjų gyvenviečių kapaviečių kolekcija ir lyginant jas su kitų amžių analoginių matavimų rezultatais, nustatyta, kad Lietuvos teritorijoje geležies amžiaus gyventojai ūgių prilygo XX a. vidurio gyventojams. Manoma, kad tai lėmė tuometinės palankios aplinkos sąlygos.

Biologinės įvairovės fosilijos dažnai papildo geologines teorijas ir jų chronologiją. Prieš 260 mln. metų egzistavusio Pangėjos superžemyno milžiniškuose vientisos sausumos plotuose įsigalėjo plikasėkliai augalai ir ropliai, kurių pirmatėvių fosilijos, vėliau, žemynui suskilus ir nutolus vieniems nuo kitų, atsidūrė skirtinguose Žemės rutulio vietose .



pav. Superžemyno Pangėjos egzistavimo fosiliniai įrodymai ir tolesnės atskirtų grupių skirtingos raidos

Prieš 52 mln. metų fiksuojama globali Žemės tektoninių plokščių reorganizacija, ir sekęs jų dalinis atvėsimas siejamas su kilusiu bendru klimato sausėjimu, kuris tęsiasi lig šiolei.

Egzistuoja dar viena mokslinė hipotezė) siejama su milžiniška ugnikalnių veikla ir jos globaliomis pasekmėmis. Nustatyta iki KT ribos suaktyvėjo Žemės magnetinių polių inversijų dažnis. Tai indikatorius rodantis augantį procesų aktyvumą Žemės branduolyje. Manoma, kad sutrinkanti pusiausvyra tarp branduolio ir mantijos sluoksnių tampa pagrindine Žemės magnetinių polių kaitos priežastimi (branduolio kaitra pakelia temperatūrą ir pačio giliausio mantijos taip vadinamojo D' sluoksnio, kuris išsipučia o magmos srautai greitai veržiasi šalin). Karšti mantijos srautai (pliumažai) pakyla aukštyn, virš jų esanti Žemės pluta ištysta ir išsigaubia – įvyksta kontinentų skilimas. Toks vidinis

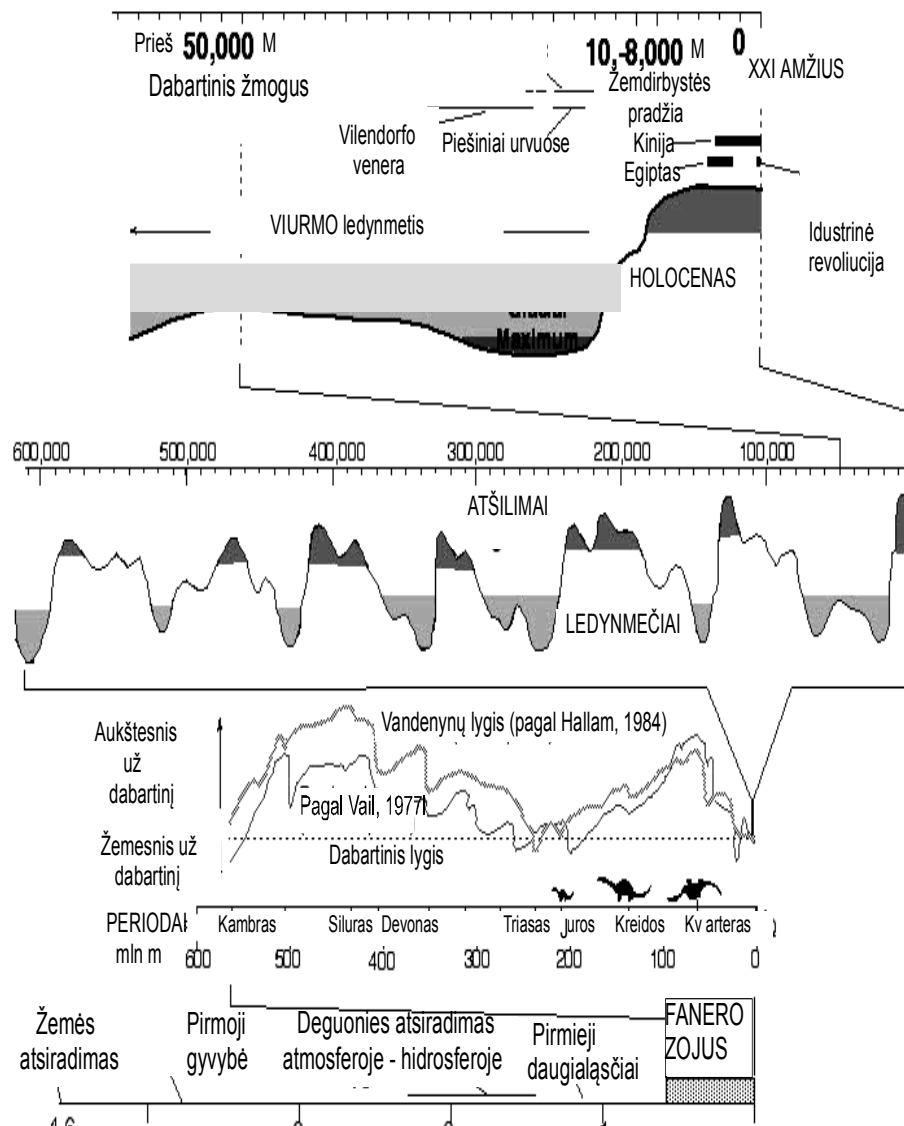
geologinis aktyvumas sąlygoja ir Žemės magnetinį lauką. (Daug ką paaiškina Žemės aktyvių taškų - vulkaninio aktyvumo) teorija). Taigi visi nematomi litosferoje vykstantys procesai toliau išorėje sąveikauja kitose sferose (hidrosfera, atmosfera, biosfera) neabejotinai veikia kaip visų Žemės laikrodžio rodyklių greitintuvas.

Prieš 5 mln. metų atsirado pirmieji hominidai, kurie po ilgos evoliucijos šiandien tapo dominuojančia Žemėje rūšimi. Tačiau kromanjoniečių (*Homo sapiens*) prieš neandertaliečius įsigalėjimas siejamas tik su 200 000 metų (pagal DNR tyrimus modernioji žmonių rasė atsirado prieš 140 000–280 000 m.). Teoriškai skaičiuojant generacijų padidėjimą vidutiniškai kas 20 metų, šiandien turime 10 000 žmonių kartą. Tačiau palyginus su arklio kaip rūšies raida – tai net 40 kartų mažiau...

Kaip tai bebūtų paradoksalu, tačiau visų (bent jau stuburinių rūšių) atskirų individų biologinis laikas yra bemaž vienodas; nesvarbu ar tai būtų mažytis kirstukas ar afrikinis dramblys. Nors kirstuko maksimalus amžius viršija tik 12 mėnesių, o dramblys išgyvena per 70 metų – abiejų rūšių gyvūnų širdys susitraukia apie 86.000000 kartų – skiriasi tik dažnis, bet ne susitraukimų skaičius. Neseniai mokslininkai paskelbė, kad didžiosios banginių rūšys (grenlandinis, mėlynasis) išgyvena per 200 metų, tačiau apie jų širdžių darbą duomenų kol kas neturime...

Biologinis laikas turi savo ribas; individo biologinį laiką apsprendžia besidalijančių ląstelių kartų limitas, tačiau yra ir kitų objektyvių kriterijų (ataugančių vietoje sudilusių dantų limitas, totalus populiacijos žuvimas po dauginimosi periodo, destruktuvios biocheminės reakcijos ląstelėse ir kt.).

Atskirų biosferos sferų ar jų atskirų komponentų raidos palyginimas geologinio, biologinio, istorinio skalėse duoda žymiai platesnį supratimą apie visuminę Biosferos raidą ir padeda lengviau suprasti dabartinę būklę. Integralesnis požiūris padeda išvengti ir kai kurių subjektyvių požiūrių ar nuostatų vienoje ar kitoje mokslų sferoje.



pav. Atskiri periodai biosferos evoliucijoje pilniau suvokiami kada jie gretinami su bendra aplinkos sąlygų, klimato kaita atskiruose geologiniuose perioduose ir su naujai atsiradusiomis globalaus poveikio jėgomis – žmonių bendruomenės raidos istorija (suprantamoje geologinio/biologinio/istorinio laiko skalėse).

PAGRINDINIAI KLAUSIMAI:

1. Supančio mus pasaulio suvokimo lygiai ir pažinimo laipsniai

PAPILDOMA LITERATŪRA:

1. Motuza G., 2009. Bendroji geologija arba kaip veikia Žemė? Vilnius.
2. Motuza G., Iš kur atėjome – Žemės ir gyvybės raida, 2008, Vilnius, 111 p.
3. Tamulaitis G., Vaitkus J.V., 2002, Gamtamokslinė pasaulio samprata, Vilniaus universiteto leidykla, 223 p.
4. Harsh K. Gupta ed., 2011,. Encyclopedia of Solid Earth Geophysics, Springer, 1 T, 1527 p.

II. GAMTINIAI PROCESAI VYKSTANTYS ŽEMĖS SFEROSE

GLOBALINĖS VANDENS KAIP IŠTEKLIŲ POREIKIO, TARŠOS, ESAMŲ IR POTENCIALIŲ ATSARGŲ BEI JŲ NAUDOJIMO PROBLEMOS

HIDROSFERA

Tarp visų Saulės sistemos planetų tik Žemė – dėl savo išskirtinio ir labai aktyvaus komponento – hidrosferos, dar vadinama vadinama žydraja planeta. Vanduo Žemėje egzistuoja visuose savo būviuose, o jo pakankami kiekiai skystame ir garų būvyje praeityje, tapo kitų pagrindinių biosferos komponentų aplinka ir galingu veiksmu, nulėmusiu gyvybės atsiradimą, jos formų evoliuciją ir tolesnį paplitimą.

Manoma, kad Žemėje vandens ištekliai susiformavo iš jos gelmių ir kosminės erdvės įmigravusių vandens molekulių.

Manoma, kad Žemės gelmėse egzistuojanti vanduo buvo įtrauktas dar planetos formavimosi pradžioje – telkiantis dulkių ir dujų klasteriui (sankaupai). Mantijos sluoksniuose esantis vanduo pamažu, drauge su kylančiais mantijos medžiagų srautais, pasiekia Žemės paviršių.

Manoma, kad žymiai didesni vandens kiekiai susikaupė iš nukrentančių kometų (jų branduoliuose ledu virtęs vanduo ir kitos sušalusios dujos) ir ledo asteroidų.

Teigiama, kad pirminė paviršinė hidrosfera Žemėje jau egzistavo prieš 4,4 – 4,45 mljrd. metų. Skysto vandens telkinių buvimą patvirtina prieš 3,9 mljrd. metų patvirtina ir seniausių nuosėdinių uolienų Grenlandijoje ir Labradoro pusiasalyje karbonatų tyrimai. Archėjaus laikų (3,5–3 Ga) pasaulio vandenyno tūris mažai skyrėsi nuo dabartinio, tačiau druskų kiekis jame viršijo 5 proc. (dabartiniame 3,5 proc.), o temperatūra svyravo nuo 20 iki 30°C. Tokiame druskingame vandenyje deguonies buvo mažai. Didelis druskingumas ir per maži ištirpusio deguonies kiekiai manomai kiek pristabdė gyvybės raidą vandenyne. Pradėjus formotis evaporitų (nuosėdinių uolienos grupė, susidarančios iškritus nuosėdoms iš persotintų tirpalų) klodams – taip "išimant" didelius druskų kiekius iš vandens – vandenynų druskingumas mažėjo. Žemės raidoje kito tiek žemynų tiek ir vandenynų dydžiai bei jų konfiguracija.

Žemės raidoje ilgai trunkančios globalios klimato kaitos drauge su kitais veiksniais (kontinentų dreifai) keitė ne tik vandenynų, jūrų konfiguracija, plotus, bet ir vandens tūrius jose. Tai nulėmdavo ir kitų vandens būvių (dujinio (garų, debesų) ir kieto – ledo pavidalu)

kiekių erdvinius pasiskirstymus. Pasaulio vandenynų lygio amplitudė nuolat svyravo, pvz., fanerozojaus periode buvo šoktelėta virš 300 metrų nuo dabartinio lygio. Ryškaus ar mažiau pastebimo eustatinio vandenynų lygio kaita paaiškinama besikartojančiais milžiniškais žemynų apledėjimų mastais, kai kisdavo bendri vandenų tūriai - ledynuose kaupiama vandens masė būdavo laikinai „užrakinama“ iki kito globalaus atšilimo. Teigiama, kad paskutiniojo tokio globalaus Žemės apledėjimo metu pleistoceno laikotarpyje vandenynų lygis krito net 150 m žemiau dabartinio.

Paskutiniojo apledėjimo laikotarpiu Holarktika buvo vientisesnė - dėl žemesnio vandenyno lygio Eurazija jungėsi sausumos tiltu su Š. Amerika, kaip ir šiandien esančios Arkties ledjūryje salos (pvz. Naujojo Sibiro salos) buvo milžiniško žemyno pakrančiu dalimi. Tose teritorijose gyvena mamutų populiacijos, kol prieš 12 000 m. Šylantis klimatas ir tuometiniai žmonės juos išnaikino... Šiandien dabartinėje Jakutijos teritorijoje, Laptevų ir Rytų Sibiro jūrų salose (Kotelno, Didž. Liachovo, naujojo Sibiro ir kt.) amžinajame įšale pastoviai aptinkamos šių žinduolių skeleto liekanos ar net gerai išsilaikę visi gyvūnai...

Dabartinė klimato kaita (bendra šiltėjimo tendencija) pastebimai veikia (tirpdo) pasaulio ledynus (tiek ašigalių, saumos, kalnuose) ir vandenynų lygis kasmet pakyla 12 mm.

LITERATŪRA:

1. Harrison C. G. A., 1999, Constrain on ocean volume change since the Archean, Geophysical Research Letters, Vol. 26, No. 13, p.p. 1913-1916.
2. Motuza G., 2008, Iš kur atėjome: Žemės ir gyvybės raida, Vilnius, 111 p.
3. Motuza G., 2013, Kaip veikia Žemė (Geologijos pagrindai), Vilnius, 526 p.

Vandens tankis taip pat priklauso nuo jame ištirpusių druskų kiekio bei slėgio. Tankesnis sūrus vanduo sudaro geresnes sąlygas jame kyboti planktonui negu nedaug jonų turintis oligotrofinių ežerų vanduo. Vanduo pasižymi didele specifine šilumine talpa: $4,187 \text{ kJ K}^{-1}\text{kg}^{-1}$; t.y. esant normaliam slėgiui, energijos sąnaudos norint 1 kg vandens temperatūrą pakelti 1 K (1°C), sudaro 4,187 kJ, o 1 kg vandens išgarinti – 225 kJ. Toks pat energijos kiekis šilumos pavidalu išsiskiria vandens garams kondensuojantis į skystį. Vanduo, turintis didelę šiluminę talpą ir galintis sukaupti didelį šilumos kiekį, sudaro termiškai santykinai stabilų biotopą, palyginti su sausuma. Vanduo pasižymi dideliu klampumu (viskoziškumu) ir paviršiaus įtempimu. Šios jo savybės priklauso nuo temperatūros ir slėgio. Klampumas apsunkina judėjimą vandenyje, o planktonui leidžia neišnaudojant daug energijos, kyboti vandens storumėje. Paviršiaus įtempimą ir vadinamosios vandens plėvelės susidarymą lemia vandens molekulių sukibimas vandens ir oro susilieimo srityje. Labai svarbi gyvybei vandenyje yra jo laidumas šviesai.

VANDENS IŠTEKLIAI BIOSFEROJE

Vanduo savo skystame būvyje tyvuliuoja 70 proc. Žemės paviršiuje.

Bendri hidrosferoje esančio vandens ištekliai (skystoje, sušaldytoje ir dujinėje būsenoje) yra apie $1,459 \times 10^6$ (arba 10^{18} kg) km^3 . Net 96 proc. (kitais duomenimis iki 97,2 proc.) Žemėje esančių vandenų yra mineralizuoti (sūrus), 4 proc. Yra žemynuose (3 proc. – ledo ir sniego pavidale), apie 0,001 proc. randasi dujinėje būsenoje atmosferoje.

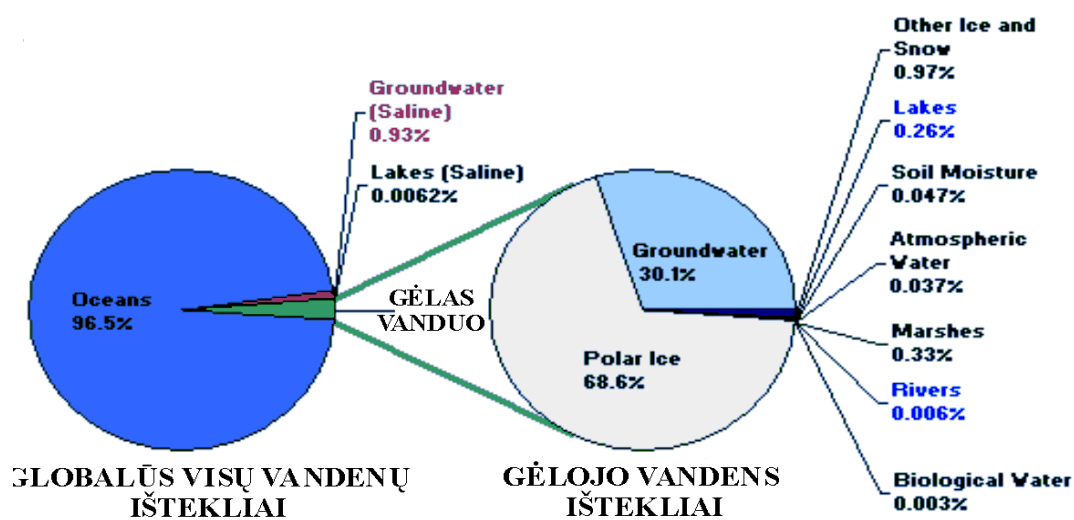
Žemės paviršiaus sudaro vandenynai, jūros ir kiti didesni ar mažesni vandens telkiniai. Įvairių autorių teigimu, jei Žemės geomorfologinis paviršius būtų homogeniškas – nebūtų aukštai iškilusių žemynų, gilių įdubų – esamas vanduo planetoje tyvuliuotų 2 718–3 800 m gylio vandenynu.

Labiausiai reikalingas ir plačiausiai vartojamas gėlas, ar silpnai mineralizuotas vanduo. Tačiau jo tėra vos 2,53 proc. nuo viso momentinio vandens kiekio. Reikia pažymėti, kad skystame ar garų pavidale jo yra tik 30,4 proc. Likusioji dalis sukaustyta ir taip „laikina užrakinta“ Arkties, Grenlandijos, Antarkties ir didžiųjų pasaulio kalnų grandinių ledynuose, kurie užima 16,2 mln. km^2 Žemės paviršiaus. Paskirsčius tolygiai visą dabar susikaupusio ledo masę virš žemynų – jie būtų užkloti 48 m storio danga. Visi šie ledynai kol kas tik potencialūs globalūs gėlojo vandens ištekliai

lentelė. Įvairių vandenų išteklių pasiskirstymas hidrosferoje

Vandenų tipas	Vandenų tipų lokalizacija	Tūris (l)	Dalis (%) nuo visų vandenų
Paviršiniai vandenys	Gėlieji ežerai	$125 \cdot 10^{15}$	0,009
	Sūrieji ežerai ir vidukontinentinės jūros	$104 \cdot 10^{15}$	0,008
	Upės	$1 \cdot 10^{15}$	0,0001
Požeminiai vandenys	Dirvožemio drėgmė ir šiame sluoksnyje esantys laisvi vandenys Gruntiniai (iki 600 m) vandenys.	$67 \cdot 10^{15}$	0,005

	Požeminiai, gilesnių sluoksnių vandenys	$4,170 \cdot 10^{15}$	0,31
		$4,170 \cdot 10^{15}$	0,31
Kiti vandens ištekliai	Ašigalių ir kalnų ledynai.	$29\,000 \cdot 10^{15}$	2,15
	Atmosfera.	$13 \cdot 10^{15}$	0,001
	Vandenynai	$1\,320\,000 \cdot 10^{15}$	97,2



pav. Gėlojo vandens pasiskirstymas biosferoje (pagal Ž.V. M. la Rivjier, 1989)

Sausumoje kaupiama tik maža nesiekianti trijų procentų (2,59 proc.) dalelė. Didžioji žemyninio vandens dalis yra „užrakinta“ ašigaliuose ir aukštai kalnuose ledynų ir sniegynų pavidalu, dar kažkiek „slepiasi“ žemėje gruntinių vandenų pavidale ir tik labai mažytė (vos 0,014 proc.) gėlojo vandens dalelė yra laisviau prieinama biosferos biologinei įvairovei, tame tarpe ir žmogaus reikmėms. Žmogaus savo ekonominėms reikmėms panaudoja apie 0,007 proc. Kas skaitmenine išraiška sudaro 13 500 km³. Teoriškai per metus vienam gyventojui vidutiniškai tektų 2300 m³ gėlo vandens.

Ši santykinai menkutė gėlojo vandens atsarga būtų labai greitai išnaudota jei neegzistuos jos apytakos ciklas – pereinančių ir sujungiančių visas egzistuojančias Žemėje sferas procesų visuma.

Paskutinais (2013 m) skaičiavimais visas Žemėje esantis vanduo (km³) susidedantis iš gėlo, druskingo, esančio ne tik aplinkoje, bet ir gyvuose organizmuose sudaro mažiau nei 2 mljrd. km³. Globalus jo pasiskirstymas tiek geografiškai, tiek pagal cheminę sudėtį yra labai netolygus. Didžioji dalis, kartu su plūduriuojančio ledo laukais) sukaupta vandenynuose ir jūrose – 1 338 000 000 km³, gruntiniai vandenys sudaro 23 400 000 km³, amžinajame įšale, žemyniniuose ir kalnų ledynuose – 24 084 000 km³, atskirai tik gruntiniame lede ir amžiname išale – 300 000 km³, grunto drėgmė – 16 500 km³, ežeruose ir upėse – 176 400 km³, šlapynių ir pelkių ekosistemose – 11 470 km³, atmosferoje – 12 900 km³, gyvuose organizmuose – 1120 km³.

Vandens garavimas yra dvejopas – fizinis ir biologinis: vyksta saulės energijos ir augalų vandens išgarinimo (transpiracijos) dėka. Jiems priešingi yra kondensacija procesai; įvairių atmosferinių kritulių tokių kaip lietus, sniegas, ledai heterogeniškas pasiskirstymas milžiniškose teritorijose). Taip vyksta pastovus vandens išteklių atsinaujinimas ir kaita ne tik hidrosferoje ir atmosferoje, tačiau ir litosferoje. Skiriami du egzistuojantys biosferoje vandens apytakos ciklai – mažasis ir didysis.

Saulės energijos dėka vanduo garuoja iš vandenynų ir prisotina atmosferą vandens garais. Iš jų susidaro krituliai – gėlojo vandens srautai, patenkantys atgal į sausumą ir vandenynus. Tiek sausumos tiek vandens įvairiose ekosistemose vyksta vandens apykaita, apimanti ir jo apytaką gyvuose organizmuose. Iš čia vėliau vyksta garinimas į atmosferą, jo pernašos tolesnė kondensacija su iškrentantys krituliai pasiekia Žemės paviršių ir vėl ciklas kartojasi. Tai vadinamasis mažasis vandens apytakos ratas. Laisvai cirkuliuoja tik apie 5 proc. viso žemėje ir atmosferoje esančio vandens. Šio nedidelio kiekio net 99 proc. sudaro iš sūrių vandenų (jūrų, vandenynų) išgarinamas vanduo.

lentelė. Gėlo vandens globali/lokali kaita virš žemynų ir vandenynų (kritulių ir garavimo)

Globalaus balanso apimtys (10^6 km^3)	Virš žemynų	Virš vandenynų
Krituliai	0,107	0,398
Garavimas	0,071	0,434
Nuotėkis žemynuose	0,036	

Vandens garai, kurie kondensuojasi ir galu gale pernešti oro srautų tam tikrus atstumus atmosferoje iškrenta, priklausomai nuo geografinės vietos ir metų sezono įvairių kritulių pavidale, pasklinda žemės paviršiuje; dalis patenka tiesiai į jūras, vandenynus, kita dalis iškrenta nat sausumos, kur susigeria į dirvą, nuteka į gilesnius sluoksnius, kur formuojasi gruntinių ir požeminių vandens atsargos, ar telkiasi jos paviršiaus įdubimuose, subėga ežerus, ar upes, nemaža dalis susiurbiamą augalų šaknų. Vėliau dalis jų išgaruoja. Išgaravimo greitis didžia dalimi priklauso nuo temperatūros, kurią sąlygoja ir geografinė padėtis bei kiti abiotiniai veiksniai. Dalis vandens patenka į gilesnius gruntinius vandenis, kur prasideda žymiai ilgesnis vandens kelias į ežerus, upes ar jūras. Dar kita dalis iškrenta ir ilgainiui užsilaiko kalnų viršūnėse ar ašigalių poliuose. Tačiau ir iš ten, tik žymiai vėliau, vanduo vėl patenka į didįjį apytakos ratą. Didysis vandens ciklas apimantis jau ir litosferos sluoksnius yra žymiai ilgesnis ir trunka jau šimtus ir tūkstančius metų.

Vienos iš seniausių pasaulio babiloniečių kultūrų indėlis į tolesnę kitų kultūrų ir bendrą pasaulio civilizacijos raidą yra pakankamai išsamiai aprašytas įvairiuose istorijos vadovėliuose. Vienu iš iškiliausių senovės šumerų tautos pasiekimų tapo rašto sukūrimas IV tūkstantmetyje pr. m. e. Pirmasis šumerų raštas gimė iš piešinių; žodius, reiškiančius daiktą ar reiškinį šumerai nupiešdavo. Pavyzdžiui, žodis vanduo buvo piešiamas dviem banguojančiom linijom, imituojančiom vandenų paviršių: ~~~~~, žodį lietus – reikėjo piešti iš dviejų piešinių: žvaigždė () ir vanduo...*

Beje vanduo gali egzistuoti keliuose būviuose. Pavyzdžiui, sušaldytas į ledą vanduo ilgainiui užkonservuojamas ledynuose ir taip laikinai jo dalis nedalyvauja globaliame vandens apytakos cikle.

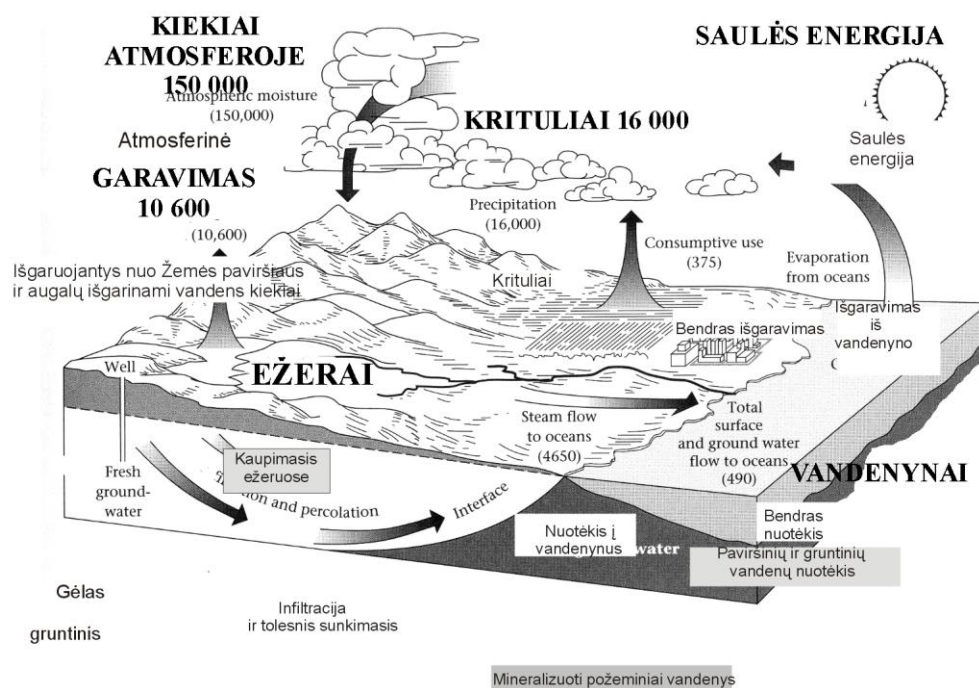
lentelė. Vandens apytakos greičiai įvairiose sistemose

Vandenų lokalizacija	Užimamas Paviršius (10 ⁶ km ²)	Dalis (%) nuo viso vandens kiekio	Vidutinė apytakos trukmė (metai, paros)
Vandenynai	361	97,2	visas kiekis – per 2500 m, dalinis – per ~ 63–103 m
Požeminiai vandenys			1400 metų
Dirvožemio drėgmė			1 metai
Gruntiniai vandenys	130	0,31	~ 103 metai
Ašigalių ledynai ir pastovūs sniegynai, kalnų ledynai, ledų laukai	28,2	2,15	~ 9700 metų, kai kur ~ 104 metai
ledynai amžino įšalo zonose			10 000 metų
Vanduo ežeruose	0,855	0,009	Nuo kelių dekadų iki 17 metų
Vanduo šlapynėse ir įvairių tipų pelkėse			5 metai
Vanduo upių vagose		0,0001	14–16 dienų
Atmosferoje	510	0,001	8–9 dienos
Vanduo gyvuose organizmuose			kelios valandos

Vandens išgarinimuii sueikvojama daugiau nei 40 proc. Žemės paviršių pasiekiančios saulės energijos. Per metus Žemė gauna $13,4 \cdot 10^{20}$ kcal, arba $5,61 \cdot 10^{24}$ J, saulės energijos. Vandens apytakai tarp atmosferos ir hidrosferos palaikyti išeikvojama maždaug 22 proc. pasiekiančios žemę saulės energijos.

Globalus vandens balansas tai gana nepastovus, kintantis laike dydis. Pagal principinę vandens balanso shemą išgarajuojančio vandens kiekiai turi būti lygūs atgal iškrentantiems krituliams ir patenkančiam nuotėkio vandenų kiekiui. Tačiau Praeitame šimtmečio pabaigoje kasmet vandenynų lygis pradėjo kilti vidutiniškai 1,5–2 mm. Teigiama, kad tai atsitiko padidėjus (nuo 430 iki 570 km³) bendram vandens nuotėkiui iš žemynų, nes juose pradėjo pamažu tirpti kalnų ledynai.

pav. Vandens ciklas biosferoje - didysis vandens apytakos ratas (pagal D., M., Grey, 1998)



pastabos: Vanduo, išgaruojantis iš vandenynų (1) sudaro apie 84 proc., iš žemės (2), iš vidinių vandenų (3) ir augalų (4) išgaruoja tik iki 16 proc. Maždaug 77 proc. kritulių lietaus ar sniego pavidale iškrenta į jūras ir vandenynus (5), o likusieji 23 proc. – iškrenta ant sausumos (6) iš kur su upių bei gruntiniu nuotėkiu patenka į vandenynus (8, 9 proc.).

Atmosferiniai krituliai (sniegas, lietus) atskiruose žemynuose iškrenta ir pasiskirsto labai netolygiai. Labai nevienodai iškrintančių krituliai kiekiai pasiskirsto atskirais sezonais.

Visų vandenų apytakai labai svarbus upių nuotėkis, kurį sudaro ne tik paviršinis, kurio dirvožemis nesugeria, bet ir požeminis vanduo. Dėl metinio upių nuotėkio, kuris yra apie 20–30 kartų didesnis už momentinius upių vagų vandens išteklius, labai padidėja gėlo vandens ištekliai, kurie įvairiuose kontinentuose bei jų regionuose pasiskirstę labai nevienodai.

POŽEMINIAI VANDENYS

Visa Žemės hidrosfera dar yra daloma į paviršinę ir požeminę. Požeminę hidrogeosferą sudaro vanduo ir korėtos uolienos, kuriose šis vanduo yra susikaupęs. Požeminėje hidrosferos dalyje slūgso gėli ir įvairios mineralizacijos (nuo 1 iki 650 g/l) vandenys. Hidrogeosferos sluoksnis juosia visą planetą, tačiau ne visur yra vienodo storio. Teigiama, kad hidrogeosferos sluoksnio viršutinė riba tai aeracijos ir prisotintos vandens zona, o apatinė – astenosferos paviršius 400–500 km gylyje. Astenosferoje besiformuojančius vulkanizmo procesų eigoje išsiskiria garai, kurie kondensuojasi Žemės paviršiuje. Globalioje hidrosferos sistemoje išskiriami du pagrindiniai vandeningųjų sistemų tipai: arteziniai baseinai ir hidrogeologiniai masyvai.

Arteziniu baseinu vadinama hidrogeologinė sistema, susijusi su neigiama Žemės plutos forma, pripildyta daugiausia nuosėdinės kilmės sluoksniuotų uolienų, kurių poromis, plyšiais ir karstinėmis tuštumomis srūva nespūdiniai (gruntiniai) ir spūdiniai (tarpsluoksniniai, arteziniai) vandenys.

Hidrogeologinis masyvas – tai taip pat hidrogeologinė sistema, tačiau susijusi su teigiama Žemės plutos forma, sudaryta daugiausia iš magminių bei metamorfinių uolienų, kuriose vanduo srūva dūlėjimo ir tektoninės kilmės plyšiais. Galima teigti, kad arteziniai baseinai būdingi lygumų reljefui, o hidrologiniai masyvai – daugiau kalnuotoms sritims.

Lietuvos teritorija priskiriama Baltijos arteziniam baseinui, kurio plotas 462 km², iš kurių 200 km² plotai yra po Baltijos jūra. Čia esančio gėlo vandens aktyvios apykaitos zonos storis svyruoja nuo 50 iki 450 m.

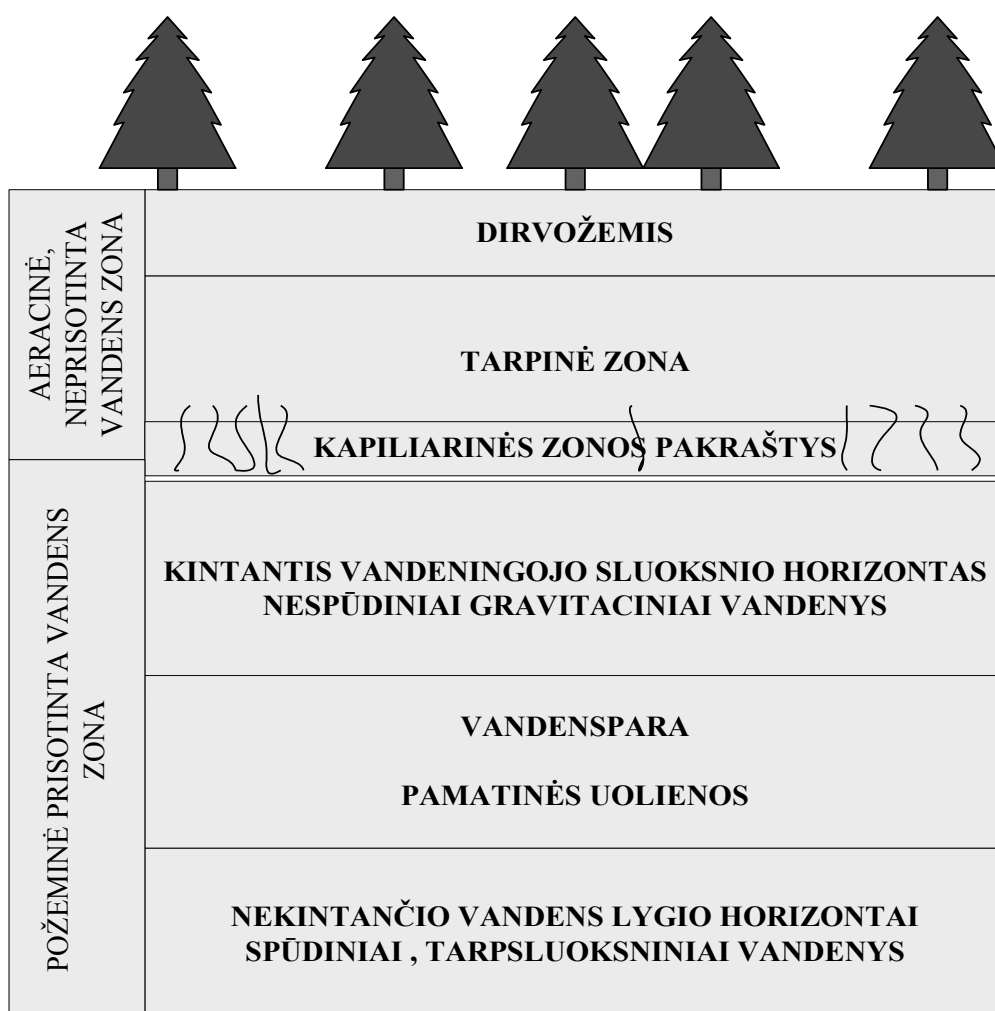
Artezinių baseinų hidrogeologinės sistemos yra sudarytos iš atskirų elementų, kurie dalyvauja aktyvioje požeminio vandens apytakoje, tai : aeracijos zona, gruntinis (nespūdinis) vandeningasis horizontas, tarpsluoksniniai (spūdiniai) vandeningieji horizontai, mažai laidžių uolienų sluoksniai – vandensparos, praktiškai nelaidžių uolienų sluoksniai – regioninės vandensparos.

Aeracijos zona litosferoje vadinamas neprisotintas vandens sluoksnis esantis tarp Žemės paviršiaus ir gruntinio vandens. Čia laikosi tik plėvelinis ir kapiliarinis vanduo, vandens garai ir oras. Per šią zoną vyksta vandens infiltracija į gruntinių vandenų horizontus ir jo apsivalymas. Lietuvoje aeracinės zonos storis svyruoja nuo 2 iki 15 m. (mažesnis žemesnėse, o didesnis kalvotėse vietovėse).

Gruntinio vandeningojo horizonto zonoje ant ištisinės vandensparos slūgsančios nuogulos yra susikaupęs nespūdinis (jo slėgis lygus atmosferiniam) gravitacinis vanduo. Tarpsluoksninis

vandeningasis horizontas yra vienalyčiame ar panašių filtracinių savybių uolienų sluoksnyje, apribotas mažai laidžiomis vandensparomis ir prisotintas gravitacinio vandens, turinčio bendrą spūdinį (pjezometrinį) paviršių. Dažnai šis vanduo vadinamas arteziniu, o horizontas – arteziniu vandeninguoju.

Vandensparomis vadinami mažai laidūs ar visai nelaidūs gravitaciniam vandeniui uolienų sluoksniai, skiriantys vandeninguosius artezinių baseinų horizontus. Mažai laidžios vandensparos yra natūralūs filtrai apvalantys užterštus vandenį. Jose tikrasis filtracijos greitis yra nedidelis apie 10^{-5} – 10^{-3} m³ per parą. Regioninė vandenspara vadinami praktiškai nelaidžių storesnių negu 50–60 m uolienų sluoksniai. Jos slūgso aktyvios apytakos zonos apačioje ir skiria gėlą požeminį vandenį nuo sulėtėjusios apytakos zonos mineralizuoto vandens. Šių dviejų apytakos zonų ryšys per regioninę vandensparą galimas tik tektoninių lūžių zonose, kur vandensparos uolienos laidesnės. (pagal V. Juodkazį, 1999).



pav. Požeminės hidrosferos viršutinių sluoksnių schema

Vienas iš svarbiausių gruntinių vandenų būklės veiksnių, formuojančių hidrocheminių procesų kryptį, vandens cheminę sudėtį yra klimatiniai procesai. Nuo jų ir integruoto juose hidrologinio ciklo procesų sąveikų priklauso ir uolienų dūlėjimo, dirvodaros, augalijos pobūdis. Kuo giliau slūgso vandens horizontai, tuo sąveikos su žemės paviršiuje veikiančiais klimatiniais veiksniais yra mažesnės.

Visas gėlojo vandens kiekis pasaulio upėse ir ežeruose sudaro vos 0,01 proc. visų pasaulio vandens atsargų.

EŽERAI

Globalioje hidrologinio ciklo sistemoje ežerams tenka vos 0,01 proc. nuo Žemės vandens resursų dalies, tačiau šiose hidrosistemose vykstantys medžiagų ir energijos transformacijos bei jos akumuliacijos bei pačios sistemos evoliucijos procesai yra labai svarbūs ne tik hidrologinio ciklo, bet ir visos biosferos atžvilgiu.

Ežerų – žemės paviršiaus duburiuose telkšančių įvairuojančios cheminės sudėties kaip uždarytų vandens sistemų apibūdinimas yra gana sąlygiškas. Iš tiesų tai autoreguliacinių procesų palaikomas stabiliai funkcionuojanti tam tikrame laike hidrosistema.

Teigiama kad Žemėje yra 12 mln. ežerų, tačiau didesnių kaip 500 km² tik 253. Visos sausumos (be ledynais uždengtos Antarktidos) ežeringumas siekia 1,2 proc. Didžiausia ežerų išteklių dalis (73 % bendro didžiųjų ežerų ploto) tenka Šiaurės pusrutuliui į šiaurę nuo 40° lygiagretės. Ežeringiausias yra Skandinavijos regionas (Karelija – 19 %, Suomija – 9,4 %, Švedija – 8,6 %).

Lietuvoje tyvuliuoja per 3 200 ežerų, kuriems tenka ~1,5 proc. viso šalies ploto. Dauguma ežerų yra nedideli. 2 834 ežerai yra didesni kaip 0,5 ha, o kitų 14 ežerų plotas viršija 1 000 ha. Lyginant su Vidurio Europa – Lietuvos ežeringumas vienas didžiausių. Daugiausiai ežerų yra Dysnos intako Drūkšos drenuojamo Drūkšių ežero baseine: kartu su pačiu Drūkšių ežeru baseino ežeringumas pasiekia 15,5 proc.

pastaba: paveiksle pavaizduota epikontinentinė Juodoji jūra – kaip palyginamasis atskaitos) ploto vienetas

pastaba: paveiksle pavaizuota epikontinentinė Juodoji jūra – kaip palyginamasis atskaitos) ploto vienetas

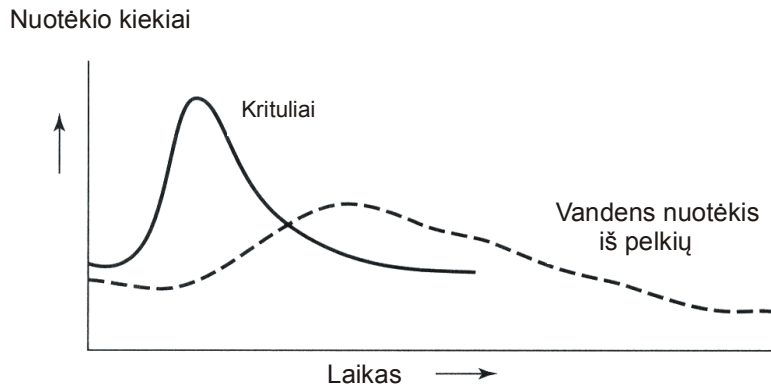


pastaba: paveiksle pavaizuota epikontinentinė Juodoji jūra – kaip palyginamasis atskaitos) ploto vienetas

pav. Santykinis didžiausių pasaulio ežerų palyginimas

PELKĖS IR ŠLAPYNĖS

Iš dalies tai buvusių hidrosistemų (ežerų) galutinės evoliucijos stadijos pakopa pamažu įsiliejanti į sausumos sistemų kompleksą. Tačiau globaliu mastu tai ne tik įvairių pelkių tipai žemynuose, periodiškai užliejamos lygumos, bet ir pajūrio maršos, mangrovės, upių deltų šlapynės. Pelkių ekosistemos sugeba kaupti, apvalyti didelius vandens kiekius ir vėliau pamažu tiekti į kitus sausumos vandenų baseinus (upės, ežerai) tai išlygindamos staigius iškrentančių vandens kritulių kiekius ir tuo pačiu palaiko upių nuotekio režimą, ežerų vandens lygį.



pav. Iš kritulių srauto patenkančio vandens kiekiai nuo atvirų vietų ir iš pelkių nuotėkio skirtumai geosistemoje

Iš grafiko labai gerai matyti įvairių tipų šlapynių švelninantis ir paskirstantis staigų atmosferinių nuotėkų poveikis kraštovaizdžio ekosistemose.

VANDENS BALANSAS

Globalus vandens balansas gana nepastovus, kintantis laike dydis. Pagal principinę vandens balanso schemą išgarajuojamo vandens kiekiai turi būti lygūs atgal iškrentantiems krituliams ir patenkančiam nuotėkio vandenų kiekiui. Tačiau XX a. jau pabaigoje t vandenynų lygis pradėjo kasme kilti vidutiniškai 1,5–2 mm. Teigiama, kad tai atsitiko padidėjus (nuo 430 iki 570 km³) bendram vandens nuotėkiui iš žemynų, pradėjus tirpti kalnų ledynams.

Atskirais geologiniais periodais prasidėjus ledynmečiams, kada milžiniškos vandens masės būdavo surakinamos į ledo kalnus, globalus vandens apytakos ciklas sutrikdavo. Tais laikais vandenyno lygis nukrisdavo net keliasdešimt metrų.

Atmosferiniai krituliai (lietus, sniegas) atskiruose kontinentuose iškrenta ir pasiskirsto labai netolygiai. Kritulių kiekis tose pačiuose regionuose svyruoja ir atskirais metų laikais. Vandens balansu vadinamas per tam tikrą laiką gaunamo ir atiduodamo vandens kiekio pokytis skaičiuojamai teritorijai. Balanso lygtys:

$$\sum P_{aj.} - \sum I_{šl} = \pm \Delta A,$$

Žemės rutulio lygtis:

$$P_{zr} = E_{zr},$$

Sausumos arba žemynų lygtis:

$$P_z = E_z + N_z,$$

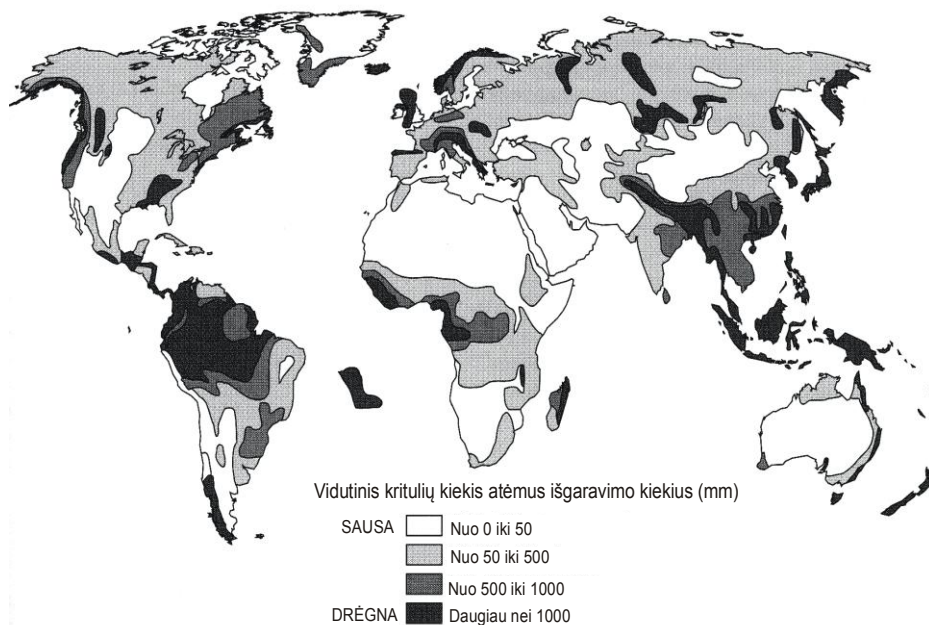
Pasaulinio vandenyno lygtis:

$$P_v + S_v = E_v + N_p,$$

lentelė. Metiniai vandens balanso elementų dydžiai (vandens sluoksnio aukštis mm)

Vandens elementai	balanso	Žemės rutulys	Vandenynai	Žemynai	Lietuva
Krituliai	(P)	1130	1270	728	748
Garavimas	(E)	1130	1400	483	512
Nuotėkis	(N)	–	130	245	236

Reikia pridurti, kad kritulių kiekių globalus pasiskirstymas yra svarbus biologinės įvairovės ir visų sausumos ekosistemų, biotų pasiskirstymo atskiruose regionuose veiksnys.



pav. Globalus iškrentančių kritulių kiekio pasikirstymas

VANDENS IŠTEKLIAI BIOSFEROJE

Bendri hidrosferoje esančio vandens ištekliai vertinami nuo $1,36\text{--}1,4 \text{ km}^3$ (arba $1,35 \cdot 10^{21} \text{ l}$) iš kurių gėlojo vandens tik $0,035 \text{ mljrd. km}^3$. Net 71 proc. Žemės paviršiaus tvyro vandenys. Įvairių autorių teigimu, jei nebūtų aukštai iškilusių žemynų, esamas vanduo planetoje tyvuliuotų $2718\text{--}3800 \text{ m.}$ gylio vandenynu.

Tačiau pagal pasiskirstymą, savo įtaką bei kaitą hidrosferiniuose cikluose vandenys nėra vienalyčiai. Net 96,5 proc. (kitais duomenimis iki 97,2%.) viso vandens yra vandenynuose (jūrinės ekosistemos). Tai sūraus vandens (30–35‰) vandenynai, uždaros ir atviros (vidukontinentinės ir epikontinentinės) jūros, įlankos, užutėkiai, druskingos lagūnos ar ežerai. Kitą, tik jau labai nedidelę dalį sudaro vidaus vandenų (gėlavandenės ekosistemos) hidrotopai su jų pereinamomis pakraščių sritimis. Dar taip pat gyvų organizmų tik rečiau apgyvendinti gruntiniai ir požeminiai vandenys, ledynai ir atmosferoje cirkuliuojantis vanduo.

lentelė. Įvairių vandenų išteklių pasiskirstymas hidrosferoje (pagal Lvovitch M., 1973)

<i>Telkinys</i>	<i>Vandenų buvimo vieta</i>	<i>Tūris (ltr)</i>	<i>Dalis nuo visų vandenų (%)</i>
Paviršiniai vandenys	Gėlieji ežerai	$125 \cdot 10^{15}$	0,009
	Sūrieji ežerai ir vidukontinentinės jūros	$104 \cdot 10^{15}$	0,008
	Upės	$1 \cdot 10^{15}$	0.0001
Požeminiai vandenys	Dirvožemio drėgmė ir šiame sluoksnyje esantys laisvi vandenys	$67 \cdot 10^{15}$	0,005

	Gruntiniai (iki 600 m) vandenys.	$4,170 \cdot 10^{15}$	0,31
	Požeminiai, gilesnių sluoksnių vandenys	$4,170 \cdot 10^{15}$	0,31
Kiti vandens ištekliai	Ašigalių ir kalnų ledynai.	$29\,000 \cdot 10^{15}$	2,15
	Atmosfera.	$13 \cdot 10^{15}$	0,001
	Vandenynai	$1\,320\,000 \cdot 10^{15}$	97,2

lentelė. Vandens atsargos Žemėje (pagal Dyck, Peschke, 1983)

<i>Hidrosferos dalys</i>	<i>Kiekis (tūkst. km³)</i>	<i>Kiekis (%)</i>	
		<i>Iš viso vandens</i>	<i>Gėlo vandens</i>
Pasaulinis vandenynas	1 338 000	96,5	–
Požeminiai vandenys Iš jū gėlieji požeminiai vandenys	23 400	1,7	–
	10 530	0,76	30,1
Dirvožemio drėgmė	16,5	0,001	0,05
Ledynai, sniegynai	24 364,1	1,766	69,56
Gėlieji ežerai	91	0,007	0,26
Sūrieji ežerai	85,4	0,006	–
Pelkės	11,5	0,0008	0,03

Upės	2,1	0,0002	0,006
Organizmai	1,1	0,0001	0,0003
Atmosfera	12,9	0,001	0,04

Beveik 77 proc. gėlo vandens sudaro jo atsargos sausumos ledynuose ir ašigalių ledo laukuose. Sukaustytos ir „užrakintos“ Arkties, Grenlandijos, Antarkties ir didžiųjų pasaulio kalnų grandinių ledynuose, vandens atsargos užima 16,2 mln. km² Žemės paviršiaus. Visą susikaupusio ledo masę tolygiai pasiskirsčius virš žemynų, išeitų net 48 metrų storio dangą.

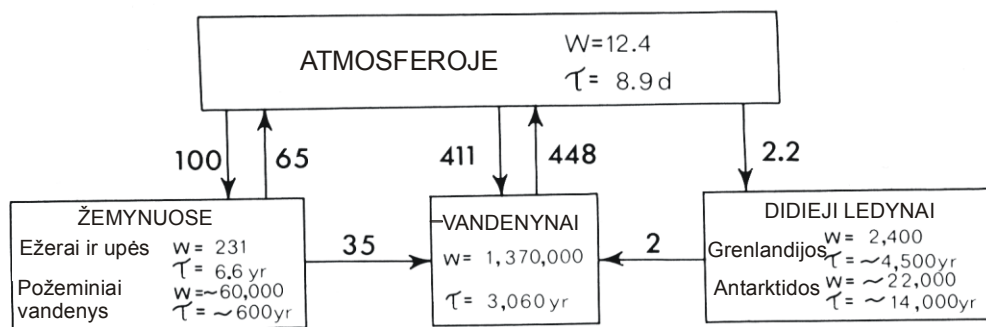
Kita didesnė sausumos vandens atsargų dalis sukaupta ežeruose. Deja, dalis didžiųjų ežerų (pvz. Aralo, Balchašo, Kaspijos), kaip ir kai kurie požeminiai vandenys, pasižymi įvairaus laipsnio mineralizacija. Šio vandens, kaip geriamo vandens resurso, beveik nenaudojama. Labiausiai reikalingas ir plačiausiai vartojamas gėlas, ar tik silpnai mineralizuotas vanduo, tačiau jo – vos 2,53 proc. nuo viso momentinio vandens kiekio. Reikia pažymėti, kad skystame ar garų pavidale jo yra 30,4 proc.

Deja, dalis šio vandens paskutiniaisiais dešimtmečiais dėl antropogeninės taršos, tampa netinkama vartojimui, netgi tampa pavojinga ir kitiems gyviems organizmams. Jei tarša yra nedidelė, tai vyksta savaiminis vandenų biocheminis, mikrobiologinis apsivalymas. Kada taršalų koncentracijos padidėja–savaiminis apsivalymas tampa neimanomas, prasideda akumuliaciniai procesai. Dažnai upių taršalai nuplukdomi į jūras ir ten ten akumuliuojami. Kasmet vis didesnė dalis gėlojo vandens prarandama.

Upių nuotėkio, gruntinių, požeminių ir kitokių vandens resursų geografinis pasiskirstymas pasaulyje (pagal, M. Lvovitch, 1973)

GĖLŲJŲ VANDENŲ IŠTEKLIŲ PASISKIRSTYMAS

pav. Gėlojo vandens pasiskirstymas biosferoje (pagal. La Rivjier V., 1989)



pastabos: W – vandens kiekis (km^3); T – išsilaikymo (buvimo) laikas (metais)

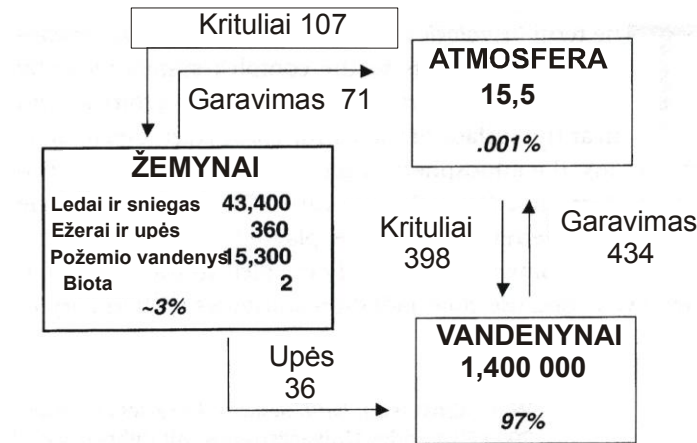
Sausumoje kaupiama tik maža nesiekianti trijų procentų (2,59 proc.) dalelė. Didžioji žemyninio vandens dalis yra ledynų ir sniegynų pavidalu, dar maždaug ketvirtadalis yra požeminių vandenų pavidale ir tik labai mažytė (vos 0,014 proc.) gėlojo vandens dalelė yra laisviau prieinama gyviems sausumoje gyvenantiems organizmams tame tarpe ir žmogui.

Ši menkutė gėlojo vandens atsarga labai greitai būtų išnaudota jei neegzistuantų jos apytakos ciklas, pereinantis ir sujungiantis visas egzistuojančias Žemėje sferas ir jose esančius vandens kiekius į bendrą Žemės hidrologinį ciklą. Jis apima atmosferą, kurioje formuojasi krituliai, paviršinę hidrosferą (upes, ežerus į kuriuos ar iš jų baseinų suteka kritulių vanduo) ir požeminę hidrosferos dalį, iš kurios per gruntą iki vandeningųjų sluoksnių prasisunkęs vanduo po kiek laiko suteka į vandens baseinus (ežerus, upes, jūras ir vandenynus).

Vienas iš svarbiausių hidrologinių procesų vykstančių sausumoje yra upių nuotėkio formavimas. Pastarasis bendrajame biosferos hidrologiniame cikle kompensuoja kiekius vandens garų pernašos iš vandens telkinių paviršiaus į žemynus.

Vandenynuose ši apytaka pasireiškia šilumą sugeriančių vandens garavimo reiškiniiais, išskiriančiais šilumą vandens garų kondensacija bei iškrentančių kritulių kiekiais. Sausumoje vandens apytaką papildo požeminis ir antžeminis vandens nuotėkiai jo sankaupos (dirvožemio drėgmė, pelkės, ežerai, upės, ledynai,) ir kito įvairiose mažose apytakose esančio

(gyvuose organizmuose, mineraluose ir kt.) vandens dalis. Gėlo vandens apytakoje dalyvauja tik 0,77 proc. dydžio nuo viso vandens tūrio dalis.



pav. Globalaus hidrologinio ciklo metinis rezervas ir nuolatinė kaita sudaro 10^{15} kg/per metus (pagal Maurice P., 2000)

Vandens apytaka palaiko Žemės energijos balansą, kur vandens molekulės sugeba pernešti sugertą Saulės energiją iš pietinių (kaitresnių) rajonų į labiau šiaurinius. Drauge su vandeniu (jūrų srovėmis, upių nuotėkiu, iš dalies su atmosferiniais krituliais) vyksta ir kitų cheminių medžiagų (ištirpusių vandenyje dalelių) transportas.

Vandens apytaka virš žemynų susiskaido į mažesnes dalines apytakas. Kartu išskiriamos 3 pagrindinės vandens apytakos: vandenynas–atmosfera–vandenynas;

vandenynas–atmosfera–sausuma–vandenynas; sausuma–atmosfera–sausuma.

Hidrologinio vandens apytakos ciklo balansiniai duomenys yra:

- teigiamoji balanso dalis: krituliai ($66\,000\text{ km}^3$ /per metus)
- neigiamoji balanso dalis: išgaravimas (19 km^3 /per metus), paviršinis nuotėkis (32 km^3 /per metus), požeminis nuotėkis (15 km^3 /per metus).

Vandens garavimas yra dvejopas – fizinis ir biologinis, kuris vyksta Saulės energijos ir augalų transpiracijos dėka. Toliau garavimo procesus keičia kondensacija ir įvairūs atmosferiniai krituliai (lietus, šlapdriba, sniegas, ledai). Taip vyksta pastovus vandens išteklių atsinaujinimas ir kaita ne tik hidrosferoje ir atmosferoje, tačiau ir litosferoje. Susigėręs į Žemės paviršių vanduo virš

nelaidaus vandensparos sluoksnio gali įsilieti požeminį nuotėkį (tarpinis nutekėjimas). Per laidžias uolienas, įsisunkęs į gilesnius sluoksnius, pasiekia gruntinio vandens horizontus, iš kur jo dalis patenka vėl į upes, ežerus ir vandenynus.

Skiriami du egzistuojantys biosferoje vandens apytakos ciklai – mažasis ir didysis. Saulės energijos dėka vanduo garuoja iš vandenynų ir prisotina atmosferą vandens garais. Iš jų susidaro krituliai – gėlojo vandens srautai, patenkantys atgal į sausumą ir vandenynus. Tiek sausumoje tiek vandenyje vyksta ekologinė vandens apykaita, apimanti ir jo apytaką gyvuose organizmuose. Iš čia vyksta garavimas į atmosferą ir vėl ciklas kartojasi. Tai vadinamasis mažasis vandens apytakos ratas. Laisvai cirkuliuoja tik apie 5 proc. viso Žemėje ir atmosferoje esančio vandens. Šio nedidelio kiekio net 99 procentus sudaro iš vandenynų paviršiaus išgarinamas vanduo.

Vandens garai, kurie kondensuojasi ir galu gale nukeliavę tam tikrus atstumus atmosferoje, priklausomai nuo geografinės vietos ir metų sezono, iškrenta įvairių kritulių pavidale ir pasklinda Žemės paviršiuje. Dalis jų patenka tiesiai į vandenynus, o kita dalis iškrenta ant sausumos, kur susigeria į dirvožemius, nuteka į gilesnius sluoksnius, formuoja gruntinių ir požeminių vandenų atsargas, ar telkiasi Žemės paviršiaus įdubimuose, suteka į pelkes, ežerus ar upes, nemaža dalis susiurbiamą augalų. Vėliau dalis vandens išgaruoja. Garavimo greitis didžia dalimi priklauso nuo temperatūros, kuri nuo geografinės padėties bei kitų biotinių ir abiotinių veiksnių.

Vandens balansui ne tik konkrečioje geografinėje juostoje, bet ir konkrečioje jos vietovėje lemiamos reikšmės turi augalijos danga. Dalis kritulių vandens užsilaiko ant augalų paviršiaus – intercepcija tiesiogiai priklausanči nuo augalijos ploto (erdviniu požiūriu) – nuo čia gali išgaruoti ar/ir būna sugerama.

Į dirvožemį susigėręs vanduo gali būti augalų šaknų sugertas, transportuotas į lapus ir iš ten vėl išgarintas (transpiracija), o bendras vandens kiekio iš apibrėžto Žemės paviršiaus kur yra augalija išgarinimas yra vadinamas evapotranspiracija.

Vidutiniai metiniai kritulių kiekiai atskiruose žemynuose yra skirtingi. L. Struzer ir V. Šarovaja pateikia vidutinius kritulių kiekius visuose žemynuose išskyrus Antarktidą.

14 lentelė. Kritulių ir jų išgaravimo kiekių daugiamečiai vidurkiai (cm/metus) atskiruose žemynuose (pagal L. Struzer ir V. Šarovaja, 1974)

Žemynas	Krituliai	Išgaravimas	Nuotėkis
---------	-----------	-------------	----------

Europa	77	49	28
Azija	63	37	26
Afrika	72	58	14
Šiaurės Amerika	80	47	33
Pietų Amerika	160	94	66
Australija	45	41	4
Visa sausuma	80	48,5	31,5

Dalis vandens patenka į gilesnius gruntinius vandenis, kur prasideda žymiai ilgesnis vandens kelias į ežerus, upes, jūras ir vandenynus. Dar kita dalis iškrenta ir ilgainiui užsilaiko kalnų viršūnėse ar ašigalių poliuose. Tačiau ir iš ten, tik žymiai vėliau (dėl ledynų dreifo, ledynų pakraščių tirpsmo intensyvumo), vanduo vėl patenka į didįjį apytakos ratą. Didysis vandens ciklas, apimantis jau ir litosferos sluoksnius, trunka žymiai ilgiau, jau šimtus ir tūkstančius metų.

Vienu iš iškiliausių senovės šumerų tautos pasiekimų ketvirtame tūkstantmetyje pr. m. e. tapo rašto sukūrimas. Pirmasis šumerų raštas gimė iš piešinių; žodžius, reiškiančius daiktą ar reiškinį šumerai nupiešdavo.

Pavyzdžiui, žodis vanduo buvo piešiamas dviem banguojančiom linijom, imituojančiom vandenų paviršių: ~~~~~, žodį lietus – reikėjo piešti iš dviejų piešinių: žvaigžde reiškiančia dangų () ir banguotų linijų reiškiančių vandenį...*

LITERATŪRA:

1. Lvovitch M., 1973, The global Water balance, Trans. Amer. Geophys. Union 54:28–42.
2. Bukantis A., Gulbinas Z., Kazakevičius S., Kilkus K., Mikelinskienė A., Morkūnaitė R., Rimkus E., Samuila M., Stankūnavičius G., Valiuškevičius G., Žaromskis R. 2001, Klimatinių svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje, Vilnius, 280 p.

3. Beazley M., 1993, Caring for the Earth, a strategy for Survival, London, 160 p.
4. Budyko M., 1977, Globalnaja ekologija, M., Mysl, 326 p.(rus).
5. Chahine M. T., 1992, The hidrological cycle and its influence on climate, Nature 359: 373–379.
6. Likens G. E., et al., 1977, Biogeochemistry of a forested ecosystem, New York, Springer–Verlag.
7. Maurice P., 2000, the Hdrologic Cycle, in: Earth Systems: Processes and Issues, p. 135–151, Cambridge University Pres.
8. Mirovoj vodnyj balans i vodnyje resursy Zemli, Leningrad, 1974, (rus.).
9. Juodkazis V., Kučingis Š., 1999, Geriamojo vandens kokybė ir jos norminimas, Vilniaus universiteto leidykla, 153 p.
10. Juodkazis V., 1979, Pabaltijo hidrogeologijos pagrindai, Vilnius, Mokslas, 140 p.
11. Juodkazis V., Marcinonis A., 2008, Aplinkos hidrogeologija, Vilnius, 458 p.
12. Lietuvos požeminės hidrosferos monitoringas 1999, Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos Informacinis biuletenis, Vilnius, 2000, 154 p.
13. Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai, tendencijos, 1994, LR Aplinkos m–ja, Vilnius, 114 p.
14. Kilkus K., 1993, Bendroji Hidrologija, Vilnius, 96 p.
15. Skinner B. J., Porter S. C., 1987, The Dinamic Earth.
16. Strahler A. N., 1971, The Earth Sciences, Harper Collins.
17. Wahlström E., Hallanaro E., Manninen S., 1996, the Future of the Finish Environmental, Helsinki, 272 p.
18. Wetzel R. G., 1983, Limnology, New York, Sounders College Publiscing, 763 p.

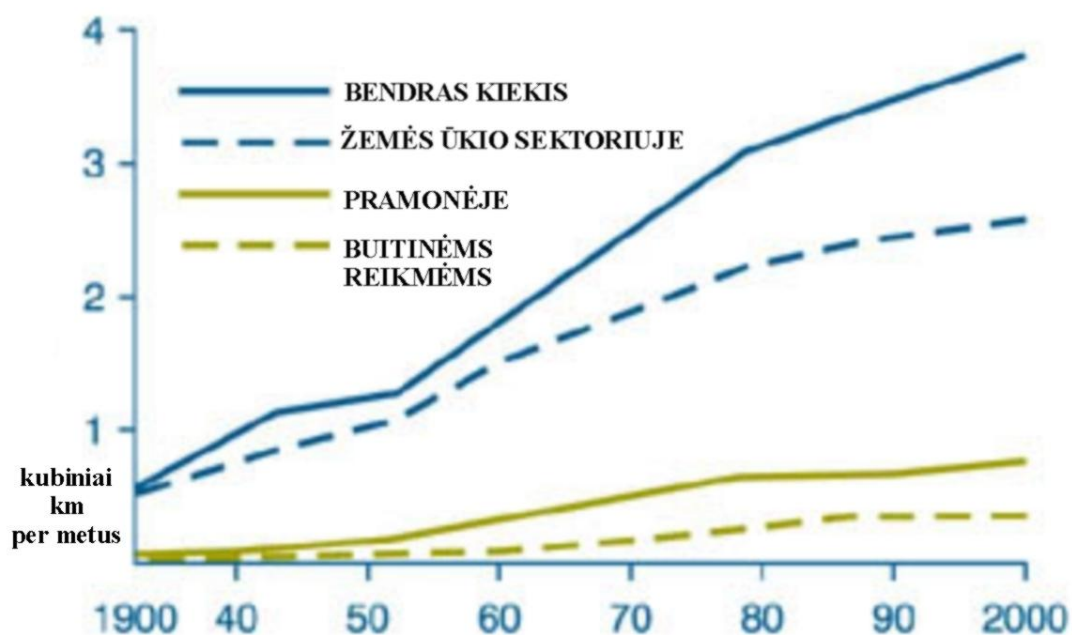
GĖLOJO VANDENS IŠTEKLIŲ GLOBALI XXI a. EKOLOGINĖ PROBLEMA

Pasaulinio resursų instituto duomenimis net 41000 km³ gėlo vandens per metus sugrįžta iš sausumos į jūrą. Šį nuotėkį kompensuoja oro srovių nuo vandenynų akvatorijų į sausumą atgenami ir čia iškrentantys krituliai. Iš šio kiekio tik apie 9 000 km³ gali būti vienaip ar kitaip panaudojama žmonių veikloje. Tokių atsargų pakaktų 20 mljrd. žmonių gyvybiniais poreikiams patenkinti.

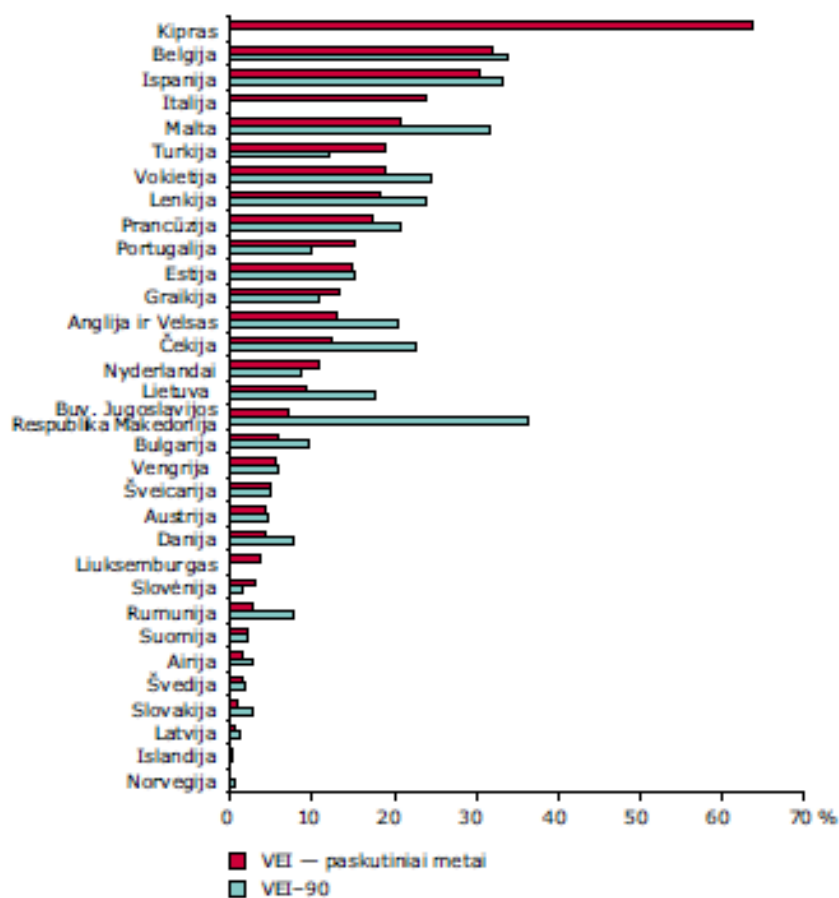
Tačiau dabartinė reali padėtis visai kitokia; gyventojų geografinis pasiskirstymas, jų tankumas, atskirų valstybių, net atskirų socialinių sluoksnių vandens poreikiai nesutampa su lokaliu vandens resursų pasiskirstymu. Kai žinomas kritulių balansas bei išgaravimas atskirame regione, galima lokalizuoti turtingas ir skurdžias vandens resursais valstybes, pvz., Amazonės upės baseine yra apie 15 proc. pasaulio upių vandens resurso, tačiau ten gyvena tik 0,4 proc. pasaulio gyventojų. Nors Azijos žemynui tenka daugiau nei trečdalis (apie 36 proc.) pasaulio ežerų ir upių vandens išteklių, bet čia gyvena virš 60 proc. pasaulio gyventojų...

2003 m. net 2,4 mljrd. žemės gyventojų jų naudojamas geriamas vanduo pilnai neatitiko jam keliamų sanitarinių reikalavimų standartų. Gerdami netinkamą vandenį pasaulyje kasmet daugiau nei 250 mln. žmonių suserga įvairiomis ligomis, o mažiau ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse pavojus užsikęsti infekcinėmis ligomis naudojant sanitarinių reikalavimų neatinkantį vandenį dar išlieka tarp 2,2 mljrd. gyventojų.

Daugelio ekspertų teigimu aktualiausia apie XXI a. vidurį viena iš gyvybiškiausių globalių ekologinių problemų taps geriamojo vandens išteklių išsaugojimas ir palaikymas.



pav. Bendras ir specializuoto poreikio gėlo vandens kiekių (km^3/metus) augimo didėjimas pasaulyje per XX a.



Pastaba: VEI; bendras per metus išgautas vandens kiekis išreikštas ilgalaikio gėlo vandens išteklių procentine dalimi;

ribinis skaičius, leidžiantis atskirti regioną, kuriame netrūksta vandens, nuo regiono, kuriame trūksta vandens, yra apie 20 proc. Labai trūksta vandens, kai VEI yra daugiau kaip 40 proc.

pav. Vandens eksploatavimo indekso (VEI) – devintojo dešimtmečio pabaigos ir dešimtojo dešimtmečio pradžios duomenų (VEI-90 mėlyna spalva) lyginimas su paskutinių metų duomenimis 1998–2007 m. (VEI raudona spalva).

(pagal Europos aplinka | Būklė ir raidos perspektyvos 2010 m.)

Vis augantys gėlo vandens poreikiai, o kai kur ir prasidėjęs stygius, tamptai susietas su globaliu demografinių problemų didėjimu, kurios savo ruožtu siejamos su augančiu maisto produktų poreikiu, aridinė žemdirbyste, tarša ir įvairiomis ekonominėmis problemomis.

Europoje vandens ištekliai ir įvairių ekonomikos sektorių paklausa vandeniui pasiskirstę labai nevienodai. Net jeigu vandens išteklių atskirose šalyse yra gausu skirtingais laikotarpiais arba sezonais, kai kuriuose upių baseinuose, jo gali pritrūkti. Kitu atveju, dėl nereguliaraus kritulių kiekio ir jo geografinio persiskirstymo vandens gali būti per ir daug (staigios smarkios liūtys ir potvyniai).

Pagrindinės per didelės vandens gavybos priežastys – didėjanti drėkinimo ir turizmo industrijos plėtra (ypač Viduržemio regione).

Per daug vandens prarandama dėl vandens paskirstymo visuomenės reikmėms ir vandentiekio tinklų nepakankamumo, kada vandens pradeda trūkti dar nepasiekus visų vartotojų. Kai kuriose šalyse dėl vandentiekio nuostolių gali būti prarandama iki 40 proc. viso tiekiamo vandens, o kitose šalyse prarandama mažiau nei 10 proc.

Dėl ekonominių ir gamtinių veiksnių regionuose atsiranda didelių vandens naudojimo skirtumų. Pietų Europoje vandens naudojimas nesikeičia, o Vakarų Europoje – mažėja. Toks mažėjimas atsirado daugiausia yra dėl elgsenos pokyčių, tobulesnių, tausojančių šį išteklių technologinių patobulinimų, bei vandens nuostolių skirstymo sistemose prevencijos ir vandens kainų.

Vandens vartojimas labai sumažėjo ir Rytų Europoje: vidutinis vandens suvartojimas 1998–2007 m. tapo maždaug 40 proc. mažesnis nei buvęs 9-o dešimtmečio pradžioje. Tai įvyko daugiausia dėl griežtesnės naudojimo vandens apskaitos (vandens skaitiklių įvedimas), didelių vandens kainų ir dėl kai kurių vandeniu imlių pramonės įmonių uždarymo.

Anksčiau Europos vandens ūkio tvarkyba labiausiai buvo nukreipta didinti tiekimą gręžiant naujus šulinius, statant užtvankas ir rezervuarus, investuojant į vandens gėlinimo ir didelio masto vandens perdavimo infrastruktūrą.

Gilėjančios problemos dėl vandens trūkumo ir klimato anomalijų (sausros) aiškiai rodo, kad būtina plačiau taikoma tausojantis/taupanti vandens išteklius eksploatacija.

Galimas ir didesnis vandens vartojimo efektyvumas. Pvz., dar esama didelio, tačiau šiuo metu dar pakankamai nerealizuoto vandens apskaitos ir pakartotinio nuotekų naudojimo potencialo. Pakartotinis nuotekų naudojimas pasiteisino tarptautiniu mastu ypač tuose regionuose, kur jo trūksta. Dabartiniu metu Europoje nuotekos pakartotinai naudojamos daugiausia pietų Europoje. Jei kokybė yra kruopščiai kontroliuojama, nauda gali būti labai didelė, įskaitant didesnį vandens kiekį, mažesnę maistinių medžiagų praradimą, mažesnes pramonės įmonių gamybos sąnaudas.

Ne mažiau svarbu, kad žemės naudojimo būdai ir plėtros planavimas galėtų padėti spręsti vandens trūkumo problemą, lygiagrečiai ir darniai taupant gruntinį ir paviršinį vandenį. Intensyvus vandeningųjų sluoksnių eksploatavimas gali sukelti išsekimą, pvz., pernelyg didelis vandens išgavimas drėkinimui. Dėl to atsiradęs trumpalaikis darbo našumo padidėjimas ir žemės paskirties keitimas dar labiau padidins gruntinio vandens eksploatavimą ir gali tapti netvaraus socialinės ir ekonominės raidos ciklo pradžia, įskaitant skurdo, socialinės baimės, energijos ir maisto stokos riziką.

Iš dalies žemės naudojimas taip pat gali sukelti didelius hidromorfologinius pokyčius ir neigiamus ekologinius padarinius, pvz., daug svarbių Europos pelkių, miškų ir salpų buvo nusiausintos ir užtvėntos. Remiant urbanizaciją, žemės ūkį, energijos paklausą ir siekiant apsisaugoti nuo potvynių, buvo patvirtinti įstatymai ir iškasti kanalai. Vandens kiekio ir kokybės klausimai, vandens paklausa drėkinimui, vandens vartojimo konfliktai, aplinkos ir socialinės ekonomikos bei rizikos valdymo aspektai gali būti geriau integruoti į institucinę ir politinę sistemą.

Globalus gėlojo vandens išteklių ir pasaulio gyventojų tankio pasiskirstymas nesutampa. Pvz., Islandijoje egzistuoja milžiniškos gėlo vandens atsargos (sniegas, ledynai, jų tirpsmo ir

kritulių vandenys) ir nedidelis gyventojų skaičius. Ten vienam gyventojui tenka net 68 500 m³ vandens, o štai Jungtinių Arabų Emiratų gyventojai visom reikmėm (tiek gyvybinėm/buitinėm, tiek žemės ūkyje/pramonėje) faktiškai naudoja tik nugėlintą jūros vandenį, nes kitokių gėlojo vandens atsargų nėra.

Maždaug 40 proc. pasaulio gyventojų gyvena ten kur geriamo vandens ištekliai labai riboti arba jo beveik nėra. Nuo 2025 m gėlo vandens nepriteklių ir su tuo išskylančias ekologines problemas pajus jau $\frac{3}{4}$ pasaulio arba 5,5 mljrd. gyventojų. Aktualiausios šios problemos bus šiaurinės Afrikos, vakarų ir pietų Azijos šalyse.

Vandens nuotėkis iš ploto vieneto (km²) yra mažiausias Australijoje ir Afrikoje, o vienam Europoje ir Azijoje gyventojui – vidutinis daugiametis vandens nuotėkis yra maždaug pastovus dydis. Didėjant pasaulio gyventojų skaičiui, tenkantis vienam gyventojui nuotėkis mažėja apie 2 proc. Ypač greitai šis pasiskirstymas mažėja sparčiai didinančiomis gyventojų skaičių Afrikos žemyno valstybėse. Netolygiai pasiskirstęs kritulių kiekis, kiti jo ištekliai, konkrečios valstybės ekonominis/finansinis potencialas tampa vandens kiekio atskiram žmogui vartojimo normų lemiančiais veiksniais. Pvz., JAV gyventojas vidutiniškai 70 kartų suvartoja daugiau vandens nei Ganos pilietis.

Dėl netolygaus vandens nuotėkio bei gėlo vandens pasiskirstymo erdvėje ir laike realiai galima panaudoti tik apie 40 proc. esamų jo išteklių. Nors fiziologiškai būtinas 1,4–2 litrų vandens kiekis reikalingas visos Žemės žmonėms, tačiau kiti vidutiniai suvartojimo vienam gyventojui kiekiai labai skirtingi net, regis, panašiose pagal savo ekonominę išsivystymą šalyse; pasirodo, kad didesnė šio ištekliaus dalis tenka įvairiems kitiems gaminimas. Pavyzdžiui, jei vienam gyventojui buityje tenka 250 l/dienai, tai pramonėje pagaminti produkcijos tenkančios vienam gyventojui suvartojama iki 1500 l/d, o žemės ūkyje, ypač drėgno tropinio klimato šalyse, kad užauginti tam tikrą maistinių kultūrų kiekį vienam žmogui – reikia net kelių tūkstančių litrų...

Daugiausia, net 73 proc. panaudojamo žmogaus reikmėms gėlo vandens tenka žemės ūkio sektoriui. Įvairiuose pasaulio regionuose tie kiekiai skirtingi; daug priklausančios ir nuo auginamų maistinių augalų kultūrų, ypač daug jo prireikia aridinėse srityse. Paskaičiuota, kad net 3 mln. km² žemės ūkyje panaudojamų žemių yra laistomos ir jų plotai didėja kasmet po 8 proc. šiandien tai Indijai prilygstanti teritorija. Reikia pažymėti, kad atskirose mažiau ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse irigacinės sistemos yra labai netaupios - kur prarandama per 60 proc. ten patenkančio vandens (išgaruoja arba susigeria į gruntinius vandenis). Nuo 1960 m. irigacinių sistemų plotai atskirose šalyse padidėjo apie 60 proc. Deja, kai kuriose aridinio klimato regionuose susiduriama su laistomų dirvožemių druskėjimo problema; vanduo tirpina druskas, o garuodamas „iškelia ir palieka“ jas viršutiniuose dirvos sluoksniuose...

Vandens deficito irigacinėms sistemoms problemas atskiruose regionuose sprendžiama dvejopai – arba statomos vandens talpyklos patvenkint didžiules upes, arba naudojami požeminiai vandenys. Kai kur, išimtiniais atvejais, taikomos ekologinio taupymo programos pasinaudojant ekonominėmis priemonėmis, kaip antai neauginamos, o importuojamos iš kitų valstybių daug vandens reikalaujančių maistinių kultūrų (pvz. ryžiai, kai kurios daržovės) produkcija. Vis dėlto ateityje gėlo vandens problema taps viena iš aktualiausių.

Didelių vandens talpyklų statyba aridiniuose regionuose suprantama kaip būtinas dalykas, tačiau neigiamai veikiantis biosferos vienetų veiksnys, atnešantis kartais netikėčiausias nelaimės. Pavyzdžiui, Koinanagaro (Indija) miesto tragedija. Anksčiau manyta, kad Dekano plokštikalnė, kur randasi minėtas miestas, seisminiu požiūriu yra saugi teritorija. Užtvenkus Koinos upę, susiformuota milžiniška vandens patvanka ir užlietoje vandens teritorijoje, ženkliai padidėjus paviršiniam spaudimui, pakito geotektoninės viso rajono charakteristikos. To pasekmės - 1967 gruodžio 11 d. prasidėjęs stiprus žemės drebėjimas (8 balai pagal Richterio skalę), sugriovė 80 proc. visų Koinanagaro miesto pastatų. Seisminės bangos pasklido aplinkui ir požeminiai smūgiai pajuto visų aplinkinių teritorijų per 700 km spinduliu nutolusių miestų (Bombėjus, Gupta, Rastogujus ir kt.) gyventojai.

Vandens talpyklų statyba humidinio klimato regionuose paprastai sukelia daug rimtų, negrįžtamų ir katastrofinių ekologinių požiūriu pokyčių, kurie, savo ruožtu, sukelia dar kitus besiplečiančius (grandininės reakcijos principu) ekosistemų regresinius procesus. Tai įvardijama kaip pablogėjęs mikroklimatas tame regione, išaugusi vandens baseinų eutrofikacija, buvusių eksploatuojamų žemdirbystės sektoriuje derlingų žemių praradimas, regresyvios nešmenų akumuliacijos pradžia bei transgresyvi giluminė erozija tvenkiamų upių slėniuose.

Ypatingai daug nuostolių sukelia lygumose tekančių upių palaipsninis tvenkimas – kaskadavimas, gana greitai bloginantis bendrą vandens kokybę (bakteriologinis užterštumo pavojus, cheminių medžiagų akumuliacija, blogi BDs ir kt. rodikliai), to pasekmės – infekcinių ligų plitimas, naujų įvairių epidemijų grėsmė, dideli nuostoliai žemės ūkio, miškininkystės ir net anksčiau egzistavusių žuvininkystės bei žvejybos (žemiau patvankų) sektoriuose.

Tokių neapdairios žmonių veiklos pavyzdžių sutinkama beveik visuose pasaulio žemynuose; Kolorado (JAV), Nilo (Egiptas), Geltonoji upė (Kinija) dalis upių nuotėkio vandens prarandama dėl padidinto jo išgaravimo bei infiltracijos į gruntą patvankų rajonuose. Tiek Nilo tiek Geltonosios upės deltose sumažėjo organinių/biogeninių išnašų kiekiai į vandenyno litoralės rajonus – dėl ko pakito tų hidrosistemų bioprodukcijos mastai bei maisto/energijos ciklai. Nilo vidurupyje pastačius Asuano užtvanką. Anksčiau suplūstančių biogeninių ir kt. medžiagų kiekiai į upės pakrančių salpinuose slėniuose esančius laukus ir pačią deltą staigiai nutrūko. Kasmetinių potvynių atnešamų organinių/mineralinių medžiagų kiekių stygių „pajuto“ ne tik deltoje esančioms

šlapžemių ir pelkių, bet ir viso rytinio Viduržemio jūros pakraščio litoralės ekosistemos. Dėl ko sumažėję pirminės, antrinės produkcijos kiekiai. pakeitė kai kurių mitybinių grandžių hidrosistemose kiekybinius/kokybinius santykius, kas atsiliepė to regiono žmonių bendruomenių ūkinei veiklai; XX a. septinto dešimtmečio pabaigos, trečdaliu sumažėjo atskirų žuvų – sardinių (*Sardina pilchardus*) laimikiai (nuo 150 000 t. iki 554 t).

Kai kuriuose žemynuose atskiruose geografiniuose regionuose gėlo vandenų išteklių neracionalaus naudojimo pasekmės jau tapo skaudžia ekologine/ekonomine/socialine problema ne tik šiandien, bet keliems XXI a. dešimtmečiams. TSRS egzistavimo laikais Vidurinėje Azijoje pastačius kelias užtvankas ant vienos Vachšo upės buvo sustabdyta biogeninių medžiagų prietaka (patvankų rezervuarai tapo nešmenyse esančių medžiagų nusodintuvais) ne tik į Amu Darjos vidurupyje potvynio metu užliejamas upines terasos unikalias ekosistemas (periodiškai užliejami paupių (tugajų) miškai), stepėse ir pusdykumėse įrengtus laistomus upės vandeniu laukus, bet ir į patį Aralo ežerą. Taip nuo XX a. vidurio prasidėję grandioziniai didžiųjų Vidurinės Azijos upių hidrologinio tinklo destruktivūs pertvarkymai, jau paskutiniaisiais amžiaus dešimtmečiais sukėlė akivaizdžią kritinę ekologinę situaciją Centrinės Azijos Aralo ežero regione, neigiamai atsiliepianti ir šiandieninei tapusių nepriklausomomis Kazachijos, Uzbekijos, Turkmėnijos, Kirgizijos, Tadžikijos valstybėmis ūkinei/ekonominei plėtrai.

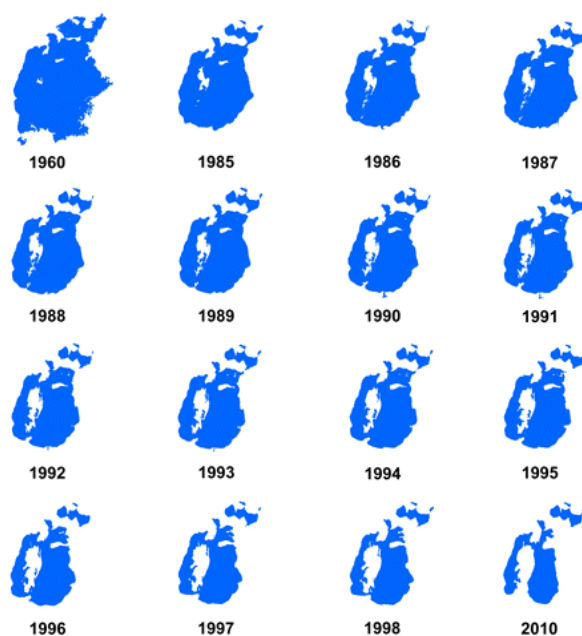
XX a. pradžioje Aralo ežeras – jūra buvo ketvirtas pagal dydį pasaulyje (po Kaspijos, Didžiųjų Š. Amerikos ežerų, Viktorijos) 1950 m. Aralo plotas siekė 66000 km², o vandens metinis balansas – 1.064 km³. Įtekančios Amu Darja ir Syr Darja upės atplukdydavo kasmet 56 km³ ir dar 5 km³ iškrisdavo įvairių kritulių pavidale. Iki 1960 m. Aralo plotas buvo jau 64 500 km² – beveik toks pat, kaip Lietuvos teritorija. Ežerą maitino upių vanduo (54,8 km³ per metus) ir krituliai (5,9 km³). Tačiau per metus iš nenuotakaus ežero išgaruodavo apie 60,7 km³. Tuo metu (prieš 50 metų) didžiausias ežero gylis siekė 68 m, paviršiaus altitudė – 52 m absoliutaus aukščio.

Nukreipiant ežro prietakos vandenį į drėkinanamuosius medvilnės laukus, ežeras buvo beatodairiškai sekinamas. Kažkada buvę gausūs vandenys virto bergždžia dykyne. Beveik visas vanduo į Aralo jūrą patenka iš Amudarjos ir Syrdarjos upių atiteka iš Pamyro aukštikalnių regiono kalnų ledynų. Per tūkstantmetį Amudarjos vaga nususko nuo jūros ir ši nuseko, tačiau kai vaga vėl grįžo atgal, ežeras atsikūrė.

XX a. šeštajame dešimtmetyje prasidėję Vidurinės Azijos sausringame regione irigacinių sistemų stepėse ir pusdykumėse totalinės statybos mastai kardinaliai sumažino dviejų pagrindinių ežero intakų (Amu Darjos ir Syr Darjos) debitus. Nuo 1965 m. TSRS Vidurinės Azijos respublikų respublikų regione (Aralo hidrografiniame baseine) jau buvo per 4,5 mln. hektarų laistomų medvilnės laukų. Dar po dvidešimties metų papildomai įrengta dar 2,6 mln. ha. ir jau 50 km³ vandens buvo nukreipta tų laukų laistymui. Dėl to ežeras ėmė dar sparčiau sekti ir sūrėti.



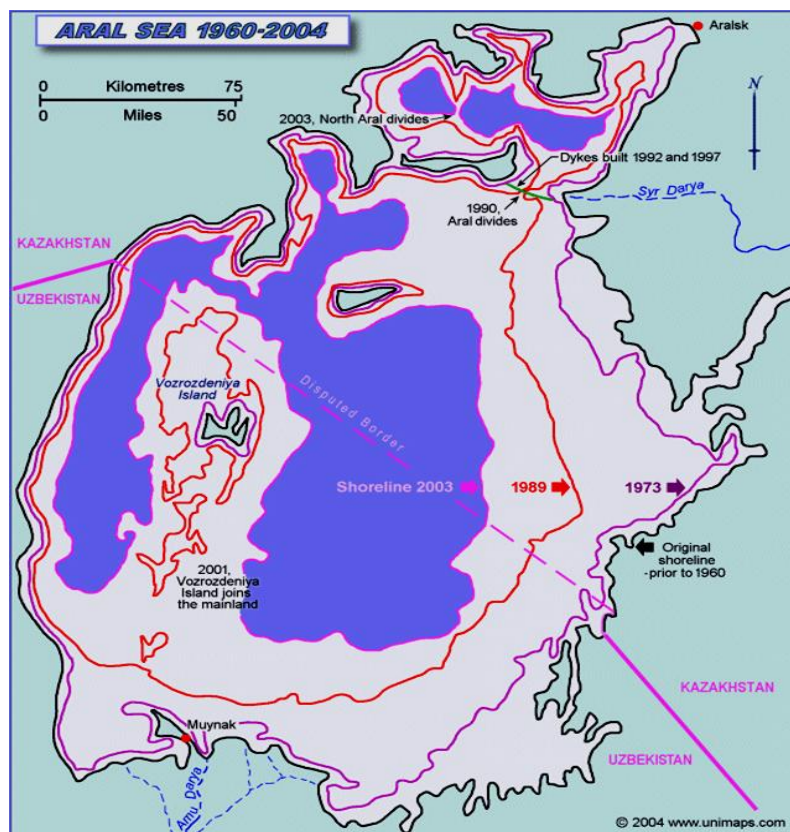
pav. Beišdžiūstančio ežero buvusi kranto linija vis tolsta nuo likusio vandens. Nuotraukoje ankstesnė kranto linija ties Muinaku (Uzbekistanas) jau nutolo per 100 km.



pav Aralo regiono bendras vaizdas; ežerą maitinantys intakai atitveriami ir teka irigacinių sistemų kanalais į laukus ir vietines mažesnes vandens talpyklas.

1990 metais Aralo vandens lygis, lyginant su 1960 m., smuktelėjo 14 m. Jei anksčiau Amu Darja per metus atplukdydavo į Aralą 8–16 km³, o Syr Darja 1,2–6,2 m³ vandens, tai 1989 m

Syr Darja atplukdė – 4,2 km³, o AmuDarja – vos 1,1 km³. 2000 metais Aralo vandenų lygis smuktelėjo daugiau nei 15 m. 2000 m Aralo vandens altitudė 20 m žemesnė negu prieš 40 metų, o ežero plotas sumažėjo du kartus.



pav. Topografinis Aralo ežero kontūrų keitimasis nuo 1960 iki 2004 metų

Štai kaip apie Aralo raidą rašė lietuvis mokslininkas habil. dr., dirbantis Tadžikijos MA Geologijos institute Vytautas Lelešius: "Aralo ežeras – Tečio vandenyno, kuris susiformavo paleozojaus pabaigoje, reliktas. Mezozojuje Tečio vandenynas užėmė pietinę Eurazijos dalį, Artimuosius Rytus, Centrinę Ameriką ir daugelį kitų rajonų. Šiaurinį jo krantą sudarė Laurazijos kontinentas, pietinį – dar didesnis Gondvanos kontinentas. Kainozojaus eroje Tečio vandenyne prasidėjo intensyvūs kalnodaros procesai – formavosi Alpių, Krymo, Kaukazo, Pamyro, Himalajų ir kiti kalnai, o pats Tetis pradėjo regresuoti, ir ši regresija tęsiasi iki šiol. Dabartiniu metu Tečio vandenyno vietoje yra likę Viduržemio jūra, Juodoji jūra, Persijos įlanka, Kaspijos jūra, Aralo ežeras ir kiti uždari ar pusiau uždari vandens baseinai. Netolimoje geologinėje praeityje Aralo ežeras ir Kaspijos jūra sudarė ištisą vandens baseiną. Neogeno pabaigoje (maždaug prieš 2 mln.

metų) ji perskyrė sausuma, o taip susidaręs Aralo ežeras regresavo toliau. Tačiau ši natūrali geologiniame laike regresija, palyginus su žmogaus amžiumi, vyko labai lėtai ir praktiškai buvo nepastebima.” Teigiama, kad pastebimi ežero recesijos (atsitraukimo) procesai vyksta jau 1300 metų.

Anksčiau kai Aralo ežerą dėl savo dydžio vadindavo jūra, jo plotas siekė 33500 km². Milžiniškame negilame įdubime tyvuliavo 310 km³ vandens, kurio bendras druskingumas siekė 3‰. Dabar tai kasmet mažėjantis, beišdžiūstantis vandens telkinys, siekiantis vos 4–5 tūkstančius km², kurio druskingumas padidėjo dešimteriopai (1987 m ežero vandens lygis nukrito 12,9 m, bendras plotas sumažėjo 40 proc. o vandens druskingumas siekė 27‰). Nuo 1975 m pradėjusio nykti Aralo priežastys daugumos tyrinėtojų teigimu yra labai suintensyvinata irigacijos sistemų plėtra, paimanti vis didesnius kiekius upių vandens – kasmet tai pačiai teritorijai reikia vis daugiau ir daugiau vandens. Net 40 proc. vandens (6–7 km³) išgaruoja, pusė tiek (3–4 km³) – atitekėdama susigeria į gruntą ir taip per metus prarandama. apie 30 km³.

XX a paskutiniaisiais dešimtmečiais TSRS Vidurinėje Azijoje iriguojami žemdirbystės plėtos plotai peraugo nei Aralo hidrografinio baseino ribas, bet kiti hidrografiniai uždaresni baseinai dėl to nesumažėjo. Šalimais esančios Kaspijos jūros vandens lygis nuo 1978 m pradėjo kilti, nors įtekančių į ją upių pritekėjimas sumažėjo net 13 proc. Vandens kilimas Kaspijoje registruojamas ir šiandien.

1953 m pradėtas kasti Karakumų kanalas ir intensyviausiai buvo kasamas iki 1975 m. Staigus vandens lygio Arale kritimas prasidėjo tik po to, kai Karakumu kanalu vandens nuotėkis iš Aralo baseino buvo nukreiptas į Kaspijos baseiną. Tuo pat metu kai Arale vandens lygis pastoviai krito, pradėjo kompensuotai didėti vandens kiekis Kaspijos jūroje. Aralo baseinas yra aukščiau už Kaspijos jūros baseiną: iki 1960 m. Aralo ežero altitudė buvo + 52 m abs. a., o Kaspijos jūros tik – 28,5 m abs. a. Taigi skirtumas tarp vandens lygių Kaspijoje ir Arale 80,5 m. Todėl natūralu, kad, iškasus Karakumų kanalą, kuris prasideda beveik Amu Darjos vidurupyje (+ 250 m abs. a.), o baigiasi ties Ašchabadu, vanduo Kaspijos link teka daug srauniau negu Aralo link. Anksčiau, kaip žinia, Amu Darjos vanduo tekėdavo tik į Aralą. Šiandien didžiausios Vidurinės Azijos upės žemupyje liko plati ir sausa buvusios upės vaga.

Po 1978 metų daugiau nei 100 metų regresavusi Kaspijos jūra “atsigavo” – jos vandens lygis pradėjo kilti. Kai Arale jis nukrito 20 m, Kaspijoje pakilo 2,5 m. Teigiama, kad norint įrodyti, kad Kaspija pasisavino Aralo vandenį, būtini balansiniai tyrimai. Tačiau, kaip teigia habil. dr. V. Lelešius, galimas ir eksperimentinis įvertinimas. Pavyzdžiui, vandens, kurio per 40 metų neteko Aralo ežeras, kiekis (Q_A) maždaug lygus jo buvusio ploto (64 500 km²) ir dabartinio ploto (apie 30 000 km²) vidurkiui, padaugintam iš jo vandens lygio pažemėjimo (0,02 km):

$$Q_A = 645\,500 + 30\,000 : 2 \cdot 0,02 = 945\text{ km}^3$$

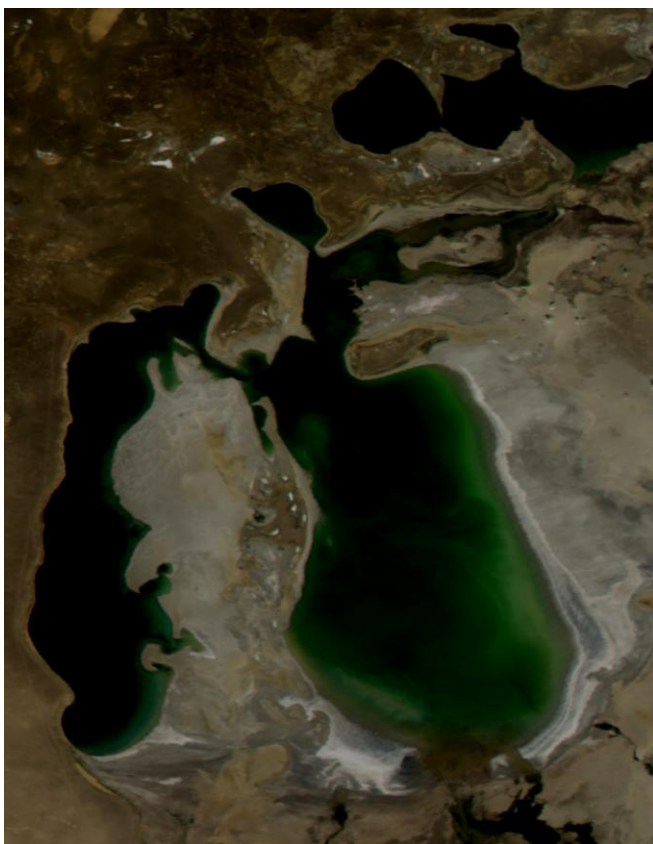
Vandens, kuris per pastaruosius 40 metų papildė Kaspijos jūrą, kiekis Q_K maždaug lygus jos plotui (371 000 km²), padaugintam iš jos vandens lygio papukštėjimo (0,0025 km):

$$Q_K = 371\,000 \cdot 0,0025 = 927\text{ km}^3$$

Šių apskaičiavimų rezultatai, nežiūrint į jų sąlygiškumą, pakankamai akivaizdūs. Skirtumas tarp vandens, kurio neteko Aralas ir kuris per tą patį laikotarpį papildė Kaspijos jūrą, kiekių yra labai mažas. Suprantama, kad šio vandens resursų pasiskirstymas yra sudėtingas. Tikriausiai, vanduo

iš Aralo į Kaspijos baseiną teka ne tik Karakumų kanalu, bet ir nematoma požeminiais vandeningųjų horizontų keliais.

Jau praeito amžiaus 9 dešimtmečio pabaigoje ežeras taip nuseko, kad susidarė du atskiri telkiniai: Mažasis Aralas šiaurėje ir Didysis Aralas pietuose. Iki 2007 m. pietinė dalis dar pasidalino gilų vakarinį, seklų rytinį baseinus ir dar mažą atskirtą įlanką. Didžiojo Aralo vandens tūris sumažėjo nuo 708 iki 75 km³, o druskingumas išaugo (nuo 14 iki daugiau kaip 100 g/l.) Nauji politiniai ir socialiniai įvykiai (1991 m TSRS subyrėjimas - padalijo ežerą tarp naujai susikūrusių Kazachijos bei Uzbekijos valstybių, tuo pačiu nutraukdami pradėtus grandiozinius darbus - papildyti ežerą vandeniu iš Sibiro upių aukštupių ir taip stabilizuoti/išsaugoti senkančius jo kiekius.



pav. Pastoviai senkančio ir mažėjančio Aralo ežero vaizdas 2003 m (NASSA nuotr.)

Upių nuotėkio perskirstymas (vandens nukreipimas į irigacinių sistemų tinklus milžiniškose teritorijose), hidrografinio tinklo fiziniai pokyčiai (naujos vandens saugyklos, nauji magistraliniai didelio debito kanalai ir kt.), prietakos/išgaravimo santykio kaita baseino nenaudai (išgaruoja daugiau), filtracijos į gruntą didėjimas, bendro gruntinių vandenų horizonto lygio žemėjimas, fiziniai–cheminiai upių ir pačio ežero vandens pokyčiai (didėjantys nešmenų, druskų, įvairių pesticidų kiekiai) nulėmė daugelio ekosistemų visame hidrografiniame ir pačiame ežere likimą. Jau 1989 Aralo vandenų mineralizacija pasiekė 33g/l.

Dabartiniu metu iš ežere gyvenusių 24 rūšių žuvų (12 iš jų labai gausios/verslinės reikšmės –1957 m sudarė 48 000 t) išnyko 20. Pastatytos Aralske ir Muynake vietinių žuvų laimikius perdirbančios konservų gamyklos iš pradžių perdirbinėjo atvežamą pasaulio vandenynuose (Atlanto, Ramiajame ir kt.) žuvų laimikius, tačiau labai greitai tapo nerentabiliomis ir bankrutavo.

Anksčiau didelis Aralo vandens plotas įtakoją palankesnę mikroklimatinę (vidutinė oro temperatūra/drėgmė) režimą 50–80 km spinduliu apie ežerą. Kiek mažesnis poveikis buvo juntamas ir už 200–300 km. Šiandien šis poveikis susilpnėjo, klimatas tapo labiau žemyninis (kontrastingesnis). Dėl ko maždaug 10 dienų sutrumpėjo kai kurių žemės ūkio kultūrų (ryžių, medvilnės) aktyvios vegetacijos periodas, o bendras žemdirbystės produkcijos kiekis iš ankstesnių plotų sumažėjo ketvirtadaliu.

Nukritęs Aralo ežero vandens lygis pažemino ir aplinkinių teritorijų gruntinių, požeminių vandenų horizontų išsidėtyką; kai kuriuose arteziniuose gręžiniuose neliko vandens. 1990 m požeminių vandenų lygis nukrito (pagilėjo) 7–12 m. Tokie pokyčiai užregistruoti 80–170 km aplinkinėje zonoje.

Beveik išnykus dviejų pagrindinių upių prietakai (vandens lygis nukrito 3–8 m) sunyko natūralios jų deltose egzistavusios ekosistemos. Anksčiau ten gyvavusios unikalios ekosistemos – tugajai – upės deltoje retsykliais užliejami ir maitinami tankūs nendrių, krūmų ir neaukštų medžių miškai – užėmė 13000 km², 1980 m jau buvo sumažėję daugiau nei per pusę. Tai buvo pagrindinis aborigeninės biologinės įvairovės rūšių prieglobstis – nepaprastai vertingos teritorijos biologinės/genetinės įvairovės rezervo požėriui. Iš 319 to regiono paukščių rūšių ten gyveno – 168, iš 70 žinduolių – net 30 rūšių. Deja, konstatuota, kad iš 173 platesniame Aralo regione žinomų žinduolių rūšių 38 išnyko. Konstatuotas naujai introdukuotų rūšių staigus paplitimas; sumedžiojamų per metus ondatrų skaičius šoktelėjo nuo 2500 iki 650000 (1960 m).

Į ežerą suplaukė iš iriguojamų medvilnės laukų ne tik padidinto sūrumo, bet užteršti įvairias sunkiai yrančiais pesticidais vandenys. Nusekusio ežero dugne atsirado nauji pliki druskožemių plotai. Be papildomo į aplinkines teritorijas druskų vėjų išpusto čia suplukdytus gana nemažus pavojingų pesticidų kiekius. Per 25 metus padidėjo defliacijos mastai ir jos įtaka plinkiniams regionams. Iš buvusio dugno pakeliama ne 15, bet 75 tūkstančiai tonų dulkių ir išvaistoma po viso geografinio regiono teritoriją. Į kiekvieną hektarą per metus vidutiniškai kartu su smėlio dulkėmis bei krituliais iškrenta per 540 kg įvairių druskų, kurios dar labiau pablogina agrocenozų dirvožemių kokybę bei produktyvumą. Neįtikėtina dideli kiekiai mineralinių trąšų ir pesticidų suplukdomi į Aralą iš iriguojamų sistemų plotų. Viename vandens litre, kuris atplukdomas upių į ežerą vidutiniškai esti: fosfatų – apie 6 g, nitritų – 2 mg, nitratų – 6 mg, azoto – 2 mg. Labai dideli kiekiai chlororganinių pesticidų (dar XX a pabaigoje naudoto DDT ir kt) dar vis tebeplukdoma į ežerą, kur nusėda ir kaupiasi dugno nuosėdose, gyvuose organizmuose.

1983 m. dėl sumažėjusios produkcijos žemės ūkio, nuostolių žuvininkystės/žvejybos/medžioklės, upių transporto, rekreacijos/turizmo sektoriuose, dėl pablogėjusių žmonių sveikatos ir gyvenimo sąlygų visos Aralo regiono valstybės patyrė milijardinius ekonominius nuostolius.



pav. Buvę dar prieš 30 metų vandenyje žvegybiniai laivai šiandien rūdija senkančio Aralo ežero pakrantėse buvusių žvejybos uostų teritorijose.

XX a pabaigoje Aralo problemomis susirūpino jau ir pasaulio bendrija, tarptautinis bankas, tarptautinė sveikatos apsaugos organizacija ir kt. Pradėti ruošti tarptautiniai projektai, kaupiamos lėšos šiai regioninei problemai spręsti. Deja, kol kas tie projektai yra nebaigti.

Aralo regionas dėl tokios antropogeninės veiklos pamažu virsta dykumine zona. Aktyvi neribojama ekonominio aktyvumo banga sukėlusi ekologinius – hidrologinius pasiketimus, iškėlė ir ekonominius – socialinius pokyčius bei problemas žmonių visuomenėje.

Visu pirma susiklostė nepalanki gyvenamoji aplinka vietos gyventojams. Atsirado ir tapo viena iš aktualiausių švaraus geriamojo vandens problema. Padaugėjo infekcinių ir ūmių vidaus ligų susirgimų skaičius (salmoneliozės, dizenterijos, netgi choleros, vidurių šiltinės, hepatito, įvairių tulžies akmenligės, skrandžio ir dar daugelis kitų ligų). Paskutiniaisiais XX a. dešimtmečiais padidėjo kūdikių mirtingumas (50 iš 1000 – net 5 proc.).

Viename iš giliausių pasaulyje Baikalo ežere yra per 23000 km³ gėlo vandens. Tai maždaug 85 proc. dabartinės Rusijos gėlo vandens (be ledynų) atsargų. Tai maždaug tiek kiek yra visuose ¼. Amerikos Didžiuosiuose ežeruose. Net 336 intakai maitina ežerą - milžiną, kuriame gyvena apie 1800 rūšių augalų ir gyvūnų rūšių (iš jų net 96 endeminės).

Deja, dėl aktyvios, neapgalvotos ekonominės veiklos prasidėjus ežero teršimas buitinais ir pramoniniais nutekamaisiais vandenimis (vien vienas celiuliozės ir popieriaus kombinatas išleidžia į ežerą per parą virš 300000 m³ nuotekų) pradėjo vis labiau įtakoti visas ežero ekosistemas. Praeis dar nemažai metų kol bus priimti ir, gal būt, įgyvendinti reikalingi sprendimai pakeisiantys susidariusią būklę.

Aptariant platesniu- globaliu kontekstu tolesnes perspektyvas yra galimi ir Aralo visai kitokie ežero raidos XXI a atvejai . Jeigu dėl konstatuojamos dabartiniu laikotarpiu klimato kaitos prasidėtų intensyvus viso pasaulio ledynų tirpimas – pasaulio vandenynų lygis pakiltų ir čia jau rastusi labai daug ekologinių problemų žmonių apgyvendintose teritorijose vandenynų pakrantėse, atskirose salose. Yra paskelbti hipotetiniai tokių pavojingų pasaulio vietų, regionų žemėlapiai, skaičiuojami galimų nuostolių dydžiai ir kt.

Paskaičiuota, kad ištirpus Grenlandijos, Arkties, Antarktidos ledynams vandenynų ir jūrų lygis pakils per m. Tokiu atveju regiono vaizdas, kur yra Aralasis esmės pasikeistų.



pav. Galimas scenarijus kaip atrodys Juodosios jūros, Kaspijos ir Aralo ežerų regionas ištirpus pasaulio ledynams (pagal National Geographic Lietuva, 2013)

Gamtiniai arba atsinaujinantys gruntinio vandens ištekliai įvairiose pasaulio valstybėse yra labai nevienodi, pasiskirstę netolygiai ir neproporcingai esamam gyventojų skaičiui, nevienodos kokybės. Kiekybinę jų išraišką kiekvienoje atskiroje geografinėje zonoje yra dinaminė charakteristika, kuri parodo, kiek atmosferinių kritulių kasmet vidutiniškai pasiekia gruntinį vandeningą sluoksnį ir per jį patenka į upes, ežerus, jūras ir vandenynus. Pvz., Lietuvoje gruntinio vandens ištekliai per metus siekia 138 m^3 , arba $4,4 \text{ km}^3$. Tarus, kad vidutinis daugiamečių atmosferinių kritulių kiekis siekia 44 km^3 , gruntinio vandens ištekliais papildyti vidutiniškai tenka apie 10 proc. šio kiekio.

Atmosferinių kritulių kiekis yra vienas iš labiausiai kaičių meteorologinių rodiklių, kuris iš dalies lemia gruntinio vandens infiltracinės mitybos dydį. Be jo, didelę įtaką turi ir kiti rodikliai: oro temperatūra, santykinės drėgmė ir kt. Atmosferinių kritulių dalis, tenkanti gruntinio vandens ištekliais atsinaujinti, kinta pakankamai plačiai ir priklauso nuo konkrečių tų metų meteorologinių sąlygų. Kompleksinis tų sąlygų rodiklis gali būti žemės paviršiaus drėgmės balansas.

Kokybinė gruntinio vandens mitybos išraiška yra vandens lygis. Kuo aukščiau vidutinis metinis lygis, tuo didesnė atmosferinių kritulių infiltracija ir atvirkščiai. Tačiau konkretus infiltracinės mitybos dydis priklauso ne tiek nuo atmosferinių kritulių kiekio, kiek nuo aeracijos zonos litologijos, storio ir vietovės geomorfologinių ypatumų, kurie sudaro specifines sąlygas krituliams filtruoti gilyn.

Dėl visų minėtų ir dar kitų specifinių atskiriems regionams priežasčių sąveikos tiek tam tikrais metais, dešimtmečiais, tiek ir skirtinguose pasaulio regionuose labai skiriasi. Atitinkamai kinta ir gruntinių vandenų atsargų kaupimasis ir pasiskirstymas atskirose pasaulio vietose.

Nuolat eksploatuojant lokalius gėlo vandens gręžinius atskirose šalyse atsiranda įvairių lokalių ar net regioninių ekologinių problemų. Kintant gėlo požeminio vandens eksploatacijos tempams, gręžinių pasiskirstymui, kinta hidrodinaminė visų vandeningų sluoksnių situacija. Tai reiškia, kad kinta požeminio vandens išteklių formavimosi šaltinių santykiai, dėl ko tikėtini vienokie ar kitokie išgaunamo vandens cheminės sudėties arba vandens kokybės pokyčiai. Pavyzdžiui, gali būti sutrikdyta geocheminė pusiausvyra, iš kitur pasiurbiamas mineralinis vanduo ar galima abiejų atvejų kombinacija. Pirmu atveju gali keistis hidrokarbonatų koncentracijos, amonio, geležies ir kt. kiekiai. Antru atveju gali labai pablogėti požeminio vandens kokybės rodikliai. Gerokai didesnius požeminio vandens kokybės pokyčius sukelia įnešamos nuo žemės paviršiaus į vandeninguosius kompleksus įvairios neoksiduotos organinės medžiagos, nitratai. Tuose kompleksuose minėtų

organinių medžiagų oksidacijai pirmiausiai sunaudojamos ištirpusio vandenyje deguonies atsargos, o vėliau deguonis atimamas iš nitratų ir net sulfatų, Dėl to didėja išgaunamo vandens šarmingumas, o bedeguonėje aplinkoje kaupiasi amonis ir geležis. Organinės medžiagos suskyla iki dvideginio ir vandens. Angliarūkštė tirpina karbonatines uolienas, didindama vandens šarmingumą (hidrokarbonatų koncentraciją) ir karbonatinį kietumą. Deguonis sunaudojamas medžiagos oksidacijai, nitratai virsta į nitritą, amonį ir dujinį azotą, o neturtingoje deguonies aplinkoje ima kauptis geležis.

Daugelyje pasaulio antropogenizuotų regionų požeminio vandens kokybės monitoringo vandenvietės duomenų analizė rodo, kad beveik visose vandenvietėse geriamo vandens kokybė toliau prastėja. Taip yra todėl, kad požeminio vandens kokybės pokyčiai yra labai lėti, inertiški priklausantys nuo ekologinių sąlygų žemės paviršiuje. O čia įvairiose pasaulio rajonų antropogeninėse urbanizuotose zonose įvairaus masto aplinkos teršimai jau tapo įprastu reiškiniu. Teršiančios medžiagos nuo žemės paviršiaus į eksplotuojamus vandens horizontus keliauja dešimtmečiais, o patekusios į juos labai lėtai degraduoja.

Šiandien gruntinių ir požeminių vandenų resursų stygių jau pajuto tokios didelės valstybės kaip Indija, Kinija, JAV. Dėl vandenų panaudojimo pastoviai vyksta konfliktai tarp valstybių, esančių šalia didžiųjų pasaulio upių tokių kaip Nilas, Ganges, Jordanas, Bramaputra. Tai dar vienas vandens deficito įrodymas.

Iš senovės istorijos žinome, kad ilgainiui daugelis žmonių genčių nebegalint išsimaitinti iš medžioklės, žvejybos ir rankiojimo atsirado gyvulininkystė, žemdirbystė. Naujos, pažangesnės ūkininkavimo formos išugdė ir naują socialinę organizaciją – atsirado teritorinės bendruomenės. Vėliau formavosi klasės, nedideli valstybiniai junginiai, miestai, valstybės.

Iš pasaulio didžiųjų civilizacijų raidos istoriškai atsekama priklausomybė tarp senovės galingų valstybių atsiradimo plėtros ir derlingų žemių, kuriose buvo įmanoma plėtoti žemdirbystę – užsitikrinant pastovų maisto produktų šaltinį, topografijos. Nuo seno vieni iš derlingiausių dirvožemių buvo ir yra aliuviniai arba sanašiniai, esantys upių pakrančių žemutinėse terasose ar deltose. Dažniausiai tai buvo užpelkėjusios ar nuolat apsemiamos potvynių upių terasės ar deltų lygumos. Norint šiose žemėse arti ir sėti pradžioje reikėjo sureguliuoti vandens režimą.

Verčiantis žemdirbyste maitinimosi šaltiniai buvo stabilesni, toliau, daugėjant gyventojų, prireikė papildomų dirbamos žemės plotų. Pradėta kasti drėkinamuosius kanalus ir pilti pylimus nuo potvynių apsisaugoti.

Pirmųjų didžiulių melioravimo darbų pradžia prasidėjo dar 2000 m. pr. m. e. Senojo Egipto Vidurinės Karalystės epochoje. XII dinastijos įkūrėjo Amenemcheto I –ojo valdymo laikais. Tuomet rezidencija iš Tebų dvaro buvo perkelta į Fajumą – Itaujos ("Užėmusi abi žemes") tvirtovę (dabartinis Lištas). Čia, užpelkėjusioje Fajumo oazėje, pradėti pirmieji žinomi istorijoje sausinimo

darbai. Čia buvo sukurta gana sudėtinga užtvankų, kanalų ir šliuzų sistema kuri tarnavo ir naujai dirbamų žemių irigavimui. Jų dėka išaugo naujas Kachuno miestas. Šiuo laikotarpiu jau pradėtas labai plačiai žinomas iš anksčiau vartoti jaučių traukiamas plūgas su variniu ar žalvariniu (bronziniu) noragu, buvo tobulinamos naminių gyvulių veislės.

Gėlavandenės ekosistemos yra greičiausiai degraduojančios šiandieniniame pasaulyje; paskutiniaisiais duomenimis jau daugiau kaip penktadalis jų yra sunaikinta. Manoma, kad drauge išnyko per 10000 ten egzistavusios biologinės įvairovės rūšių.

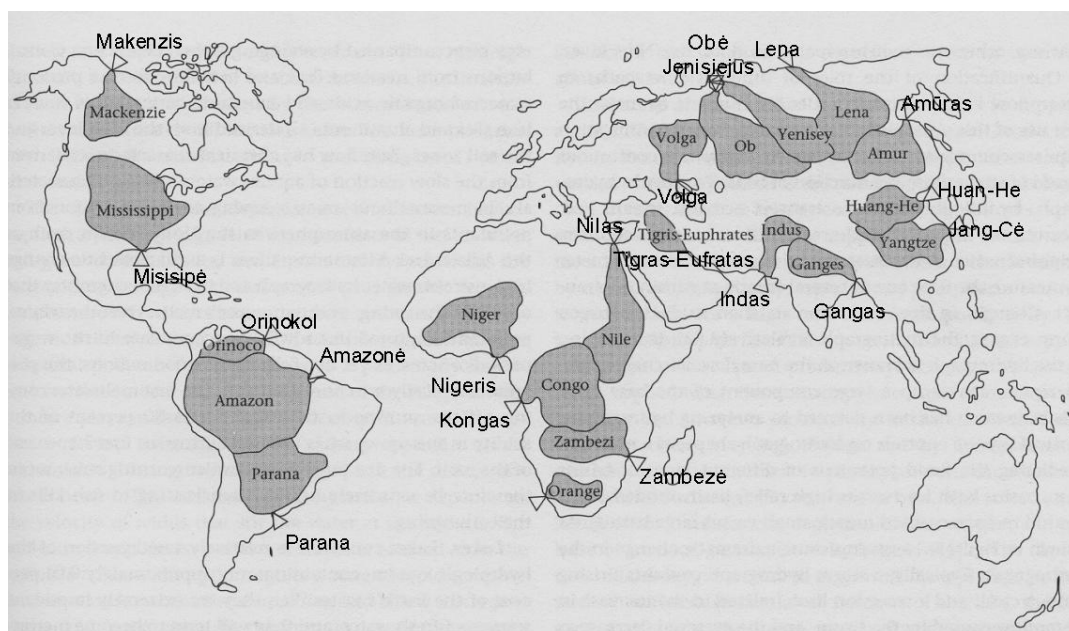
Kita ekologinė problema susieta su intensyviu laistomų žemių druskėjimu. Vanduo ištirpina podirvyje esančias druskas ir perneša į paviršinius dirvos sluoksnius. Vandeni susiurbia augalai, kita jo dalis išgaruoja, o druskos lieka dirvoje. Dirvožemių druskėjimo greitis yra didesnis už druskų išplovimą iš dirvų. Taip per metus visiškai prarandama per 1 mln ha (atinka dabartinę Libano teritoriją) anksčiau derlingų žemių. Vien tik JAV teritorijose dėl šių priežasčių derliai sumažėjo penktadalyje esančių laistomų žemių, nors daugelyje iš jų ir įrengtos gana progresyvios irigacinės sistemos.

Neabejotinai antropogeninė veikla upių baseinuose dažnai sukelia neigiamas pasekmes, kurių apimtį suvokiame ne iš karto. Dar 1959 m. A. Kaje ir L. Trikara pasiūlė skirstyti sausumos biosferą į tokius tipus: santykinai nedrėkinamus (vanduo “užrakintas” ledynuose), retai (dykumos) ir gausiai (visi kiti rajonai, kur per metus iškrenta gausesni krituliai) drėkinamus rajonus. Toks skirstymas toliau padeda geriau suprasti apie vykstančių panašiomis sąlygomis geomorfologinių (egzodinaminių) procesų skirtumą šiose sistemose. Šios teritorijos tarpusavyje skiriasi egzodinaminiu ir gyvosios (organinės) medžiagos transformacijos laipsniu:

- parabiosferinėse glacionalinėse arba paprasčiau – ledynų srityse šis poveikis praktiškai yra eliminuotas (šiuo geologiniame laikotarpyje nevyksta).
- dykumų tipe (biomuose) – jis gana silpnai išreikštas,
- gausiai drėkinamuosiuose rajonuose šis poveikis bene ryškiausias.

Tarp pagrindinių sausumos geomorfologinių, regioninių/biogeografinių tipų randasi tarpinės pereinamosios zonos. Pavyzdžiui, tarp upių baseinų hidrografinio tinklo ir dykuminio/eolinio landšafto yra tarpinė marginalinė zona. Čia aktyviai sąveikauja skirtingų sistemų mechanizmai; iš vienos pusės vykstantys biogeocheminiai, defliukciniai ir fliuvialiniai procesai formuoja upių hidrografinio tinklo teritorijas, o iš kitos pusės – primityvūs dezintegraciniai: druskų dirvožemyje vertikalios migracijos, defliaciniai/akumuliaciniai iš buvusios marginalinės zonos dažniausiai formuoja jau dykumines/eolines sistemas.

Stambiujų Žemėje upių sistemos pasižymi gana ilgu geologiniu amžiumi. Dar nuo Karbono (360 mln m.) laikų didžiųjų upių pagrindiniai hidrografiniai tinklai priminė dabartinius. Kai kurios srūva senomis Paleozojaus ar Mezozojaus laikų nuotėkio sistemomis.



pav. Pagrindinių pasaulio upių hidrologinių baseinų topografija

Toks dėsningsumas aiškinamas vandens srautų sugebėjimu rasti litosferoje tektoninių pokyčių (sprūdžių, pasvirimų) vietas ir tinkamai jomis pasinaudoti. Upės vandens baseinas tai ne tik nuolaidi į vieną pusę geomorfologinė formacija ir didelis kiekis skystame būvyje vandens. Negalima pamiršti, kad šis nuotėkis didžia dalimi reguliuojamas įvairių kitų ekosistemų (augalija/dirvožemis/aktyvios vandens apytakos zonos). Kada fitocenozė reguliuojančios funkcijos slopinamos, padidėja paviršinis nuotėkis iš visos upės baseino teritorijos, prasideda intensyvi dirvožemio, sukauptų nuosėdų erozija ir pernešimas (nuoplova). Nuplaunamas dirvožemio aliuvinis sluoksnis, kuris yra besikaupiančios drėgmės rezervuaras, vienas iš viršutinių filtracinių sluoksnių bei gruntinių vandenų maitinimo šaltinių. Didėjant paviršinei nuoplovai, prasideda požeminių vandens horizontų persiskirstymas, kaip taisyklė mažėjimo linkme.

Prasidėjusios nuoplovos, nuoslydos, samplovos į upių vagas suneša didelius kiekius nuotrupų dėl ko slėniuose prasideda upių vagos agraadacijos (užpildymo nešmenimis) procesai. Paprastai agraadacijos reiškiniai stebimi upelių bei mažų upių slėniuose. Žvelgiant į istorinę praeitį intensyviausiai agraadacijos reiškiniai pasireiškė poledynmečio laikotarpyje, kada augalinė danga,

kaip ir paleodirvožemiai prie stambiųjų upių (pvz. Misisipės, Volgos, Jenisiejaus) buvo ledynų sunaikinti. Ir šiandien tai charakteringa kai kurioms stambioms upėms, pasižyminčioms staigiu išilginiu nuolydžiu. Čia agrađacijos reiškiniai susiję su kietų nešmenų srautų galingumu. Upės, kurių nešmenų srautas nepaprastai didelis (Bramaputra, Huan Hė, Indigirka, Kolorado) suklosto didžiulius nešmenų kldus savo vagų slėniuose. Šių upių srautų galingumas, milžiniškų nešmenų kiekių transportavimo geba, tiesiogiai priklauso nuo vandens prietakos iš viso hidrografinio tinklo. Jo tinkamą (rezistentiškumą) būklę, savo ruožtu, įtakoja gera dirvožemio ir augalinių bendrijų būklė ne tik aukštupyje ar žemupyje, bet visoje baseino teritorijoje. Būtent ši gyvoji sistema sulaiko mechaninius denudacijos procesus, apsaugo upių vagas nuo nešmenų pertekliaus. Tai ir viena iš būtinų sąlygų, nuo kurios priklauso pastovioji giluminė uolienų erozija, kaip tiesioginė prielaida tolesniam dirvožemio formavimuisi.

Mažų upių degradacija ar jų pastovus seklėjimas šiandien įprastas reiškinys visuose žemynuose.

Amerikiečių geomorfologai gana detalai išagrinėjo mažų upių slėnių, įtakojamų antropogeninės veiklos, pokyčių ypatybes. Nustatyta, kad iš 52 proc. eroduotų sąnašų (tai vidutiniškai 15 cm viršutinio dirvožemio sluoksnio) 14 proc. nusėda upių vagos dugne ir jų pakrantėse, o 34 proc. suplukdoma į prtakius ežerus, vandens talpyklas ar kitas didesnius upes. Jei tokie eroziniai procesai mažų upių baseinuose taps nebevaldomi – neišvengiamai didės lokalių ekologinių katastrofų, kurios įtakoja ir žymius landšaftų degradacijos procesus didžiulėse teritorijose rizikos laipsnis. Tai ir dirvožemio derlingojo sluoksnio nuplovimas, paviršinio nuotėkio užteršimas pramonės atliekomis ir jų sklaida, požeminių vandenų palaipsninė tarša ir tinkamų naudoti atsargų imažėjimas, upių aukštupių hidrografinio tinklo neigiamos geomorfologinės transformacijos (vagų užnešimas naujais nešmenimis, papildoma tarša mineralinėmis/organinėmis medžiagomis, atliekomis bei naujais cheminiais junginiais ir kt.) dėl ko suintensyvėtų jau kiti procesai (ekositemų/biologinės įvairovės degradacija, kaita ir kt.).

Didžiųjų upių slėniuose ir ypač deltose labai pavojingi reiškiniai urbanizuotoms teritorijoms tampa potvyniai. Jų priežastimi vis dažniau tampa intensyvi, neapgalvota antropogeninė veikla visos upės baseine.

Pavyzdžiui, milžiniški Huan Hė upės potvyniai. 1887 m. Chuan Chė upės potvynio metu žuvo apie 1 mln. ir dar apie 7 mln. žmonių nukentėjo. Per pastaruosius 7000 metų ten užregistruota per 1600 šios upės potvynių, atnešusių nepamatuotai daug žmonių aukų ir materialinių nuostolių Dižiojoje Kinijos lygumoje.

Huan Hė teka per lengvai ardomą nuosėdinių uolienų plokštikalnę. Taigi ir prieš intensyviają žemdirbystę upė transportavo milžiniškus nešmenų kiekius. Prasidėjus plokštikalnėje

intensyviai gyvulininkystei ir žemdirbystei, dešimteriopai pagreitėjo nuoplovos bei eozijos procesai ir taip be galo purių nuosėdų. Valstiečiai ieškodami derlingesnių žemių pradėjo įsisavinti net stačius iki 50° šlaitus. Per metus iš 1 hektaro dirvų nuplaunama 100–200 t smulkių molingųjų lioso dalelių. Keleriopai išaugęs upės nešmenų kiekis pasiekė 700 g/ltr kiekį. Tai prilygsta purvo sėlio srauto konsistencijai. Tai labai galingas ir dinamiškas srūvantis taranas, griauantis bet kokias pasitaikančias kelyje užtvaras.

Kada vanduo būna toks drumstas, vandens srautas panėšėja į didelį greiderį, kuris, stumdamas tolyn pakibusias vandenį žemes, didelę dalį jų palieka upės vagos dugne. Jei upė teka plokščia lyguma, tai užpylus jos dugną nuosėdomis, vanduo ištvinsta ir užlieja žemiau atsidūrusias teritorijas. Upę nuo tokių potvynių sulaiko tik statomi krantuose pylimai. Nuolatiniai katastrofiniai prasiveržimai, gretutinių, žemiau esančių teritorijų už tvindymai – įprastas tuose regionuose reiškinys. Pastovūs daugiamečiai hidrotechniniai darbai jau tapo tradiciniais verslais daugumai Didžiosios Kinijos lygumos gyventojų.

Apsirūpinti reikalinga vandens atsarga – tai ne vienintelė pasaulinė ekologinė problema. Ne ką aktualesnė ir reikiama, atitinkanti standartus, vandens kokybė. Hidrologinio cikle atskirose jo stadijose vyksta dvejopas teršimas.

* vyksta taip vadinamas paprastas vandens teršimas įvairiais organinės kilmės produktais bei jų liekanomis (ekskrementai, augaliniai plaušai, žemdirbystės produkcijos, stambesnės augalų liekanos);

* egzistuoja ir kitas vadinamasis pramoninis teršimas, kur teršiama įvairiausiais cheminiais, dažnai įvairiu laipsniu toksiškais, mutageniškais, kancerogeniškais cheminiais junginiais.

Organinės atliekos, pakliuvusios į vandenį dažnai mikrobiologinių procesų metu sudėtingoje biodegradacinės sistemos grandinėje visiškai suskaidomos ir vėl organizmų įsisavinamos. Nors taip, toli gražu, ne visada sklandžiai pavyksta. Vykstantys oksidaciniai/redukciniai procesai vandens ekosistemose sunaudoja labai daug deguonies ir būna įvairių hidrobiontų žuvimo priežastimi. Ekskrementuose dažnai esti patogeninių mikroorganizmų, kurie išplitę gali tapti infekcijų šaltiniu (pvz. vidurių šiltinė, maras, cholera, dizenterija ir kt.). Pavyzdžiui, daugumoje pasaulio ekonomiškai besivystančių šalių 90 proc. buitinių nuotekų ir daugiau kaip 70 proc. pramonėje panaudotų vandenų paliūva į gamtinę aplinką visai neapvalyti. Apie pusė tokio vandens prasisunkia į gruntinius vandenis (geriamo vandens ištekliai), pakeliui vykstant daliniam jų apsivalymui. Ypač dideli sunaudojamo ir išleidžiamo sanitarinių reikalavimų neatitinkančio vandens kiekiai yra kaimo vietovėse, kur tokie pavojingi sveikatai vandenys sudaro iki pusės naudojamų žmonių reikmėms vandenų kiekio.

Pramonės atliekose gali būti pavojingi sunkieji metalai, kai kurios radioaktyvios medžiagos, o taipogi naujai sintezuoti toksiški junginiai (pvz. pesticidai). Tai ilgai nesuyrantys, išliekantys ilgus metus pavojingais, besikaupiantys gyvuose organizmuose - taigi labai pavojingi junginiai.

Pažymėtinas ir netiesioginis šių taršalų patekimas į tekančius vandenį. Dalis medžiagų garuoja ir iškrenta kritulių pavidalu (rūgštūs lietūs, smogai, pesticidai), kita dalis kritulių nuplaunama į vandens baseinus, trečia dalis filtruojasi ir kaupiasi požeminiuose vandenyse (pvz. cheminių atliekų savartynai). Žinomi ir branduolinių atliekų, cheminio ginklo palaidojimai vandenynuose bei jūrose (tame tarpe ir Baltijoje) kur bet kada gali įvykti ekologinės, jau regiono mastu, katastrofos.

Intensyvios gyvulininkystės ir žemdirbystės rajonuose besikaupiantis amoniakas dalinai pakliūva į atmosferą, dalinai mikroorganizmų (nitrifikuojančios bakterijos) skaidomas iki nitritų ir nitratų, kurie, ypač rūgštinėje terpėje, lengvai išplaunami iš dirvožemio. Jei jų neasimiliuoja augalai, patenka į gruntinius vandenį ir ten viršija leistinas geriamam vandeniui medicininės-sanitarines normas.

Upių deltų nuosėdos (įvairūs dumblas) dėl susikaupusių sunkiųjų metalų bei kitų toksinių junginių tampa pavojingomis ne tik vandens ekosistemų gyventojams, bet ir nuodinga, nenaudotina statybine žaliava miestuose ar žemdirbystės rajonuose.

Vandens kokybė priklauso ne vien tik nuo taršos, bet ir nuo jų apvalymo mastų. Priemonės panaudojamos įvairiose valstybėse vandens kokybei gerinti labai skirtingos, tačiau joms visom galima pritaikyti bendrus dėsningumus. Pagal V. Schtummm'ą (Ciuricho federalinio vandens resursų instituto darbuotojas) - taršos apkrova tam tikrame vandens baseine priklauso nuo ten esančių gyventojų skaičiaus, nacionalinio produkto kiekio vienam gyventojui, valymo priemonių efektyvumo ir upės nuotėkio. Taigi tokiuose rajonuose kur pramonės augimas proporcingas efektyviam atliekų apvalymui bei tvarkymui, gera vandens kokybė išlieka pakankamai ilgai. Deja ši pusiausvyra labai nestabili. Pakanka vienos stambios pramoninės avarijos upės aukštupyje, kad žemiau, pasroviui įvyktų grandinė ekologinių nelaimių. Pavyzdžiui, neseniai vykusios ekologinės katastrofos didžiųjų Europos upių (Reino, Dunojaus, Oderio) upėse.

1320 km Reino upė surenka vandenį iš keturių išsivysčiusių valstybių teritorijų. Visas hidrografinis baseinas apima 185000 km². Čia gyvena virš 50 mln. gyventojų. Milžiniška upė surenka ir neša į Šiaurės jūrą, dalį palikdama Olandijoje, daugiatonį "mirties krovinį" – įvairių taršalų mišinį. Bendromis keturių valstybių pastangomis pradėtas įgyvendinti Reino vandens gerinimo projektas (pagal Rhine Action Plan) keičia ekologinę šios milžiniškos hidrosistemos būklę.

Visai kita padėtis bei vykdoma ekologinė politika besivystančiose ar ekonomiškai atsilikusiose šalyse. Ten kol kas rūpinamasi, kad geriamas vanduo atitiktų bent pradinis bakteriologinio standarto keliamus reikalavimus ir netaptų kokios nors epidemijos šaltiniu. Sudėtingų valymo įrenginių statybai, pramonės reorganizacijai, įdiegiant pažangias technologijas, trūksta valstybinių lėšų.

Daugelio ežerų vandens kokybė tokia pati kaip ir upių. Į juos patekusios maistingos medžiagos, daugiausia fosfatai, sukelia ūmius eutrofikacinius procesus ir blogina vandens kokybę.

Didžiausią susirūpinimą kelia dabartinė požeminiai vandenų resursai bei jų kokybė. Tiek JAV tiek Europoje požeminiai vandenys yra pagrindinis geriamojo ir buityje naudojamo vandens šaltinis. Nustatyta, kad dešimtadalis žinomų atsargų užteršta nitratais daugiau nei leistinos normos (45 mg/ltr). Čia nusifiltruoja nemažai toksiškų medžiagų. Giliuose sluoksniuose trūksta arba visai nėra deguonies, taigi ir mikrobiologiniai – biodegradaciniai apsivalymo procesai čia vyksta labai lėtai arba visai nevyksta.

Pagrindinis strateginis uždavinys šiandien sustabdyti požeminių vandenų taršą, nes tai mūsų ateities atsargos.

Vandenynai ir jų pakrantės, estuarijos bei upių deltos, kur gyvena vos ne pusė žmonijos, reikalauja ypatingo dėmesio. Maždaug 90 proc. pasaulio jūrinių žuvų laimikių pagaunama kontinentiniu šelfų zonoje (iki 320 km nuo krantų). Kasmet 13 mln. t. dumblo nusėda upių estuarijose ir šalia vandenynų ar jūrų litoraliniame zonoje. Turint omenyje apie šiandieninį nešmenų užterštumą toksinėmis atliekomis galima prognozuoti tolesnį jūrinių ekosistemų degradaciją bei ekonominius, besiverčiančių jūriniais verslais, gyventojų nuostolius. Pakrančių zonoje beimaišantys gėlieji ir sūrieji vandenys sukuria turtingas ekosistemas. Akvakultūrų produkcija pakrančių zonoje šiandien sudaro virš 10 proc. sugaunamų pasaulyje žuvų kiekio.

Mangrovų miškai užimantys 240000 km² plotą yra daugelio priekrančių verslinių žuvų mailiaus buveinės.

GLOBALIAM KLIMATUI PASTOVIAI ŠYLANT – KYLA PASAULIO VANDENYNŲ VANDENS LYGIS

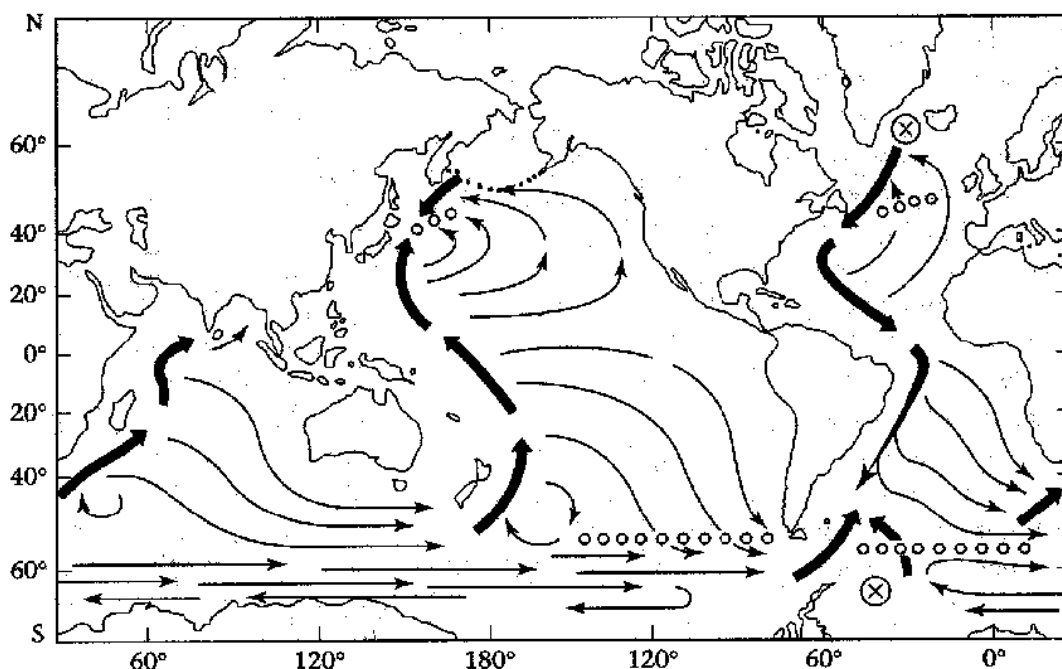
Klimato kaita –sudėtingas daugiafunkcinis procesas, kuriame jaučiamos jau ir globalios antropogeninės veiklos pasekmės. Išmetant į atmosferą vis didesnius ir didesnius šiltnamio efektą sukeliančių dujų (visu pirma CO₂ ir kt.) kiekius per pastarąjį šimtmetį vidutinės temperatūros atmosferoje pakilo 0,5 °C. Klimato atšilimas paveikį ne tik visą klimatinę sistemą, bet ir tapo

konkrečios vandenyno, jūrų lygio kaitos priežastimi. Vandens lygio pakilimui tai pasireiškia dvejopai; apie trečdalį viso vandens kilimo priežastimi tampa jo šiluminis plėtimasis (šylant vandeniui jo tūris didėja); kita poveikio dalis papildomiems įsiliejantiems vandens srautams nuo sparčiau tirpstančių ledynų (kol kas didžiausi kiekiai iš kalnų ledynų).

GILUMINĖ CIRKULIACIJA IR JOS GEOCHEMINIAI CIKLAI

Atmosferos ir hidrosferos sąveikoje, veikiant Koriolio jėgai, skirtingo tankio vandens masėms ir kt. egzistuoja globalus tiek paviršinis tiek giluminis pasaulio vandenynų vandens masių maišymasis. Ne tik 100 m., bet ir kelių kilometrų gylyje teka galingos srovės, kurių greičiai įvairiose geografinėse platumose ir gyliuose skirtingi, nuo 0,4–0,5 iki 150 cm/s. Gana aktyvi globali vandens masių cirkuliacija palaiko/keičia druskingumo, deguonies pasiskirstymą, temperatūros režimą milžiniškuose regionuose. Tai ne tik hidrosferos mikroklimatas, tačiau, drauge su atmosfera, tai didžiulis poveikis žemynų klimatui. Globalios ir gana sudėtingos, susidedančios iš daugelio srovių tinklo, sistemos dėka funkcionuoja ilgaamžiai vandenynų geocheminiai ciklai (pvz. anglies, kalcio).

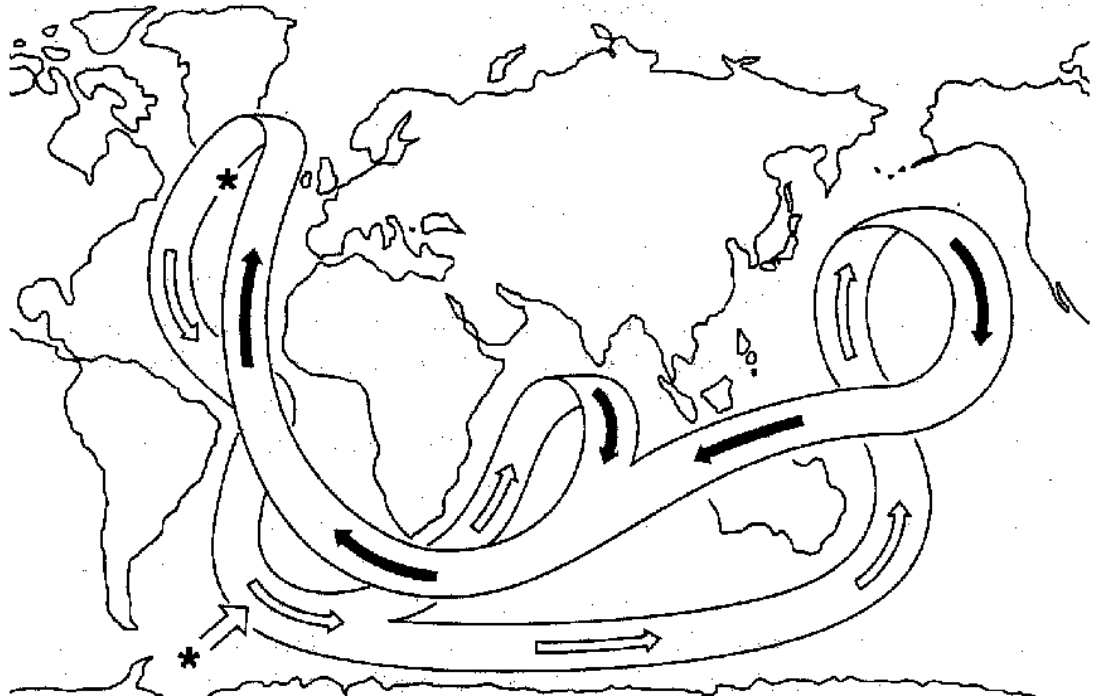
pav. Globali giluminės cirkuliacijos pagrindinių srovių sistema



pav. Globali

giluminės cirkuliacijos pagrindinių srovių sistema

Drauge su paviršinėmis šiltesnio vandens srovėmis jos sudaro globalią vandenynų taip vadinamą vandens konvejerio juostą.



pav. Globalios vandens srovių sistema – vandens konvejerio juosta

Šių srovių tinklo dėka per 550 metų (labiausiai izoliuotuose rajonuose iki 1000 metų) pasikeičia visas vandenynų vanduo.

Nors pasaulio vandenynas ir šiandien dar sugeba švelninti, gesinti, palaikyti reikalingoje būsenoje kai kurios atmosferinės taršos, nusistovėjusius atmosferos dujinės sudėties balansą, tačiau vis didėjanti antropogeninė veikla turi globalios įtakos visai hidrosferai. Kol kas mes dar neįtame kokių galima tikėtis esant CO₂ pertekliui, klimato pokyčių, nes 85 proc. viso CO₂ kiekio transformuoja vandenynai.

Komponentai,	Priešindustrinis	1996 m., kai
--------------	------------------	--------------

ir jų būsenos	laikotarpis, kai atmosferoje CO ₂ buvo 280 ppm	atmosferoje CO ₂ padidėjo iki 355 ppm
CO ₂ (bendras)	2000	2048
pH	8,188	8,103
CO ₃ ⁻	214	183
HCO ₃ ⁻	1776	1851
CO ₂ (dujiniame būvyje)	10	13

pastabos: esant šarmingumui – 2300 mmol/kg; druskingumui – 35‰; temperatūrai – 15°C;

pav. Antropogenė įtaka anglies dvideginio didėjimui bei tolesni kitų komponentų (parametrų) pokyčiai (mMol/kg) pasaulio vandenynuose

Nuo 1880 m. jūrų vandens lygius matuodavo limnigrafais, nuo 1992 m. tokie matavimai pasaulio vandenyne ir jūrose atliekami iš kosmoso, panaudojus palydovus. Reikia pabrėžti, kad pasaulio klimato sistema yra labai sudėtinga, globaliai reaguojanti ir į lokalius poveikius (pvz., taškinės šiltnamio dujų emisijos atskirose šalyse, ar žemynuose). Joje integruotų reiškinių, procesų vektoriai nėra nukreipti tik į vieną didėjimo ar mažėjimo pusę...

Per 2005–2010 m. laikotarpį Arkties regione užregistruotos padidėjusios temperatūros ir tai apibūdinama kaip šilčiausias XX a. pabaigos– XXI pradžios laikotarpis. Prognozuojama, kad per artimiausius 30 – 40 metų Arkties vandenynas vasaromis gali būti laisvas nuo ledo, kas gali susidaryti galimybėms naudotis didžiuliais šio regiono gamtiniais išteklių (nafta, dujos, metalų koncentracijos ir kt.), gali atsiverti ir nauji laivininkystės keliai, padėsiantys sutaupyti laiko ir lėšų vykdant Europos ir Azijos tarpusavio prekybą...

Vykstant globalinei kreditų krizei, CO₂ išmetimai į atmosferą buvo kiek sumažėję, tačiau 2012 m. dėl atsigaunančios ekonomikos jie staigiai šovė į viršų ir viršijo visų laikų stebėjimų rekordus. 2012 m. Arkties vandenynas neteko rekordinio kiekio ledo, o žmonija į atmosferą išmetė rekordinį kiekį šiltnamio efektą skatinančių dujų. 2012–ieji taip pat buvo ir vieni šilčiausių stebėjimų istorijoje – vandens ir žemės temperatūra palyginus su kitais metais buvo daug aukštesnė (bet neaukščiausia), skelbiama JAV Vyriausybės užsakymu išleistame Klimato būklės ataskaitoje. Toks raportas JAV užsakymu yra rengiamas kasmet nuo 1994 m.

Vertinant globaliai, 2012–ieji metai buvo aštuntoje ar devintoje vietoje pagal vidutinę temperatūrą nuo maždaug 1850–ųjų metų, kuomet buvo pradėti rinkti visos planetos temperatūros informacija. Rekordiškai žemas ledynų kiekis buvo fiksuojamas rugsėjo mėnesį. Net 97 proc. Grenlandijos ledynų stebėti vienokios ar kitokios formos tirpimo požymiai. Taip pat tirpo beveik visi šiaurinės Aliaskos ledynai. Jų tirpimas buvo apie 4 kartus intensyvesnis nei įprasta.

Dėl vykstančios klimato kaitos ir hidrologinio ciklo disbalansų – įvairūs pasaulio regionai 2012 m kentėjo nuo per dėl didelio sausrų, liūčių ir kitų klimato ekstremalių reiškinių kiekio. pvz., didelės sausras šiaurės rytų Brazilijoje, didelės liūtys ir audros. Karibų jūros regione. O štai Afrikos Sahelio regione per sausąjį periodą buvo pats lietingasis sezonas per 50 metų...

Tokie pokyčiai neabejotinai smarkiai paveikia tų šalių vietinės gyvenimo, ekonomikos ir gamtinės aplinkos sąlygas ir tolesnę būklę.

Kartais prognozės dėl klimato kaitos tampa pavojingai klaidingomis. Pvz., po to, kai 2012 metais buvo užfiksuoti rekordiškai žemi ledėjimo rodikliai ir po šešerių metų, o masinės informavimo priemonės paskelbė, jog dėl pasaulinio atšilimo vasarą Arkties vandenynas jau greitai gali likti be ledo - jau 2013 m. ledų plotai išsiplėtė; Arktyje dėl vasarinių speigų ledas papildomai sukaustė beveik 1,5 mln. km² – 60 proc. daugiau negu pernai vandenyno akvatorijos..

Likus kelioms savaitėms iki kasmetinio rudens periodo, kai vandenynas vėl užšąla, vientisa ledo danga, savo dydžiu viršijanti pusę Europos, besidriekianti nuo Kanados salų iki Rusijos šiaurinių krantų. Šiaurės vakarinis sąsiauris iš Atlanto į Ramųjį vandenyną sukaustytas ledo buvo ištisus metus. Daugiau kaip 20 jachtų, planavusių per ją plaukti, liko įstrigusios leduose. Ir net kruiziniai laivai turi keisti savo maršrutus. Dalis mokslininkų teigia, kad pasaulyje prasidėjęs klimato atvėsimo periodas, turėtų trukti iki šio šimtmečio vidurio. Šis procesas yra mažiau pastebimas dėl jam daromo antropogeninės veiklos poveikio (milžiniški išmetamų šiltnamio dujų kiekiai išmetimo į atmosferą, naikinami pasaulio miškai ir kt.) kompiuterinės prognozės dėl katastrofiško pasaulinio atšilimo buvo pavojingai klaidingomis. Arkties ledėjimo procesai per artimiausius penkerius metus bus svarbūs tiek norint suprasti klimato pokyčius, tiek formuojant ateities politiką.

Kaip teigia JAV klimato ekspertė J. Curry „Arkties ledas – tai geras pasaulio klimato indikatorius, kurį reikia pastoviai stebėti“

LITERATŪRA:

1. Ratkovitch D. J., Sovremenyje kolebanije urovnia Kaspijskogo moria// Vodnyje resursy. – 1993 (2). – S. 160–179.
2. Zverev V., P., Kostikova I., K., Vozmožno li vlijaniye podzemnych vod na izmeneniya urovnia Kaspija? // Vestnik Rossijskoj Akademii nauk. – 1999 (3). – s. 209–215.
3. Lelešius V., Kodėl nyksta Aralo ežeras?, Geologijos akiračiai. – 2000 (3–4). – p. 39–42.

GERIAMOJO VANDENS PROBLEMA PASAULYJE IR EUROPOJE

Jau įprasta teigti, kad pokyčiai hidrosferoje visada yra natūralių ir antropogeninių pokyčių mišinys. Mokslinių tyrimų rezultatuose įvardijami poveikio antropogeninio aspektai yra sejami su:

- klimato kaita;
- žemės naudojimo pokyčiais;
- įvairialypiu poveikiu vandens išteklams;
- urbanizacijos plėtra.

Be abejonės, daug sėkmės, susijusių su žmogaus išlikimui ir klestėjimui buvo susiję su mūsų sugebėjimą valdyti ir naudoti vandens išteklius mūsų naudai.

Klimato kaitą, skatina du pagrindiniai veiksniai:

- pirma, bendrą dydį ir augimą, žmonių;
- antra, derinant mūsų gyvenimo būdą, mūsų ekonomikos ir technologijų plėtrą, kurios diskų mūsų naudojimo ir poveikio dėl gamtos išteklių ir didina atliekų / teršalų mums ir išleidimo į aplinką.

Žmogus buvo neįtikėtinai sėkmingas organizmai, skirtingai nei kitų rūšių, mes turime galimybę pakeisti mūsų aplinkai dėl didelės apimties, leidžia mums sėkmingai atkurti labai ir išgyventi pritaikant ir plečiasi į beveik kiekvieną nišą žemėje. Vadinas, gyventojų, kad buvo palyginti stabili kelių milijonų iki kelių šimtų milijonų iki 1 AD, (Kristaus) pradėjo sparčiai auga maždaug milijardo pradžioje 1800 m. Dabartinis gyventojų 6,4 milijardo žmonių šiandien. 2050 metais šis skaičius turėtų padidėti iki 8-12 mlrd.

Kaip žinia egzistuoja limituojantys veiksniai nulemti esamų biosferos hidrologinių ir biologinių pajėgumų.

Smarkiai, besiplačiančios žmogaus populiacijos užima vis naujas erdves ir savinasi vis didesnius riboto ištekliaus kiekius.

Vis tobulinami technologiniai pajėgumai leidžia mums keisti hidrosferos komponentų eksploatacijos dydžius, kokybę, laiką ir vietą. Daugelyje didžiausių pasaulio upių baseinų; išgauti, derliaus, ir naudoja didelius kiekius žemės biomasės gamybai tokio didelio kiekio teršalų ir atliekų pakeisti labai chemizuoti hidroferą, keisti gėlo vandens balansus, per tai sukelti degradaciją kitų sferų komponentų (pvz., biologinės įvairovės, biologinės produkcijos) ar jų kiekybunio persiskirstymo.

Istoriškai susiklostė, kad žmonės nelabai švelnią aplinką pastoviai stengėsi pakeisti naudinga sau linkme. Ir net modernios aplinkos ir tvarumo filosofijų šviesoje mūsų kaip pagrindinės komponentės poveikio aplinkos gerinimui mažas įnašas bus tikr ateityje.

Tačiau, net jei mums pavyks pasiekti sugyvenimo su aplinka harmoniją netolimoje ateityje – tas požiūris gali keisti turint omenyje, kad amžiaus viduryje jau bus per 12 milijardų Žemės gyventojų...

Dabartiniame pasaulyje dėl vandens ir sanitarijos trūkumo kasmet miršta 8 mln. žmonių, o daugiau kaip vienas milijardas negali lengvai ir prieinamomis kainomis gauti geriamojo vandens. Beveik 2,5 milijardo žmonių neturi jokių sanitarijos priemonių. Net 2,8 mljrd. pasaulio gyventojų yra vietovėse, kuriose trūksta vandens, ir tokių asmenų skaičius iki 2030 m. išaugs iki 3,9 milijardo,

Pasaulyje kasmet daugiau kaip 200 mln. tonų žmogaus veiklos atliekų išmetama į aplinką niekaip jų neapdorojus. Besivystančiose šalyse apie 90 proc. buitinių nuotėkų ir 70 proc. pramonės atliekų patenka į vandens telkinius. Tai sukelia ligas ir grėsmę ekologiškai gamtos pusiausvyrai.

Jungtinių Tautų ekspertų teigimu šiandien pasaulyje 2,6 mlrd. žmonių, iš jų - 980 mln. vaikų, gyvena namuose be kanalizacijos. Gyvenimas antisanitarinėmis sąlygomis turi rimtų padarinių žmonių, ypač vaikų, sveikatai bei socialinei raidai.

Pasak JT ekspertų šimtai milijonų Europos valstybių žmonių tebegyvena namuose be vandentiekio. Rytų Europos valstybėse 16 proc. gyventojų savo namuose neturi ir vandentiekio ir kanalizacijos. Kaimo rajonuose be vandentiekio gyvena daugiau kaip pusė žmonių.

Europos Sąjungoje dėl ligų, susijusių su vandeniu, kasdien miršta 37 vaikai, dauguma jų - nuo 6 iki 11 mėnesių amžiaus

Tūkstantmečio tikslų programoje numatyta iki 2015 metų pasaulyje per pusę sumažinti žmonių, neturinčių prieigos prie švaraus geriamo vandens ir prie tinkamos kokybės sanitarinių įrenginių, skaičių.

Šiam tikslui pasiekti reikia 10 mlrd. dolerių per metus. Tai suma, neviršijanti vieno procento pasaulinių išlaidų ginklavinimuisi, padarytų 2005 metais, arba tiek pat, kiek Europos gyventojai kasmet išleidžia valgomiesiems ledams.

ŠIAURINIŲ PLATUMŲ DIDŽIŲJŲ UPIŲ NUOTĖKIO Į VANDENYNĄ KAITA

Globali klimato kaita keičia hidrologinio ciklo vandens apykaitą (vandenynas - atmosfera – sausuma) regioniniais lygiais – kritulių kiekio teritorinį pasiskirstymą. Dabartiniu metu registruojami padidėję kritulių kiekiai šiauriniuose regionuose. Jungtinės Karalystės Hadley Klimato prognozių ir tyrimų centro teigimu dėl to didėja šiaurinių upių plukdomo į Arkties vandenyną gėlo vandens kiekiai.

Toliau atšylant žemės klimatui tikimasi, kad šio pasikeitimo mastas gali išaugti. Manoma, kad dėl šio proceso padaugės kritulių šiaurinėse platumose ir upių nuotėkių. Dėl šios priežasties gali ir toliau kisti vandens pasiskirstymas žemės paviršiuje.

Toliau gali kisti visos klimato sistemos pusiausvyrą, pvz., šilto ir šūsaus vandens cirkuliacija Atlanto vandenyne, kuri sudaro savotišką konvejerio juostą; šaltas vanduo teka giliai pietų kryptimi į tropikus, kur sušyla ir, pakilęs į paviršių, sugrįžta į šiaurines platumas daug nulemdamas vietinį klimatą bei visų (tiek vandens tiek sausumos) ekosistemų būklę. Galimi tokios cirkuliacijos pasikeitimai gali turėti svarbių socialinių ir ekonominių pasekmių. Minėtos srovių sistema padeda išlaikyti vidutinį šiaurės Europos klimatą, kai tokiose pat Šiaurės Amerikos platumose plyti tik retai gyvenama tundros arba borealinių miškų biotų juostos.

Mokslininkai Peili Wu, Richard Wood ir Peter Scott iš Hadley centro lygino stebėjimo duomenis, rinktus nuo 2002 metų su modeliais sukurtais Hadley centro, Mokslininkai pastebi, kad žmogaus sukeltos šiltnamio dujų emisijos gali suaktyvinti hidrologinį ciklą, Arkties regione t.y. kritulių kiekius, iškrentančius ant šios sausumos jūrų dalies, papildomos prietakos į šio regiono upes į bendro nuotėkio ir išgaravimo kiekius. Padidėjusių kritulių Arktyje pusiausvyrą išlaiko sumažėjęs kritulių kiekis tropinėje juostoje, teigia mokslininkai. Mokslininkai tyrė sukurtą modelį per 4 imitacijas, kuriose buvo atsižvelgiama į žmogaus įtaką bei natūralius veiksnius, įskaitant saulės nepastovumą ir ugnikalnių išsiveržimus. Rezultatai parodė, kad Arkties upėse jau po 1960 metų vandens nuotėkiai į jūras padidėjo. Nuo 1965 metų kasmetinis kiekis padidėja 8.73 km^3 per metus. Tai jau viršija ilgą laiką vyrausią tendenciją.

Siekiant išsiaiškinti paskutiniuosius dešimtmečius stebimo upių nuotėkio augimo priežastis, panagrinėta ar tai galėtų būti siejama su prognozuoto pasaulio hidrologinio ciklo kaita dėl pasaulinio klimato atšilimo. Modelinių imitacijų variantuose vienu atveju atmestas

žmogaus poveikis, kitu atveju – natūralieji abiotiniai veiksniai, trečiuoju – ignoruoti visi veiksniai. Galutinėse išvadose rašoma

- kad jei žmogaus įtakos nebūtų buvę – XX amžiuje nebūtų pastebėta jokių hidrologinio ciklo pasikeitimų,
- jei būtų nebuvo natūralių veiksnių, tik žmogaus veiklos įtaka, ilgalaikė tendencija būtų 50 proc. taptu didesnė nei tuo atveju, kai atsižvelgiama į visus veiksnius.

Galutinė mokslininkų išvada teigia - „per pastaruosius keturis dešimtmečius antropogeninė įtaka buvo lemiamą padidėjusiam vandens nuotekiui Arkties upėse į vandenyną. Tikėtina, kad padidėję nuotėkiai iš upių iš tiesų gali būti besikeičiančio hidrologinio ciklo pradžia”...

GLOBALIOS EKOLOGINĖS HIDROSFEROJE PROBLEMOS KURIŲ PASEKMĖS JUNTAMOS IR KITOSE SFEROSE

RŪGŠTŲ LIETŲ BIOSFEROJE, JŲ SUKELIAMŲ POKYČIAI EKOSISTEMOSE IR GALIMOS GLOBALINĖS EKOLOGINĖS PASEKMĖS

Rūgščių kritulių gamtoje fenomenas – ne šiandieninė aktualija, ne paskutiniojo dešimtmečio ir net ne šio šimtmečio reiškiny. Tokie lietūs jau lijo žemėje prieš 4,4 –4 mljrd. metų. Per visą žemės raidą didelių išsiveržimų metu iš ugnikalnių buvo išmetami milžiniški kiekiai įvairių rūgštinių oksidų, ir dulkių kiekiai galėję virsti ne tik rūgščiais krituliais, bet sukelti ir kitas kritines sąlygas įvairioms gyvybės formoms. Ir istoriniais laikais rūgštūs lietūs formuodavosi ugnikalnių išsiveržimo metu, tačiau jų poveikiai, su nedidelėmis išimtim atskiruose regionuose, būdavo daugiau lokalūs.

Pirmą kartą priežastinis ryšys tarp pramonės plėtros ir apylinkėse egzistuojančių augalų bendrųjų pokyčių, jų būklės buvo pastebėtas septyniolikto amžiaus viduryje Anglijoje, vėliau ir Prancūzijoje. Didėjant kai kurių Europos šalių sunkiosios pramonės potencialo plėtrai, Anglijoje, Švedijoje, Austrijoje, Vokietijoje to meto mokslininkų teigimu, pasireiškė pirmieji prigimtiniai įvairių pramonės išmetamų dujų žalos aplinkai požymiai.

Pirmasis aprašęs šį reiškinį savo 600 puslapių knygoje yra Jungtinės Karalystės fabrių inspektorius inspektorius Robert Angus Smith. 1872 metais atspausdinta jo knyga "Oras ir lietus: cheminės klimatologijos pradžia" (*Air and Rain: The Beginnings of Chemical Climatology*). Daugiau nei 20 metų (nuo 1850 m.) stebėjęs didžiausiame to meto Anglijos industriniame centre Mančesteryje iš purvinų fabrių sukeliamų debesų lyjančius kitokius (rūgštesnius) nei įprasti vandens srautus, sistemiškai išanalizavęs jų cheminę sudėtį, pirmasis panaudojo frazę: „rūgštūs lietus“ („acid rain“). Tačiau Smith'o atradimas, kaip dažnai pasitaiko, beveik šimtą metų buvo pamirštas.

XIX amžiaus pabaigoje susidomėta rūgščių kritulių poveikiu agrocenozėms, miško ir vandens ekosistemoms. Tokio lietaus poveikiu kultūriniais augalams tyrimai prasidėjo 1855 metais naujai įkurtoje Rotamstedo žemės ūkio tyrimų stotyje Britanijoje. Tolimesnė chemijos ir analizės technikos pažanga leido įvertinti lietaus bei atmosferos oro kokybę, klimatinių pokyčių galimą poveikį dirvai, miškams ir pasėlių produktyvumui. 1942 m. airių mokslininkas Conway išspausdino pirmą išsamią lietaus chemijos apžvalgą, o 1948 m. švedas Enger pradėjo kurti pirmąjį monitoringo regioninių tinklą Europoje. Šeštojo dešimtmečio pradžioje tokie tyrimai išaugo į "Europos atmosferos chemijos tinklo" programą, kuri davė pradžią vėlesnėms, tokiom kaip Ekonominio bendradarbiavimo ir vystymosi organizacijos (*Organisation for Economic Cooperation and Development – OECD*) programa 1960 m., Jungtinių Tautų Ekonominės Europos komisijos (*United Nations Economic Commission for Europe – UNECE*) tarptautinė programa 1977 m., vykdoma Europos monitoringo ir įvertinimo programos (*European Monitoring and Evaluation Programme – EMEP*), kuri tęsiama iki šiol, agentūros.

1960 m. švedų dirvožemininkas S. Oden informavo mokslinę visuomenę apie dramatinę ekologinę būklę Skandinavijoje. Ypatingai pabrėžė sieros dioksido pavojingumą.

1972 m. rūgštaus lietaus problemos buvo nagrinėjamos tarptautinėje JT konferencijoje "Žmogus ir aplinka". Čia vėl buvo pabrėžta ypatinga Švedijos bei Norvegijos ekologinės situacijos priklausomybė nuo Britanijoje bei Vokietijoje išmetamų išlakų ir ypač SO_2 .

1979 m. tarptautinis iniciatyvos sumažinti rūgščių lietų poveikį ėmėsi Europinė Ekonominė komisija. Pasirašyta tarptautinė konvencija siekianti sumažinti oro užteršimą pavojingais oksidais.

1982 m. Švedija ratifikavo šios konvencijos dokumentus. 1983 m. šią problemą pradėjo svarstyti Europarlamentas.

1995 m. kovo- balandžio mėn. Berlyne įvyko tarptautinė konferencija, kurioje be įvairių klimato problemų (pagrind. "Šiltnamio efektas" jo priežastys ir galimos pasekmės) buvo susitarta pasirašyti tarpvalstybines sutartis, apribojančias išmetimus nuodingų dujų į atmosferą.

Nuo XX amžiaus vidurio ši problema iš vietinės lokals tapo svarbia regionine o vėliau ir globalia. Ši problema nesumenko ir XXI amžiuje. Atvirkščiai tapo globalia, Nepaisant daugybės tiek nacionaliniu, tiek ir tarptautiniu mastu atliktų atmosferos ir aplinkos stebėsenos tyrimų, lieka daug neaiškumų:

- kaip nustatyti rūgščių lietų kompleksinį poveikio mastus biosferoje?
- kokią dalį atmosferoje esančių rūgščių kritulių sudaro žmogaus veiklos produktai?
- kokie yra šio reiškinio padariniai ekosistemoms, biomas ir kaip jų išvengti?

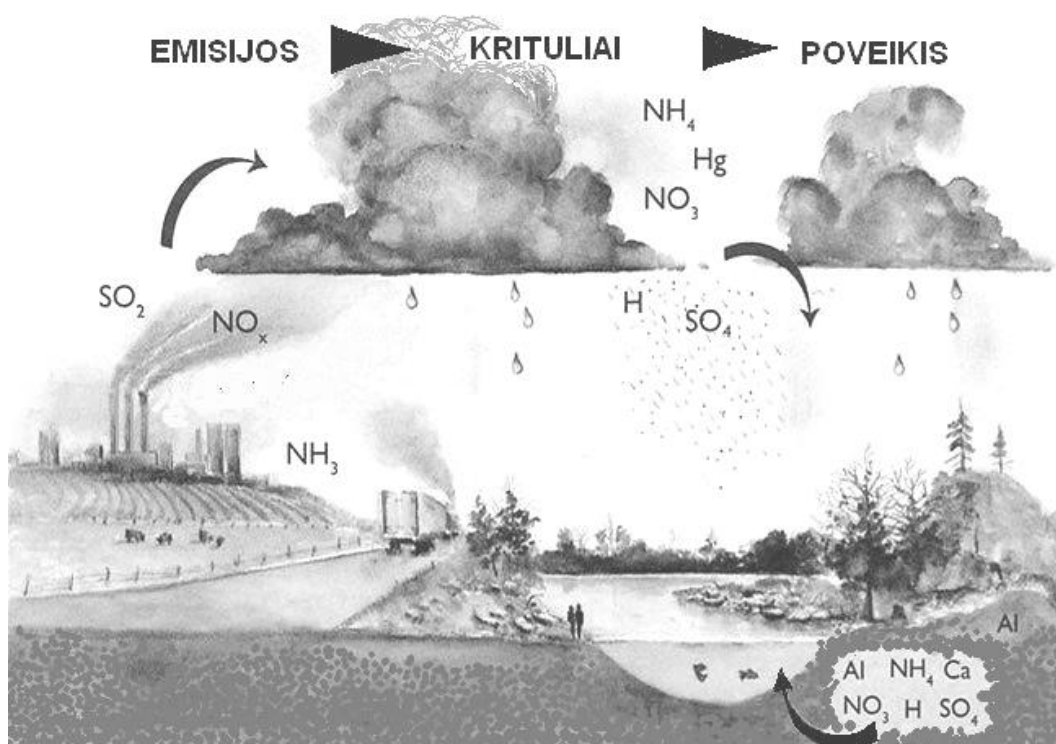
Antropogeninių rūgščių lietų pH reikšmė nuo 4–4,5; taigi pH vertės poslinkis apie 1,0 reiškia vandenilio jonų kiekio padidėjimą 10 kartų. Rūgščių lietų kelias biosferoje nuo emisijos šaltinio iki konkretaus poveikio yra sudėtingas procesas, kurį tyrinėja jau kelių mokslo sričių (atmosferos fizikos ir chemijos, klimatologijos, dirvotyros, žemėtvarkos, sausumos ir vandens ekologijos) specialistai.

RŪGŠTAUS LIETAUS ATSIKADIMO PRIEŽASTYS

Natūraliai daugelyje žemės vietų krituliai yra rūgštūs dėl ištirpusio atmosferinio anglies dioksido. Jų pH nertė vietoj teorinės neutralios 7,0 lygi 5,6. Egzistuojantys atmosferoje dūlančių karbonatingų uolienų dulkių kiekiai natūraliai iš dalies neutralizavo susidariusias rūgštis ir atmosferoje egzistavo apylygė pusiausvyra, neleidžianti pH vertei nukristi žemiau.

Natūraliai susidariusios dujos (NO_x ir SO_2) bei neutralizuojančių jonų (NH_4^+) ir kalkakmenio dulkių trūkumas pradžioje didino lietaus rūgštingumą iki $\text{pH}=5,0$. Kiti atmosferiniai junginiai taip pat tirpsta krituliuose, tame tarpe sulfatai ir nitratai. Jie susidaro oksiduojantis gamtiniais sierai ir azotui, kurie patenka į atmosferą veikiant ugnikalniams bei perkūnijai, vykstant bakterinei denitrifikacijai bei sieros redukcijai. Kai kurios biologinės kilmės dujos, tokios kaip amoniakas, krituliuose virsta į amonio joną (NH_4^+) ir tokiu būdu mažina lietaus rūgštingumą. Tačiau vykstant tolesnei oksidacijai, susiformavę nitratai padidina dirvos ir gruntinio vandens rūgštingumą. Kietosios dalelės – dulkės ir aerozoliai - kartu su lietaus lašeliais pasiekusios žemės paviršių didina (amonio sulfatas) ar mažina (kalcio karbonatas) kritulių pH.

Vykstant ugnikalnių išsiveržimams. lokaliems gaisrams į atmosferą būdavo išmetami kiek didesni sieros dioksido SO_2 kiekiai, kurie sukeldavo lokalius rūgščių lietų protrūkius. Dabartiniu metu dominuoja globalios antropogeninės kilmės produktai



pav. Rūgštaus lietaus susidarymas ir tolesnė apytaka hidrologiniame cikle schema

Sieros dioksidas susidaro oksiduojantis iškastinio kuro degimo, gamtinės biologinės (organinės medžiagos puvimas, bakterinis sulfatinis kvėpavimas) veiklos produktams. Metalų lydymo proceso metu taip pat susidaro sieros oksidai. Daug sieros junginių dėl vulkanų ar vandenynų aktyvumo. Biologinių procesų metu susiformavę dimetilsulfidas ir sieros vandenilis taipogi didina sieros junginių kiekį atmosferoje. Nustatyta, kad daugiausia SO_2 į atmosferą išskiria tradicinės elektrinės.

Azoto oksidai (NO_x) susidaro degant kurui mašinų varikliuose ar veikiant stacionarioms katilinėms. Yrant organinėms medžiagoms, į atmosferą patenkantis azotas dalyvauja azoto oksidų formavime. Manoma, kad padidėjęs lūčių periodais kritulių rūgštingumas tropiniuose ir subtropiniuose regionuose yra iš dalies susijęs su azoto oksidais, kurie susidaro žaibų, iškvrovų metu. Daugeliu atveju sunku nustatyti kokios, antropogeninės ar gamtinės, kilmės azoto oksidai vyrauja atmosferoje.

Visos azoto oksidų grupės bendru pavadinimu: NO_x padidėjimas dabarties atmosferoje priežastis – automobiliai.

Dar vienos atmosferoje egzistuojančios didžiosios sudedamosios dalies – anglies dvideginio (CO_2), išsiskiriančio tiek iš antropogeninių šaltinių (kuro degimo variklių, pramonės), tiek natūralių šaltinių (įvairūs biologiniai procesai it kt.) įtaka lietaus vandens rūgštingumo padidėjimui nėra aiški, nors CO_2 koncentracijos padidėjimas atmosferoje padidina gamtinių paviršiaus vandenų rūgštingumą.

Dar vienas rūgščius lietus formuojantis junginys, susijęs su iškaskamo kuro deginimu bei pramonine veikla, yra chloro dujos. Šios dujos lengvai tirpsta lietaus vandenyje, susidarant chloridams. Šiek tiek chloridų susidaro iš jūros druskų, ypač jūriniuose regionuose, nors jūros vanduo yra šarminis (jo pH vertė apie 8,2).

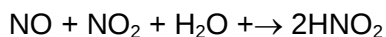
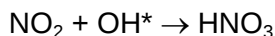
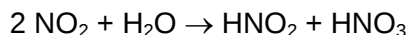
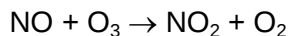
Pramoniniuose rajonuose, pavyzdžiui, daugumoje Europos ir Šiaurės Amerikos žemynų dalyse, lietaus vanduo paprastai yra 10 kartų rūgštesnis ($\text{pH}=4,0$). Kai kuriose užterštose miestų ir plačiai išvystytose pramonės vietose lietus vandens pH yra nuo 4,5 iki 4,9. Toks didelis lietaus rūgštingumas miestų ir pramonės rajonuose yra sąlygojamas sieros ir azoto dujų, išskiriančių deginant iškaskamą kurą. Šios dujoms patekus į atmosferą, jų oksidacijos proceso metu susidaro vandenyje tirpūs sulfatiniai ir nitratiniai junginiai. Rūgštis formuojančių dujų koncentracija atmosferoje mažėja tolyn (pavėjui) nuo šaltinio, tuo tarpu vandenyje ištirpę oksidacijos produktai (tikrieji „šlapi“ krituliai) priklausomai nuo klimatinių ir atmosferinių sąlygų gali pasklisti daug didesnėje teritorijoje.

Globaliniu mastu gamtinės ir antropogeninės kilmės rūgštis formuojančių junginių atmosferoje yra maždaug po lygiai, tačiau pramoniniame Šiaurės pusrutulyje žmogaus veiklos produktai sudaro 90 proc. ar net daugiau visos sieros emisijos į atmosferą. Dabartiniu metu azoto, chloro bei kitų rūgštis formuojančių junginių taip pat daugiau susidaro dėl žmogaus veiklos, ypač tose vietovėse, kur deginama didelį chloro kiekį turinti anglis ar kur gaminamos ar utilizuojamos plastikinės medžiagos. Reikėtų pažymėti, kad gamtinės ir antropogeninės emisijos nustatymas yra daugiau paremtas atsitiktinių pavyzdžių ėmimu ir analize bei kuro degimo greičio prognozėmis nei nuosekliais, nuolatiniais bei kryptingais tyrimais.

Prasidėjus intensyvios industrizacijos laikmečiui staigiai ėmė keistis atmosferos dujinė sudėtis. Atmosferoje staigiai ėmė didėti sieros ir azoto įvairių oksidų kiekiai. Kadangi visi minėti junginiai yra patvarios ir išskiriamos dideliais kiekiais, jų sklaida atmosferoje nuo taršos šaltinio siekia tūkstančius kilometrų. Nustatyta, kad jos gali nukeliauti per 2000 km.

Rūgštis formuojančioms dujoms patekus į atmosferą, jos plinta tolyn (pavėjui) nuo šaltinio. Tuo pat metu atmosferoje vyksta cheminiai oksidaciniai procesai.

Ištirpęs vandenyje, SO_2 sudaro sulfito rūgštį H_2SO_3 , kuri troposferoje ozono (O_3) ir vandenilio peroksido (H_2O_2) oksiduojama į SO_3 , kuris su vandeniu sudaro sieros rūgštį (H_2SO_4). Ozonas ir radikalai, tokie kaip OH^* oksiduoja NO į NO_2 . Iš jo susidaro nitrito HNO_2 ir azoto HNO_3 rūgštys:



Atmosferoje atsirandančio vandenilio chlorido antropogeninis šaltinis – polivinilchlorido (PVC) deginimas. Dujos jungiasi su vandeniu, sudarydamos druskos rūgštį.

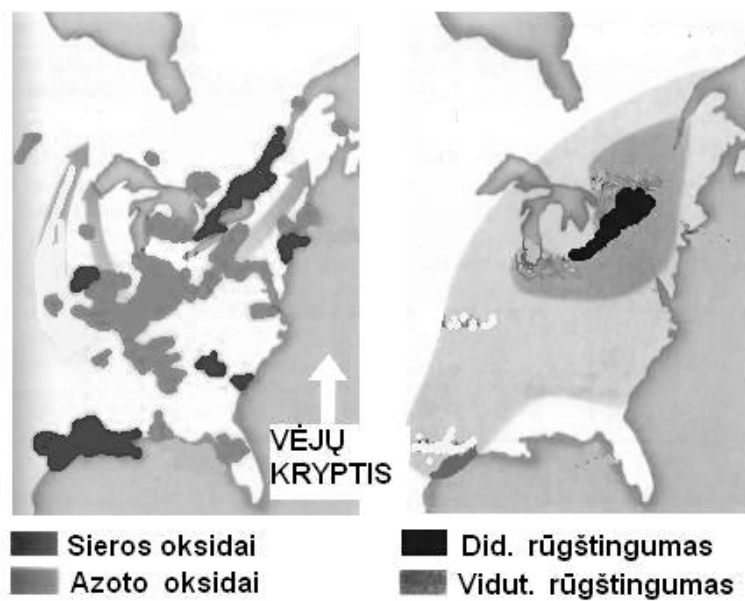
Visos šios medžiagos pasiekia žemės paviršių ir gali veikti gyvus organizmus dviem pagrindiniais būdais:

- tiesiogiai (sausa depozicija) – nuokritų („sausų“ kritulių);
- tirpalo pavidalu (šlapia depozicija) – tikrųjų („šlapių“) kritulių pavidalu.

Nuokritos gali nekeisti lietaus rūgštingumo (nors aerozoliai tirpsta lietaus vandenyje), tačiau jų kaupimas dirvos paviršiuje padidina bendrą rūgščių kiekį, be to, toliau vyksta šių junginių oksidacija bei tirpimas dirvos tirpale.

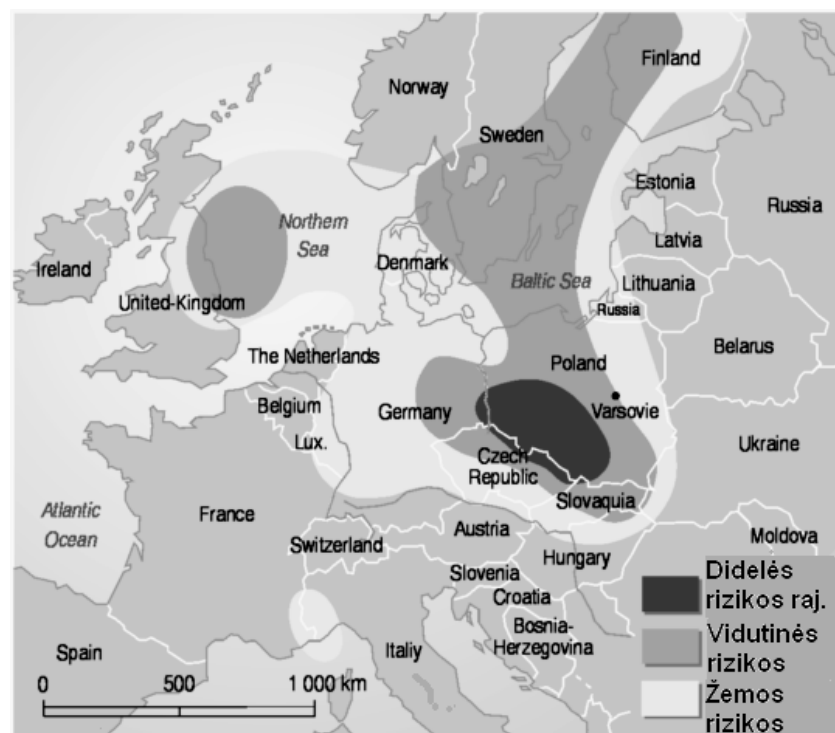
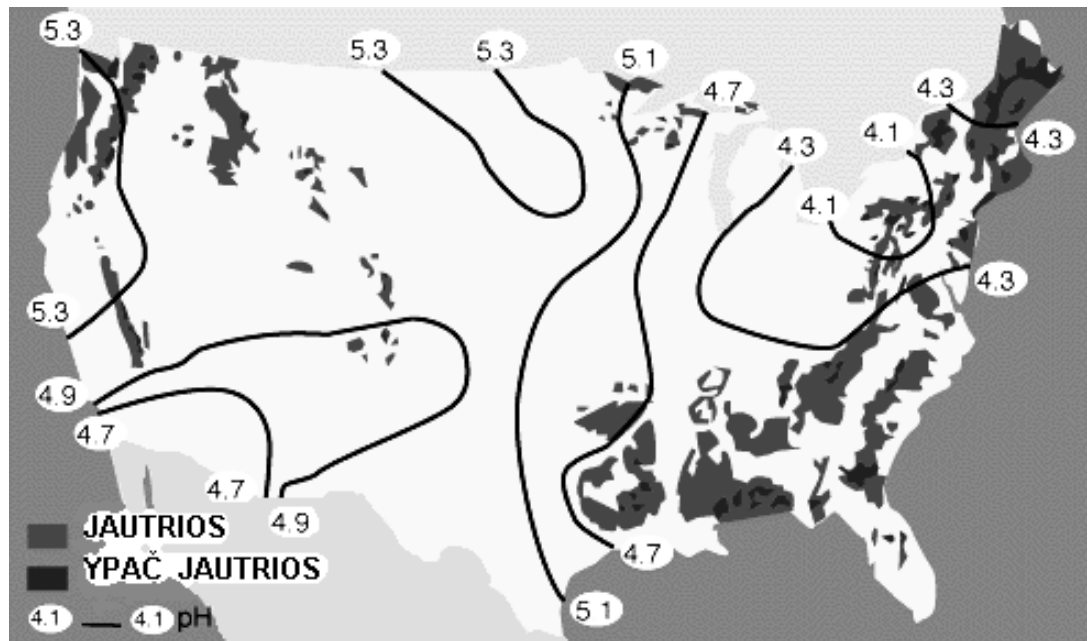
Įvairūs gamtinės ir antropogeninės kilmės teršalai, kirsdami valstybių ribas, gali pasklisti vėjo kryptimi šimtus kilometrų. Rūgštūs krituliai paprastai priskiriami prie regionio masto oro teršalų. Vietinės reikšmės teršalai gali turėti įtakos nuo kelių iki dešimčių kilometrų plotui. Regionio masto teršalai pasklinda šimtus ir net tūkstančius kilometrų nuo emisijos šaltinio, o globalinio masto teršalai plinta po visą žemės rutulio atmosferą.

Cheminių junginių plitimui ir nusėdimui labai svarbūs metų laikas, šviesa (veikianti augalų lapų žiotelių atsidarymą), drėgmė bei žemės paviršiaus būklė. Tuo tarpu emisijos aukštis, priešingai plačiai paplitusiai nuomonei, turi santykinai mažą reikšmę kritulių nusėdimui - skirtumas tarp aukšto ir žemo emisijos šaltinio yra mažesnis nei 10 proc., jeigu atstumas nuo šaltinio yra gana didelis, tarkim 1000 km. Kadangi teršalų nusėdimas priklauso nuo atmosferos ir žemės paviršiaus charakteristikų, jis bus vienoks jūrų bei kitoks miškų ir pievų rajonuose. Esant sausam orui, maždaug pusė sieros dioksido kiekio lieka atmosferoje ilgiau nei 24 h, per kurias šis junginys gali nukeliauti apie 600 km, kai vėjo greitis 7m/s.



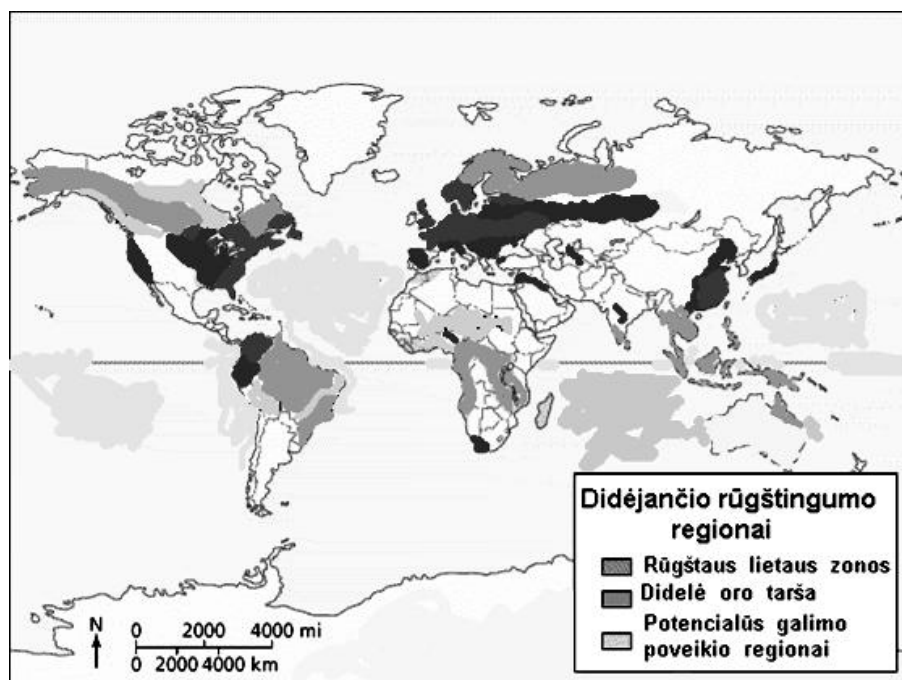
pav. SO_2 ir NO_x oksidų pernašos ir jų sklaida virš Šiaurės Amerikos žemynų

pav . Padidėjusios ekologinės rizikos JAV regionai dėl rūgščių lietų sukeltos Ph kaitos įvairiose ekosistemose (pagal Wadsworth Publishing Company /ITP, 1998)



pav. Rūgščių kritulių rizikos rajonai ir jų zonavimas Europos žemyne

Dabartiniu metu rūgštus lietus tapo jau ne regionine, o globalia ekologine problema.

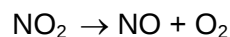


pav. Rūgštaus lietaus sukeltų ekologinių pasekmių regionai pasaulyje

RŪGŠČIŲ LIETŲ FORMAVIMASIS BEI PAŠALINIMAS IŠ ATMOSFEROS

Padidėję SO_2 ir NO_x ir angliavandenių kiekiai atmosferoje yra pagrindinės medžiagos, kurios kartu su ozonu dalyvauja atmosferinių smogų susidaryme virš didžiulių urbanizuotų teritorijų. Tokie pirminiai junginiai dalyvauja ir fotocheminiame smoge (Los Andželo tipo). Jis dažnas, kur į atmosferą šmetama daug NO_x – t. y. kur daug automobilių, pvz, Kalifornijoje, Los andžele, Mechike. Fotosmogas susidaro esant $25\text{--}35^\circ \text{C}$ oro temperatūrai., nedidelei drėgmei ir mažesniams nei 2 m/s vėjo greičiui (praktiškai esant štiliui). Šaltas vandenyno oras iš vakarų prasiskverbia po pastoviai šilto oro sluoksniu ir sudaro inversinę sinoptinę situaciją. Kylant nuo dirvos paviršiaus, šalto oro sluoksnyje temperatūra

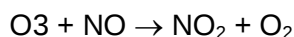
žemėje, o aukščiau – jau šiltojo oro sluoksnyje – pakyla. Abiejų oro masių riboje dujų apykaita nevyksta. Nuo ryto automobilių dujos įsotina pažemės oro sluoksnius azoto oksidais NO ir NO₂ ir įvairiais angliavandeniais (alkanai, alkenai, aromatiniai junginiai). Saulei tekant, UV poveikyje ($\lambda = 420$) prasideda fotolitinis skaidymas:



Atominis deguonis O dažniausiai reaguoja su O₂ molekulėmis, sudarydami ozoną, o taip pat ir su angliavandeniais.

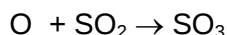
Iš angliavandenių atsipalaidavę radikalai (OH*, HO*) oksiduoja NO į NO₂ ir pagreitina ozono sintezę. Ozonas fotolizėje, veikiant UV ($\lambda=310$), atpalaiduojami sužadinti O* atomai, kurie su vandeniu sudaro OH* radikalus: $\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{OH}^*$

Pastarieji (OH*) skaido angliavandenilius, kur dalyvaujant O₂, NO ir NO₂, susidaro reaktyvūs organiniai radikalai ir galiausiai – peroksialkilnitratai. Peroksialkilnitratas (CH₃–CO–O–O–NO₂ arba sutrumpintai PAN) susidaro iš pirminių junginių etano ir eteno. Saulei leidžiantis ozonas reagudamas su azoto oksidu, suyra:

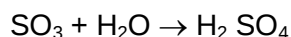


Esant tokio tipo fotosmogui, dėl susidariusių aerozolių, atmosfera tampa drumsta, neperegima, dėl didelių PAN kiekių dirgina gleivinę.

Esant aukštai oro drėgmei (> 80 proc.) ir –3 iki +5° C pramoniniuose, tankiai urbanizuotose rajonuose gali susidaryti Žieminis smogas (Londono tipo). Susidaręs inversinis pakaitinis sluoksnis blokuoja pažemio orą, todėl jis įsotinamas išmetamų dujų, daugiausia iš buitinių degimo procesų ir pramoninių įrenginių išskiriamų dulkių ir sieros dioksido. Skirtingai nuo „Los Adželo smogo“, kuris dėl esančio peroksido veikia oksiduojančiai, „Londoniškais“ turi redukuojančių savybių: sieros dioksidas, veikiant saulei, sužadinamas iki SO₂* radikalo. Pastarasis reaguoja su degunimi ir sudaro SO₄* radikalą, kuris tuojau pat, atskilus deguniui, suyra. Atominis deguonis jau oksiduoja kitą sieros dioksido molekulę:

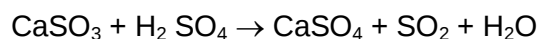


Sieros trioksidas reaguoja su vandeniu, sudarydamas sieros rūgštį, kuri ardo metalus įvairias statybines konstrukcijas:





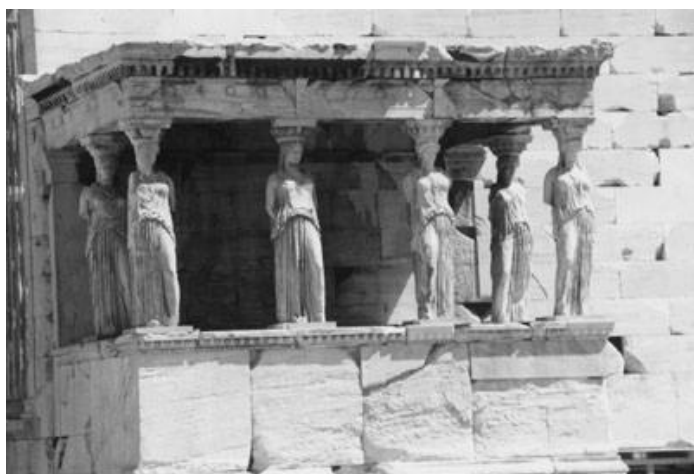
Karbonatingos uolienos, tokios kaip klintys, kalkės ir marmuras, reaguoja su sieros rūgštimi, sudarydami gipsą (CaSO_4) :



Pastarasis sugerdamas vandenį, brinksta ir suardo uolienos struktūrą; statybinė medžiaga subyra. Skystas gipsas gali sklisti uolienos paviršiumi ir sudaryti gipso plutelę ir druskų išsiskyrimą paviršiuje. Tai atsluoksniuoja akmens paviršių. Ypač didelė žala padaroma žymiems kultūros paminklams. Pavyzdžiui, vien tik Vokietijoje kasmet tokia žala skaičiuojama apie 2 milijardus markių.



upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/...



astro.cornell.edu/%7Esabrina/photos/greece01.jpg



pav. Rūgštaus lietaus poveikis įvairiems pasaulinio kultūros paveldo objektams

Dėl sieros rūgšties dūlėja ir piešiniai esantys ant stiklo - SO_2 juos išblukina, o stiklas tampa drumztas.

Šio reiškinio poveikis juntamas ir žmonėms. Nors tiek H_2SO_4 tiek ir SO_2 šarminėje burnos ertmės aplinkoje neutralizuojasi, tačiau SO_2 vėl absorbuojamas nuo dulkių dalelių sudaro higroskopiskus sieros rūgšties aerozolius, tad abi medžiagos gali patekti į plaučius ir nudeginti ten kraujo kapiliarus. Pasekmės – pseudokrupas, astma ar net mirtina plaučių edema.

SIEROS IR AZOTO JUNGINIŲ PAŠALINIMAS IŠ ATMOSFEROS

Atmosferoje atsiradusių sieros ir azoto junginių pašalinimas esant didesnei drėgmei labiau efektyvus nei sauso klimato sąlygomis. Pirmiausia, sieros dioksido oksidacija vyksta iki sulfito jonų (SO_3^-), o toliau iki daug tirpesnio vandenyje sulfato (SO_4^{2-}). Panašiai iš atmosferos pasišalina ir azoto dioksidas, lietaus vandenyje susidarant nitrato jonams. Junginių oksidacija atmosferiniu deguonimi yra

lėta, tačiau katalizuojama tokiais atsitiktiniais junginiais atmosferoje, kaip manganu ir geležimi, bei didžiausiais atmosferiniais oksidatoriais – vandenilio peroksidu ir ozonu. Oksidacijos reakcijos, kuriose dalyvauja vandenilio peroksidas, yra greitos, tačiau jo koncentracija ore maža, todėl sumažėja tokio tipo reakcijų efektas. Oksidacija su ozonu, dėl pastarojo blogo tirpumo vandenyje, yra gaug lėtesnė. Tolimose nuo taršos šaltinių teritorijose oksidacijos reakcijos yra pagrindinis sieros dioksido pašalinimo iš atmosferos mechanizmas. Labai teršiamose teritorijose, tokiose kaip Vidurio Eurropa, kur dujinio sieros dioksido koncentracija yra didelė, o vandenilio peroksido ir ozono koncentracijos yra pernelyg mažos – atmosferinio sieros dioksido oksidacija vyksta žymiai lėčiau.

Kitas sieros dioksido oksidacijos kelias yra reakcijos su hidroksilo ($\text{OH}^\cdot$) radikalais, susidarant sieros trioksidui ($\text{SO}_3^\cdot$), o iš jo – sieros rūgščiai (H_2SO_4). Šis mechanizmas nėra svarbus, kadangi oksidacijos greitis yra labai lėtas. Tačiau tokios oksidacijos greičiui įtakos turi kiti cheminiai junginiai atmosferoje, temperatūra, drėgmė, net kritulių dažnis – pvz., drėgnoje ir saulės apšviestoje atmosferoje bei esant kitiems teršalams (NO_x) sieros dioksido oksidacijos procesas pagreitėja.

Pradinė azoto emisijos forma yra azoto oksidas (NO). Šis oksidas atmosferoje oksiduojamas iki azoto dioksido (NO_2), nitrato ($\text{NO}_3^\cdot$) ar azoto rūgšties (HNO_3). Kadangi nitratai, palyginus su oksidais, gerai tirpsta vandenyje - toks oksidacijos mechanizmas yra pagrindinis azoto oksidų pašalinimo iš atmosferos būdas.

RŪGŠTŪS LIETŪS IR NATŪRALIAI RŪGŠČIOS DIRVOS

Dirva, veikiamą fizinių bei cheminių procesų, mikroorganizmų (bakterijų, grybų ir dumblių) aktyvumo, yra šaknų sistemos, didelės įvairovės bestuburių, rausiančių žinduolių buveinė. Biologinė veikla kartu su fiziniais ir cheminiais procesais vaidina svarbų vaidmenį dirvoje - augalų šaknys pašalina iš dirvos katijonus kol irstant organinei medžiagai jie vėl patenka į dirvą. Laikui bėgant nekultivuojamose dirvose susiformuoja tam tikras dirvos gylgio gradientas - nuo viršutinio humusinio sluoksnio iki apatinės motininės uolienos. Visi dirvos sluoksniai pasižymi skirtingomis cheminėmis savybėmis, todėl atmosferinių kritulių, augmenijos ar dirvos tirpalo poveikis jiems bus nevienodas. Dėl savo kilmės ir vyraujančių sąlygų (vietovės reljefo, aukščio, nuožulnumo, dirvos poringumo, kritulių kiekio ir chemijos) įvairovės dirvos net mažame plote yra heterogeninės, todėl sunku nustatyti rūgščių lietų sukeltos dirvos pokyčius. Taigi, kol kas nėra aišku, kokią įtaką dirvos rūgštėjimui turi rūgštūs lietūs ir kokią - augmenija, mikroorganizmai, žmogaus veikla (dirvos panaudojimas, miškų kirtimas ir kt.).

NATŪRALUS UOLIENŲ DŪLĖJIMAS IR KATIJONŲ MAINAI

Nors gamtinėms dirvoms būdingas vertikalus dirvos savybių gradientas, viršutinis ir apatinis dirvos sluoksniai yra glaudžiai tarpusavyje susiję. Šalnų ir sausros, ledynų ar ugnikalnių veikla sąlygoja silikatinių uolienu dūlėjimą bei smulkių dalelių susidarymą, kurių paviršiuje esantys

katijonai gali būti pakeisti biologinės kilmės karboninių ar organinių rūgščių, vyraujančių biologiškai aktyviame paviršiniame dirvos sluoksnyje, vandenilio jonais. Jeigu laisvi katijonai biologiškai ar chemiškai nesurišami, jie lėtai išplaunami į gruntinius dirvos vandenis. Didžiausias kritulių ir biologinio aktyvumo sąlygojamas dirvos rūgštingumas yra paviršiniame humusiniame sluoksnyje, tuo tarpu uolienų dūlėjimas ir katijonų mainai vyksta gilesniuose dirvos sluoksniuose. Jeigu katijonų mainai nėra palaikomi daug lėtesnio mineralinių uolienų dūlėjimo, dirva pamažu rūgštėja. Taigi, dirvai būdingas vertikalus pH gradientas nuo rūgštesnės paviršinės dirvos iki ne tokių rūgščių giluminių dirvos sluoksnių.

Uolienų dūlėjimo metu susidaro molio mineralai. Molis, taip pat kaip organinės humusinės rūgštys, savo neigiamu paviršiumi absorbuoja šarminius katijonus (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) ir tokiu būdu padidina dirvos pH. Kai kurios dirvos geležies ar mangano oksidų teigiamais paviršiais sugeba absorbuoti anijonus, pvz. sulfatus. Tuo tarpu tirpūs ir gerai biologiškai įsisavinami nitratai nėra sulaikomi dirvoje.

Stiprių audrų metu vyksta dirvos dalelių (molio ir kt.) su katijoniniu paviršiumi išsikvojimas - katijonai kartu su dirvos tirpalu patenka į gruntinius, o vėliau paviršinius vandenis. Taigi, dirvos pH laikinai bus žemesnis, kol dūlėjant uolienoms katijonai vėl bus sulaikomi dirvoje. Gausiais krituliais pasižyminčiuose regionuose, kaip Didžiosios Britanijos vakarinė pakrantė, kur motininė uoliena (granitas, smėlis, skalūnas) yra skurdi, o dirva plona, vyksta ryškūs dirvos rūgštėjimo procesai (žiūr. pav.). Tačiau ten, kur dirva turi pakankamą dūlėjančių uolienų rezervą, net per stiprias liūtis dirvos pH išlieka aukštas.

AUGALIJOS POVEIKIS DIRVOŽEMIO STRUKTŪRAI IR CHEMIZMUI RŪGŠTAUS LIETAUS ATVEJAI

Augalai bei mikroorganizmai, įsisavindami ar išskirdami protonus, dalinai reguliuoja dirvos rūgštingumą. Biologiniai procesai, sąlygojantys vandenilio jonų judėjimą dirvoje, yra katijonų ir amonio jonų įsisavinimas, su nitrifikacija susijęs mineralinių medžiagų skaidymas, organinės sieros oksidacija, organinio fosforo mineralizacija. Gyvi organizmai dalyvauja ir cheminiuose procesuose: vandens ir organinių rūgščių disociacijoje, CO_2 tirpime, katijonų - vandenilio jonų mainuose, sulfidų ir SO_2 oksidacijoje, NH_4^+ ir No_x nitrifikacijoje bei denitrifikacijoje. Kai kurie iš šių procesų priklauso nuo metų laiko ar temperatūros, pavyzdžiui, augančios augalų šaknys be nitratų, amonio bei sulfatų įsisavina ir vandenilio jonus, tačiau instant organinėms liekanoms šių jonų koncentracija dirvoje padidėja. Rūgščius lietus tyrinėję mokslininkai pateikė vėliau patvirtintą išvadą, kad dirvų rūgštėjimą greičiau sukelia tokie procesai, kaip žemės panaudojimas, miškų kirtimas, įšalo-atlydžio periodai, nei rūgščių lietų poveikis dirvai.

Europos ir Šiaurės Amerikos vakarinių regionų, kuriems būdingas vėsus su gausiais krituliais klimatas, dirvos pasižymi silpnu bakteriniu aktyvumu. Tokiu būdu dirvoje kaupiasi organinės medžiagos - taip formuojasi rūgščios dirvos, kurių pH gali būti daug žemesnis nei žemės paviršių pasiekiančių kritulių pH. Jūrų bei vandenynų pakrantėse iškritus jūros druskomis prisotintiems krituliams dirvos tirpalas dar greičiau rūgštėja, nes jūros druskose esanti didesnė katijonų (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) nei anijonų koncentracija pasikeičia prie dirvos dalelių prisitvirtinusios vandenilio bei aliuminio jonus.

DIRVŲ RŪGŠTĖJIMO RAIDA

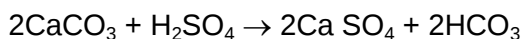
Per visą savo geologinę istoriją dirvos palaipsniui keitėsi ir kol kas jos dar nepasiekė pusiausvyrinės stadijos. Dirvų formavimosi iš motininės uolienos greitis priklauso nuo šios uolienos rūšies ir apima nuo kelių iki kelių šimtų tūkstančių metų. Per visą dirvų formavimosi laikotarpį dėl natūraliai rūgščių kritulių bei organinių medžiagų kaupimosi dirvos tirpalo pH mažėja. Po pramonės revoliucijos į aplinką išmetama vis daugiau rūgščių lietus sudarančių junginių, kurie turbūt tik pagreitino natūralų dirvos rūgštėjimo procesą. Tuo tarpu dirvų atsistatymas net žymiai sumažėjus rūgštis sudarančių junginių emisijai yra labai lėtas, nes kaip minėta, dirvos rūgštingumo sumažėjimas priklauso nuo motininės uolienos dūlėjimo.

Dabartiniu metu iškyla klausimas, ar per 200 metų išaugusi atmosferos tarša žymiai pagreitino natūralų dirvos rūgštėjimą. Atsakyti į šį klausimą vis dar sunku, kadangi dirvos yra heterogeninės net labai mažame plote, taip pat keičiasi priklausomai nuo sezono ir metų. Per daugelį metų dirva pasikeičia ir dėl augmenijos sukcesijos bei praktinio žemės naudojimo. Be to, tiriant rūgščių lietų poveikį dirvos chemijai labai svarbu naudoti tuos pačius dirvos tyrimo metodus bei tirti tą pačią vietovę. Nustatyta, kad daugelyje vidutinės klimatinės juostos miškų ekosistemų dirvų gana sparčiai vyksta natūralus jų rūgštėjimas, ir dirvų pH šioje juostoje jau yra mažesnis nei lietaus pH.

Unikalius tyrimus atliko švedų mokslininkas C.O. Tamm, kuris ištyrė miškingą vietovę Švedijos pietvakariuose 1983 metais, kai jo tėvas tą pačią teritoriją bei tas pačiais metodais buvo ištyręs 1927 m. Tamm ir jo kolegos nustatė, kad 1983 metų pavyzdžiuose dirvos pH sumažėjo vienetais lyginant su 1927 m. pavyzdžiais. Atrodo, pagrindinė dirvų pH sumažėjimo priežastis yra per 57 metus padidėjęs kritulių rūgštingumas, tačiau pH skirtumai tarp gretimų dirvų bei trumpi sezoniniai dirvos pH pokyčiai siekė 0,6. Teiginys, kad dirvos rūgštingumas padidėja tik dėl padidėjusio kritulių rūgštingumo, kol kas nėra statistiškai patikimas.

DIRVŲ RŪGŠTĖJIMAS

Atmosferiniuose krituliuose esančios stiprios rūgštys (H_2SO_4 ir HNO_3) mažina dirvos pH bei šarmų koncentracijas dirvoje – dėl to dirvos tirpale padidėja vandenilio jonų koncentracija bei sumažėja dirvos derlingumas. Kol dirvoje yra kalkių, jos neutralizuoja patekusias rūgštis:



Hidrokarbonato jonai (HCO_3^-) sujungia metalų jonus (Ca^{2+} , Mg^{2+}). Iš dirvos išplaunami metalų hidrokarbonatai. Kiti H^+ jonai pakeičia molio mineralų (silikatinis buferis) K^+ , Na^+ , Mg^{2+} ir Ca^{2+} jonus. Jei buferinė talpa išsekvota – atpalaiduojami Al^{3+} jonai, kurie paprastai yra stambiamolekuliniuose aliuminio hidroksido jonuose. Al^{3+} drauge su atsipalaidavusiais sunkiaisiais metalais ir susidariusios katijoninės rūgštys ardo šaknų sistemą.

Kol kas plačiai paplitę dirvų rūgštėjimas dėl rūgščių kritulių lauko tyrimuose nėra įrodytas, nors tokie tyrimai, kaip jau minėto Tamm bei Hallbacken (1988) darbas tiesiogiai nurodo rūgščių kritulių sukiamą dirvos rūgštėjimą. Nors mokslininkai vis dar neatsisako dirvos rūgštėjimo tyrimų lauko sąlygomis, tačiau tokie tyrimai tęsiasi ilgai, be to, dauguma miškų dirvų jau yra pakankamai rūgščios bei turi santykinai didelę buferinę galią. Įvertinant dirvų rūgštėjimą svarbu nustatyti uolienu dūlėjimo greitį, o tai vis dar sudėtinga.

Rūgštūs krituliai greitai veikia tik nedidelę dirvos tipų dalį, ir šias dirvas galima apibrėžti pagal Turner ir kitus (1986) kaip silpnai buferingas, vidutinio šarmų prisotinimo (nuo 20% iki 60%) smėlio dirvas, kurioms būdingas mažas koloidinių dalelių kiekis bei $\text{pH} > 4,5$. Tai rodo, kad dauguma miškų dirvų nėra ypač jautrios greitam rūgščių kritulių poveikiui.

Dirvos rūgštėjimą galima apibūdinti keliais parametrais: pH reikšme, buferine galia, prisotinimu šarmais ir mainų katijonų (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) atsarga. Šie parametrai tarpusavyje glaudžiai susiję:

- karbonatinis ir silikatinis buferis: $\text{pH} > 5,0$, didelis prisotinimas šarmais, didelės katijonų atsargos (proporcingai molio ir humuso kiekiui);
- katijonų mainų buferis: $\text{pH} > 4,2$, šarmų prisotinimas virš 15%, vidutinės katijonų atsargos;
- Al, Al/Fe buferis: $\text{pH} > 4,2$, šarmų prisotinimas žemiau 5% (10% humusu turtingose dirvose), mažos katijonų atsargos nepriklausomai nuo molio ar humuso kiekio.

Nors tokia klasifikacija gali būti naudojama dirvos jautrumo rūgšties krituliams įvertinimui globaliniu mastu, tačiau ji nepalengvina vėsiaus, drėgno, vidutinio ir borealinio klimato sąlygomis egzistuojančių miškų dirvų rūgštėjimo nustatymo, kur dirvos jau yra rūgštinės.

Taigi, buferinė dirvos geba yra labai didelė. Tačiau, jeigu rūgštūs lietūs tęsiasi ilgai, ši natūrali geba gali būti išnaudota ir vyks dirvos pH mažėjimas. Stipriai erozijos paveiktos senesnės dirvos, tokios kaip rūgščios bei humusu neturtingos smėlio dirvos, greičiau rūgštėja, nes turi daug su koloidinėmis dalelėmis susijusių bei lengvai pakeičiamų aliuminio jonų. Iš sedimentinių uolienu susiformavusios jaunesnės dirvos, turinčios didesnes katijonų (Ca^{2+} , Mg^{2+}) atsargas, šarmėja. Tačiau katijonai gali būti pakeisti protonais bei išplauti iš dirvos. Erozinės poveiktų bei maisto medžiagomis

neturtingų dirvų pavyzdžiai yra daugelis Australijos dirvų ar jaunesnio amžiaus poledynmečio iš rūgštinių uolienų susiformavusios Skandinavijos dirvos. Greitai rūgščių kritulių yra veikiami ir granitinių uolienų regionai Rytų Kanadoje.

Pirmieji dirvos pH matavimai buvo atlikti 1920 metais. 1930-50 metais atlikti tyrimai parodė, kad šarmų koncentracija mišrių miškų dirvose buvo daug didesnė nei vėlesniais metais tirtose tose pačiose dirvose. Taigi, pramonės rajonuose bei kalnuotose vietovėse vyko greitas dirvų rūgštėjimas. Eglėmis apsodintiems plotams, vėliau tapusiems lapuočiais ar mišriais miškais, būdingas dirvos rūgštėjimas dėl ekosistemos sukcesijos. Tačiau ne visada dirvų rūgštėjimas priklauso nuo vidinių ekosistemos procesų. Daugelis bukų (*Fagus sylvatica*) tyrimų parodė, kad aplink jų kamienus dirvos rūgštingumas didesnis palyginus su tolimesnėmis nuo bukų vietomis. Tačiau Pietų Europoje, kur rūgščių kritulių kiekis nedidelis, bukų augimvietėse dirvų pH sumažėjimas nepastebėtas.

Paprastai dėl rūgščių lietų poveikio dirvos tirpale padidėja aliuminio judrumas, o tuo pačiu ir jo toksiškumas dirvos organizmams (*aliuminio hipotezė*). Kai šarmų koncentracija dirvoje maža, aliuminis į dirvos tirpalą patenka hidrolizės ar katijonų mainų reakcijų metu. Taigi rūgščių dirvų, išskyrus mažai molio dalelių turinčias durpines dirvas, pH yra palaikomas aliuminio jonams judant nuo molio dalelių paviršiaus į dirvos tirpalą.

Azoto ir sieros ciklų pokyčiai. Kaip jau minėta, rūgščius lietus sudaro sieros ir azoto junginiai – augalams būtinos mitybinės medžiagos. Dirvos organizmai bei aukštesnieji augalai įsisavina į miškų dirvas patekusią didelę NO_3^- dalį, tuo tarpu SO_4^{2-} jonai sąlygoja dirvos rūgštėjimą.

Atmosferinių kritulių azotas, kaip tarša, kai kuriose vietovėse paspartina medžių augimą, nors globaliniu mastu miškų augimo pagreitinėjimas dėl krituliuose esančio azoto nenustatytas. Tuo tarpu azoto perteklius dirvos tirpale keičia medžių fiziologinę būklę, konkurencijos dinamiką. Grennfelt ir Hutberg (1986) nurodo, kad nedidele azoto koncentracija lietaus vandenyje pasižyminčiose vietose augalai įsisavina daugiau nei 95 proc. viso ant žemės paviršiaus nusėdusio azoto, kai regionuose, kur azoto koncentracija krituliuose yra didelė. Pavyzdžiui, Centrinėje Europoje, azotas kaupiasi dirvoje, kuri tampa prisotinta šiuo junginiu dešimtmečiams.

Dirva sulaiko tik dalį atmosferinės sieros, o kita dalis, kaip SO_4^{2-} anijonai, patenka į dirvos tirpalą. Judrūs SO_4^{2-} anijonai mažina dirvos derlingumą ir padidina aliuminio bei Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ jonų transportą į gėlyjų vandenų ekosistemas. Dirvos skiriasi savo sugebėjimu sulaikyti SO_4^{2-} , ir tai dažnai yra pagrindinė dirvos savybė, nusakanti jos jautrumą rūgšties krituliams. Santykinai neužterštų vietų dirvoje dominuojantys anijonai yra bikarbonatiniai, tuo tarpu rūgščių kritulių rajonuose, kaip šiaurės rytinė JAV dalis, SO_4^{2-} jonai kartu su organinėmis rūgštimis dirvos tirpale tampa pagrindiniu anijonu.

DIRVOŽEMIO PRATURTINIMAS MIKROELEMENTAIS

Degant kurui kartu su sieros ir azoto junginiais į aplinką patenka tokie metalai, kaip švinas, cinkas, kadmio, nikelis, manganas. Kai kurie iš šių elementų yra būtini augalams (Zn, Mn), tačiau didelės jų koncentracijos aplinkoje yra toksiškos organizmams. Šie su krituliais į dirvą patenkantys metalai kaupiasi joje, slopina dirvos mikroorganizmų aktyvumą (tuo pačiu ir gyvybinių elementų apytaką). Kai kurie metalų veikimo mechanizmai yra panašūs į aliuminio, tačiau jų toksiškos organizmams koncentracijos yra daug mažesnės nei Al. Mikroelementų veikimo pakopos yra tokios: nusėdimas–kaupimasis–judrumas–toksiškumas. Tačiau kol kas dar neįrodyta, kad metalų susikaupimas dirvoje prisideda prie miškų nykimo. Nors ilgalaikis mikroelementų perteklius miškų dirvoje gali keisti dirvos mikroorganizmų vykdomus procesus, šių metalų koncentracijos net užterštose vietose turbūt nėra ypač pavojingos ekosistemoms.

Organinių medžiagų skaidymo pokyčiai. Miškų dirvos mikroflora yra ypač svarbi miškų būklės ir funkcijų palaikymui ir dalyvauja organinių medžiagų skaidyme, mineralinių medžiagų transformacijoje, azoto fiksacijoje ir simbiotinių ryšių formavime su aukštesniaisiais augalais (mikorizėje). Rūgštūs lietūs gali paveikti mikroorganizmų populiacijas bei jų įvairovę, kartu veikiant organinių medžiagų skaidymą ir transformaciją, tam tikrus azoto ciklo etapus, ypač nitrifikaciją. Siera, patekusi į dirvą, greitai tampa biologiškai aktyvia ir stipriai veikia dirvos fauną ir mikroflorą. Manoma, rūgščių lietu poveikis dirvos mikroflorai nėra pagrindinė miškų mažėjimo priežastis ir, kaip mikroelementų atveju, pasireiškia tik vietiniu mastu. Nors rūgščių kritulių įtaka mikroorganizmams dėl tyrimų sudėtingumo vis dar lieka pilnai nenustatyta, daugumos mokslininkų nuomone rūgštūs lietūs nesukelia stiprių dirvos mikrofloros pokyčių.

RŪGŠČIŲ KRITULIŲ ĮTAKA MIŠKŲ DIRVOŽEMIŲ PRODUKTYVUMUI

Miškų dirvos yra dinaminės ir kompleksinės. Jų rūgštingumo padidėjimas anksčiau priklausęs tik nuo natūralių procesų, dabartiniu laikotarpiu įtakojamas ir paskutinius dešimtmečius išaugusios atmosferinės taršos. Per šį periodą pasiūlyta nemažai hipotezių, susijusių su galimais rūgščių kritulių efektais dirvai. Nors hipotezės buvo kuriamos viena po kitos, nė viena iš jų nenurodė pagrindinės miškų mažėjimo priežasties. Dabartiniai gėlių vandenių ekosistemų pokyčiai, manoma, yra susiję su sieros junginiais, esančiais atmosferiniuose krituliuose. Visos rūgščių kritulių įtakos miškų dirvų produktyvumui hipotezės yra tarpusavyje susijusios, tačiau galima išskirti kelis pagrindinius rūgščių lietu sukeltus efektus dirvai, kaip dirvos rūgštėjimą, azoto ir sieros ciklų pokyčius, dirvos tirpalo praturtinimą metalais bei organinių medžiagų skaidymo pokyčius.

RŪGŠČIŲ KRITULIŲ EFEKTAI MIŠKŲ DIRVOS BIOTAI -

POKYČIAI ATSKIRŲ INDIVIDŲ IR POPULIACIJŲ (BENDRIJŲ) LYGMENYJE

Pradžioje stebimi miško paklotės augalų individualūs pažeidimai ar sutrikdyto jų vystymosi/vegetacijos pokyčiai. Visa tai netrunka atsiliepti tos ar kitos rūšies, populiacijos, galop ir visos bendrijos būklei.

lentelė . Rūgštaus lietaus poveikis augalams ir jų bendrijoms

RŪGŠČIŲ LIETŲ POVEIKIS	AUGALŲ GYVYBINIŲ FUNKCIJŲ SUTRIKIMAI
Tiesioginis rūgštaus lietaus srauto poveikis	Tiesioginiai lapų organų pakenkimai, kutikulos suardymas, augalų žūtis
Netiesioginis rūgštaus lietaus ir aukštesnės temperatūros (jo pasėkoje), normalių kritulių trūkumo poveikis	Lapų ir spyglių žiotelių stangrumo susilpnėjimas, padidėjusi transpiracija, lapų ir spyglių kritimas, sumažėjęs atsparumas šalčiams, kenkėjams, ligoms ir kt., medžių lajos išretėjimas
Rūgštaus lietaus pasėkoje prasidėjęs mineralinių medžiagų išplovimas iš dirvožemio	Augaluose prasideda vandens ir maisto medžiagų stoka ir jų siurbimo sutrikimai, dirvožemio pedocenozių struktūriniai pokyčiai
Dirvos rūgštėjimas ir toksiškų metalų jonų atpalaidavimas	Augalų smulkiųjų šaknų pakenkimai

Gamtinės ekosistemos yra dinaminės, ir jų svyravimai priklauso tiek nuo gamtinių (gaisrai, sausra, patogeninių vabzdžių puolimas, ugnikalnių išsiveržimai, uraganai), tiek nuo antropogeninių (medžioklė, pasėlių retinimas, pesticidų ir trąšų panaudojimas, drėkinimas, gaisrų reguliavimas, atmosferinė tarša) procesų. Šie veiksniai gali turėti tiek teigiamos, tiek neigiamos įtakos ekosistemoms ar sukelti kartu ir teigiamą, ir neigiamą ekosistemų atsaką. Pakitus vienam ar daugiau ekosistemos komponentų, kaip organinei ar neorganinei medžiagai, klimatui, producentams, vartotojams ar skaidytojams, mitybinei grandinei, rūšių įvairovei, sukcesijai, energijos srautui, biogeocheminiam ciklui, gali sutrikti visos ekosistemos veikla, nes visi šie 11

komponentų tarpusavyje yra glaudžiai susiję ir vieno komponento pokytis gali nulemti visos ekosistemos būklę. Tačiau nedideli pokyčiai yra būtini ekosistemos įvairovės ir produktyvumo palaikymui. Po aštrus ir trumpalaikio biotinių ar abiotinių faktorių poveikio ekosistema greitai atsistato, tuo tarpu tiek laike, tiek ir erdvėje besitęsiantys chroniški stresai turės visiškai kitokį poveikį ekosistemoms. Tačiau ne visos ekosistemos vienodai reaguoja į aplinkos pokyčius – ekosistemos skiriasi inertiškumu (ekosistemos priešinimasis aplinkos stresams) ir tamprumu (ekosistemos sugebėjimas greitai atstatyti visas funkcijas).

Oro taršos poveikis įvairiems ekosistemos organizmams yra nevienodas. Be to, ekosistemos reakcija į taršą, kaip jau minėta, yra kompleksinis procesas. Esant mažai oro taršai, ekosistemos augmenija bei dirva funkcionuoja kaip filtratoriai ar receptoriai. Tuo atveju poveikis ekosistemai yra nepavojaingas ar net stimuluojantis. Kai į ekosistemą patenka vidutinis teršalų kiekis, gali sumažėti biomasės produktyvumas, vykti rūšinės sudėties ar bendrijos struktūros pokyčiai, padidėti neatspraudimas ligoms.

lentelė . Rūgštaus lietaus poveikis miškų ekosistemose

RŪGŠČIŲ LIETŲ POVEIKIS	EKOSISTEMOS POKYČIAI
Padidėjęs aliuminio jonų kiekis dirvoje sukelia augalų smulkių šaknų ligas.	Populiacijos gyvybingumo mažėjimas, didėjanti konkurencija, rūšinės sudėties pokyčiai biocenozėse
Dirvos rūgštėjimo didėjimas skatina mitybinių medžiagų pokyčius ir šaknų ligas.	Populiacijos struktūros ir pagrindinių parametrų pokyčiai, sustiprėja konkurencija, naujos ligos ir parazitai.
Iš lapų išplaunami mitybiniai katijonai	Keičiasi biogeocheminių ciklų greičiai miško fitocenozėse
Mitybinių elementų katijonai išplaunami iš aktyvaus augalų šaknimis siurbiamojo dirvos sluoksnio	Kinta biogeocheminių ciklų greičiai visoje ekosistemoje
Padidėjusios sunkiųjų metalų ir vandenilio jonų koncentracijos dirvoje sąlygoja padidėjusį jų kiekį augaluose ir įvairialypį poveikį pedocenozėms.	Poveikis destruktorių populiacijoms, biogeocheminių ciklų greičiai, keičiasi biocenozės rūšinė įvairovė.
Rūgštiniai krituliai sutrikdo įprastą anglies kiekio pasiskirstymą įvairiuose cikluose	Keičiais biocenozės produktyvumas, energijos kaupimas, biomasės kiekiai

Rūgštiniai krituliai didina arba mažina dirvos nariuotakojų–fitofagų aktyvumą.	Poveikis ekosistemos mitybinėse grandinėse (vartotojams), keičiasi vabzdžių populiacijų struktūros
Rūgštiniai krituliai didina arba mažina patogeninių mikroorganizmų aktyvumą.	Poveikis vartotojams ir patogeninių mikroorganizmų populiacijų struktūra.
Rūgštiniai krituliai didina arba mažina abiotinių faktorių (temperatūros, drėgmės, vėjos, mitybinių medžiagų) poveikį populiacijoms	Populiacijų dinaminė kaita, didėja medžių konkurencija, keičiasi rūšinė sudėtis
Didėja dirvos erozija keičiasi dirvos katijonų prieinamumas.	Ekosistemoje keičiasi biogeocheminių ciklų greičiai
Didėjantys azoto ir sieros junginių kiekiai aplinkoje keičia azoto ir sieros ciklų dinamiką.	Keičiasi biogeocheminių ciklų greičiai visose ekosistemose
Rūgštiniai krituliai didina arba mažina mikroorganizmų simbiotinius ryšius su augalais.	Keičiasi biocenozų produktyvumas ir energijos kaupimas jose
Rūgštiniai krituliai veikia vieną ar kelis reprodukcijos ar augalų daigų metabolizmo procesus.	Prasideda neprognozuojami populiacijų struktūriniai pokyčiai, didėja vidurūšinė ir tarprūšinė medžių konkurencija, keičiasi rūšinė fitocenozų sudėtis
Rūgštiniai krituliai trikdo metabolinius procesus, tokius kaip: fotosintezę, kvėpavimą, vandens įsisavinimą, garavimą.	Intensyvėja populiacijų dinamika, didėja rūšių konkurencija ir keičiasi rūšinė sudėtis

Didelės teršalų dozės veikia ekosistemos rūšių įvairovę, energijos srautus bei biogeocheminę apytaką, sąlygoja klimatinius, hidrologinius ir erozinius ekosistemos pokyčius, taip pat įtakoja kitas ekosistemas.

Dabartiniu metu yra tikrinamos rūgščių kritulių poveikio miškų ekosistemoms mechanizmų hipotezės. Pagrindinės ir svarbiausios hipotezės pavaizduotos lentelėje. Nė vienos iš pateiktų hipotezių negalime apibūdinti kaip svarbiausios ar dominuojančios rūgščių kritulių ir miškų sąveikoje. Tuo pačiu negalime nė vienos iš šių hipotezių ir atmesti.

Dėl tokios didelės mechanizmų įvairovės, rūgštūs lietūs vaidina pradinį, prisidedantį ar lemiamą vaidmenį miškų nykimo procese. Smulkių šaknų funkcijų sutrikimai dėl laipsniško aliuminio ar sunkiųjų metalų, tokių kaip šinas, manganas, cinkas ir kt., koncentracijos didėjimo dirvos tirpale ar mitybinių medžiagų trūkumas dėl nuolatinio katijonų išsiplovimo iš dirvos veikia kaip pradiniai ar prisidedantys veiksniai. Biotiniai veiksniai - šaknų grybinė infekcija, vabzdžių puolimas, medžių žievės infekcija vabalais - gali veikti kaip prisidedantys stresai. Ypač rūgščių kritulių patekimas į

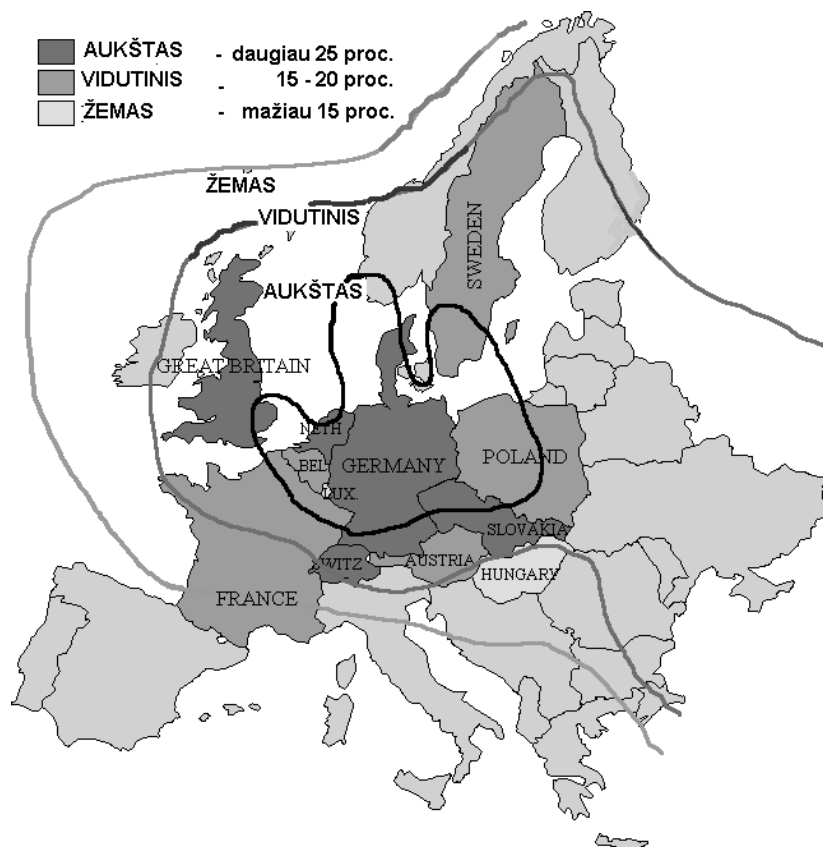
ekosistemą veikia kaip lemiamas stresas. Vis dėlto šiuo metu miškų, pvz., Šiaurės Amerikoje, mažėjimo pagrindinė priežastis nėra siejama su rūgščiais krituliais.

Detalūs rūgščių lietų poveikio miškų ekosistemoms tyrimai buvo atlikti šiaurės vakarinėje Vokietijos dalyje. Šioje dalyje tirti miškai būdingi daugeliui Europos bei kitų panašaus klimato vietovių. 5 pav. Rodo į dirvas patenkančių ir iš jos išsiplaunančių kritulių šarmingumą (NO_3^- , HCO_3^-) ar rūgštingumą ($1/2 \text{Mn}^{2+}$, $1/3 \text{Al}^{3+}$, H^+ + 6NH_4^+) devyniose tirtose miškų ekosistemose. 1-ai ekosistemai būdinga kalkinė dirva, 2-os ekosistemos dirva pasižymi vidutiniu šarmų prisotinimu, 3-ios - vidutiniu šarmų prisotinimu tik podirvyje, 4-9 -os ekosistemų dirvoms būdingas šarmų prisotinimas iki 10% viso dirvos sluoksnio. Taigi, visose ekosistemose, išskyrus 8-ą, protonai yra sulaikomi dirvoje. 8-ai ekosistemai būdinga stipriai rūgšti dirva (per visą dirvos sluoksnį dominuoja Al/Fe buferis), nesulaikanti vandenilio jonų. Tokiu būdu šios ekosistemos tolesnis dirvos rūgštėjimas dėl rūgščių kritulių mažai tikėtinas. Taip pat visose ekosistemose, išskyrus 9-ą, yra sulaikomi NH_4^+ jonai. 9-ai ekosistemai būdinga skurdi augmenija bei lėtas organinių liekanų skaidymas, o dirvos rūgštingumas, matyt slopina biologinį aktyvumą, todėl dalis NH_4^+ jonų yra organizmų neįsisavinami bei išplaunami iš dirvų. Ekosistemose, kurių dirvoms būdingas Al buferis (4-7,9), rūgštinių jonų išsiplovimas lygus patekimui, o pagrindinis išsiplaunantis rūgštinis katijonas yra Al^{3+} . 1-oje, 2-oje ir 9-oje ekosistemose NO_3^- jonų išsiplauna daugiau nei patenka - šių ekosistemų dirvos prisotintos NO_3^- jonais. Iš 1-os ir 2-os ekosistemų (katijonų mainų buferis) daugiau sulfatų išsiplauna nei patenka, 4-a ekosistema dar sulaiko sulfatus, tačiau 5-7-a pasižymi didesniu šių jonų išsiplovimu nei patekimu į dirvą. Taigi, rūgščių lietų poveikis dirvai priklauso nuo dirvos buferinės sistemos, augmenijos, be to, rūgštūs krituliai neabejotinai veikia mineralinių medžiagų apytaką bei dirvos rūgštingumą.

RŪŠČIŲ LIETŲ, DIRVOŽEMIO RŪGŠTĖJIMO POVEIKIS AUGALAMS

Žvelgiant globaliu mastu visu pirma rūščių lietų ekologinė problema Europos žemyne siejama su miškų ir stovinčių vandenų (ežerų) ekosistemų degradacija.

Galima būtų išskirti pagrindines miškų žūties ir nykimo priežastis: besikeičiantis klimatas, miškininkystės (ūkininkavimo) klaidos, grybai, bakterijos, kenkėjai, tačiau svarbiausia priežastis taršos (prie jos priskiriami ir rūgštūs lietūs) sukelti pakenkimai. Medžių nudžiūvimas yra pasekmė viso komplekso tarpusavyje susijusių priežasčių, kurios tarpusavyje saveikauja. Rūgštūs lietūs iškrenta daugiausia ant lapų, spyglių arba ant dirvos bei šaknų.



pav. Rūgščių kritulių koncentravimosi teritorinis pasiskirstymas sutampa su poveikio miškams (medžių sunykimo dalis %) tendencijomis Europoje

Pirmine lapų ir spyglių pakenkimo priežastimi laikoma ozono (ozono hipotezė) arba rūgštis sudarančių sieros ir azoto oksidų (ekosisteminė hipotezė) poveikis.

Ozonas pažeidžia lapų ir spyglių kutikulą. Per žioteles jis patenka į gilesnius audinius ir, reaguodamas su ląstelių sienelių vandeniu, sudaro OH^* radikalus. Pastarieji pažeidžia chloroplastų tilakoidų membranas. Dėl tiesioginio ozono poveikio padidėja maisto medžiagų išplovimas. Ozonas užima membranų fosfolipidų dvigubas jungtis ir SH grupes ir dėl to padidėja membranų pralaidumas. Ozonui paveikus lapų ir spyglių žiotelės užsiveria ir taip stabdomi fotosintezės procesai.

Skirtingai nei ozono, sieros dioksido koncentracijos atveria žioteles. Dėl ko padidėja išgarinimas, o sausringais metais augalai dėl vandens trūkumo patiria net fiziologinį stresą. Tuo metu per tokias pažeistas žioteles rūgščių kritulių išplaunami centriniai chlorofilo Mg^{2+} atomai. Dėl to trikdoma fotosintezė, spygliai gelsta, jų asimiliacinės galimybės sumažėja. Šaknys, irgi veikiamos

rūgščių, nepajėgia skubiai atstatyti reikalingų spygliuose maisto medžiagų (Mg^{2+} nuostolių). Tokio medžio augimas sulėtėja.

Dėl padidėjusios NO_2 koncentracijos krituliuose lapai įsotunami nitratais (NO_3^-). Pastarieji fermentų suskaldomi iki nitritų (NO_2^-) ir toliau iki galimo panaudoti amonio (NH_4^+). Kadangi nitrato redukcija vyksta greičiau nei nitritų, ląstelėse susikaupia nitritų perteklius, kenkiantis tilakoidų membranoms.

RŪGŠČIŲ POVEIKIO MEDŽIŲ ŠAKNIMS ĮVERTINIMAS.

Rūgščių poveikis medžių šaknims sukelia šaknų sulėtėjimą, mitybinių medžiagų įsisavinimo greičio pokyčius bei pakitusią elementų sudėtį šaknyse.

Šaknų ilgio mažėjimo tyrimuose su medžių rūšimis išskirtos tokios šaknų pažeidimų klasės: 1-a pažeidimų klasė: pirminių šaknų viršūnė ruduoja ir toliau nebeauga. Ji gali regeneruoti, arba susiformuoti nauja šoninė šaknis ir vystytis kaip pagrindinė; 2-a pažeidimų klasė: šaknų apmirimas, jos nebeauga bei nesiformuoja šoninės šaknys.

Konstatuotas Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonų įsisavinimo greičio sumažėjimas; dėl rūgščių kritulių poveikio dirvai šių katijonų augalų įsisavinimas sulėtėja net 50 proc. todėl medžių šaknyse, žievėje ir daiguose labai sumažėja būtinų elementų koncentracijos. Tyrimai parodė, kad rūgščiose dirvose šaknų žievės ląstelių sienelėje kalcis pakeičiamas aliuminiu. Kadangi kalcis yra labai svarbus elementas ląstelės sienelės struktūros palaikymui, jo pakeitimas aliuminiu slopina ląstelės ilgėjimą. Perkėlus pažeistas šaknis į nerūgštinį tirpalą, jos regeneruoja. Net jeigu viršutinė šaknų meristema suardyta, paprastai susiformuoja naujos šoninės šaknys. Jaunų šaknų žievėje greitai atsistato įprasta kalcio koncentracija, jeigu terpė prisotinta šiuo elementu. Tuo tarpu senesnių šaknų žievėje aliuminis nėra pilnai pakeičiamas kalciumu.

Konstatuotas ir rūgščių kritulių sukeliamas aliuminio jonų poveikis.

Didėjant aliuminio koncentracijai dirvoje, nustatyti tokie norveginės eglės (*Picea abies*) pažeidimai: šaknų viršūnėse susiformuoja augliai, o žemiau viršūnių vystosi pilkos bei rudos zonos < sumažėja šaknų augimo greitis ir vandens įsiurbimas < eglių spygliai geltonuoja ar geltonai raudonuoja < šaknų apmirimas nuo viršūnės.

Kaip jau minėta, padidėjus aliuminio koncentracijai dirvoje, labai sumažėja kalcio ir magnio koncentracijos šaknų ląstelėse. Šaknų augimo sulėtėjimas ir šaknų pažeidimai turbūt priklauso nuo Ca ir Al koncentracijų santykio dirvoje. Magnio įsisavinimas taip pat priklauso nuo Mg/Al koncentracijų santykio ir gali būti svarbus net jei Ca/Al santykis yra aukštas. Pastebėta, kad dėl aliuminio poveikio šių elementų koncentracijos sumažėja ne tik šaknyse, bet ir žievėje bei lapuose.

Pietų Švedijoje Puhe ir kiti (1986) nustatė, kad norveginės eglės augimvietėse, kuriose vyravo stipriai rūgščios ir šarminių katijonų trūkumą jaučiančios dirvos, dauguma stambių medžių šaknų buvo mirusios. Pastebėta, kad mikorizę sudarančių gybų apvalkalas nesulaiko aliuminio jonų transporto į šaknų žievę. Kiti tyrimai parodė, kad dalis šaknų sistemos rūgščiose dirvose gali palaikyti savo gyvybingumą mėnesius, o aliuminiui išsiplovus iš rizosferos zonos dirvos tirpalo toliau normaliai funkcionuoti. Tačiau kita šaknų dalis greičiau ar lėčiau žuva. Olandijoje dėl padidėjusios aliuminio jonų koncentracijos spygliuočių miškų dirvose nustatytas pumpurų produkcijos, mikorizės tipų skaičiaus sumažėjimas bei šaknų viršūnių be mikorizės apvalkalo skaičiaus padidėjimas.

Galimi ir sunkiųjų metalų poveikio efektai. Yra žinoma, kad Cr ir Pb išsiplauna labai mažai tik iš priemolio dirvų (ten gali kauptis), tačiau kiek šių elementų patenka į smėlio dirvas, tiek iš jų ir išsiplauna. Daug daugiau Co, Ni, Cd rūgščiose dirvose išsiplauna, negu kad patenka į dirvą su krituliais. Zn srautas dirvoje taip pat priklauso nuo dirvos pH - rūgščiose dirvose šis elementas nėra sulaikomas. Tokiu būdu dėl dirvos rūgštėjimo augmenijoje gali labai sumažėti Zn koncentracijos. Didžioji Cu dalis kaupiasi dirvoje, o jo dalis biomasėje yra labai maža.

Didėjant dirvos rūgštingumui, didėja sunkiųjų metalų judrumas. Tai būdinga tokiems metalams kaip Co, Cd ir Be, kurie su dirvos dalelėmis nesudaro stiprių kompleksų. Tuo tarpu Pb, Cr, As, Hg, Ag ir Cu su organinėmis dalelėmis suformuoja stabilus kompleksus ir tokiu būdu kaupiasi viršutiniame miškų dirvos sluoksnyje. Šie elementai dirvos tirpalu juda kartu su organine medžiaga. Pb toksiškumas organizmams priklauso nuo dirvos tirpalo sudėties - kuo mažiau dirvos tirpale mitybinių medžiagų, tuo didesnis švino poveikis medžiagų šaknų ilgėjimui. Taigi dėl dirvos rūgštėjimo padidėjus metalų judrumui kartu su naudingais elementais augalų šaknys įsisavina ir didesnius sunkiųjų metalų kiekius. Tokiu būdu sunkiųjų metalų koncentracijos padidėjimas šaknyse gali sąlygoti smulkių šoninių augalų šaknų apmirimą.

RŪGŠČIŲ KRITULIŲ POVEIKIS MIKORIZEI.

Mikorizė - tai simbiotiniai ryšiai tarp vienos ar kelių grybų rūšių ir augalų šaknų. Augalams simbiozė yra ypač svarbi mitybinėmis medžiagomis neturtingose dirvose. Mikorizė skirstoma į du tipus: ektomikorizę sudaro šaknų išorėje augantys grybai, padidinantys medžiagų absorbcijos paviršių; endomikorizę sudaro pačiose šaknyse vyraujantys grybai.

Kol kas atlikta nedaug išsamių tyrimų rūgščių lietuvių poveikiui mikorizei nustatyti. Dauguma mikorizę sudarančių grybų yra atsparūs rūgštims bei auga mitybinėmis medžiagomis neturtingose jau rūgščiose dirvose. Tačiau rūgštūs lietūs potencialiai gali slopinti mikorizės metabolizmą, keisti grybų rūšinę sudėtį. Aliuminis ir kiti sunkieji metalai yra toksiški ektomikorizei -

žemo pH dirvoje slopina jos vystymąsi. Vis dėlto šaknų grybinis apvalkalas neišnyksta, nes vienas grybų rūšis keičia kitos, atsparios rūgščioms dirvos sąlygoms.

Rūgščių lietu poveikio dirvožemyje gyvenantiems grybams studijų rezultatai yra gana prieštaringi; vienų mokslininkų duomenys rodo, kad grybų populiacijos padidėja ir jos dominuoja tarp kitų mikroorganizmų grupių, kitų rezultatai parodo sumažėjusią grybų biomasę rūgščiose dirvose. Pirmųjų tyrimų autoriai pateikia išvadą, kad grybų ir aktinomicetų populiacijos rūgščiose dirvose padidėja dėl sumažėjusios bakterijų konkurencijos. Kaip ir bakterijų atveju, rūgščiose dirvose vienas grybų rūšis keičia kitos - nustatyta, kad silpna buferine galia pasižyminčiose rūgščiose dirvose dominuoja *Phytium*, *Phytophthora*, *penicillium spinulosum*, tuo tarpu *Aspergillus niger*, *A.flavipes*, *Trichoderma viridae*, *Penicillum brefeeldianum* augimas labai sulėtėja, kai dirvos pH<3,5.

RŪGŠČIŲ LIETŲ POVEIKIS PEDOBIONTAMS

Ne tik dirvoje stuburiniai ir bestuburiai gyvūnai, bet ir ten egzistuojantys mikroorganizmai, grybai, vaidina svarbų vaidmenį ekosistemos funkcionavime - daugumą organinių medžiagų suskaido į neorganinius junginius, kai kuriuos netirpius makro- ir mikro- elementus paverčia vandenyje tirpiaisiais junginiais, lengvai prieinamais aukštesniems augalams. Mikroorganizmai dalyvauja gamtiniuose anglies, azoto, fosforo ir sieros cikluose bei toksinių organinių teršalų degradacijoje į netoksines medžiagas. Tokie organizmams toksiški junginiai, kaip anglies monoksidas, etilenas, sieros dioksidas, azoto dioksidas, angliavandeniliai, yra pašalinami iš aplinkos dėl dirvos mikroorganizmų veiklos.

Mikroorganizmai yra jautrūs rūgštingumui - rūgščių lietu sąlygojami dirvos pH pokyčiai sukelia mikroorganizmų augimo, skaičiaus, aktyvumo sumažėjimą bei vienų mikroorganizmų rūšių pakeitimą kitomis, geriau adaptuotomis pasikeitusiomis aplinkos sąlygomis. Vandens jonai dirvoje tiesiogiai slopina mikroorganizmų aktyvumą, tuo tarpu dėl rūgščių kritulių poveikio dirvai padidėjęs metalų tirpumas ir prieinamumas organizmams ("bioavailability") veikia mikroflorą netiesiogiai.

Bakterijos, išskyrus chemoautotrofines tiobacilas, išgyvenančias net ekstremaliai rūgščioje aplinkoje, yra jautrios rūgštingumui. Daugelis autorių pažymi, kad padidėjus dirvos rūgštingumui, bakterijų aktyvumas, skaičius bei ląstelių dydis sumažėja. Tačiau Wainwright (1980) teigia, kad dirvos pH sumažėjus nuo 4,2 iki 3,7 per vienerių metų laikotarpį bakterijų skaičius žymiai nepakito. Manoma, kad dėl konkurencijos nebuvimo išgyveno tik rūgšiomis aplinkos sąlygomis atsparios bakterijų rūšys.

ORGANINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIDYMAS.

Mikroorganizmai yra pagrindiniai augalų liekanų, pesticidų ir organinių teršalų skaidytojai. Bet kokie aplinkos pokyčiai, veikiantys organinių medžiagų skaidymą, turi didelę įtaką mitybinių medžiagų apykaitai. Dėl rūgščių liėtų poveikio dirvos mikroorganizmams labai sulėtėja organinių medžiagų skaidymo greitis, todėl dirvoje sumažėja būtinų augalams mitybinių elementų.

Baath ir kiti (1980) tyrė šotiškos pušies miškų dirvas ir nustatė, kad po dirbtinio dirvų rūgštingumo sumažėjo grybų ir bakterijų biomasė, taip pat pasikeitė mikogrybų rūšinė sudėtis. Panašius rezultatus gavo mokslininkai, ištyrę miškų dirvožemių plotus kur augo norveginės eglės. Grybų biomasės ir kvėpavimo greičio mažėjimas tęsėsi dar 5 metus, net baigus dirbtinį dirvos rūgštingumą.

Rūgščių liėtų poveikis juntamas ir gamtinei organinei žaliavos masei – nuokritoms miško paklotėje. Nors rūgščių kritulių poveikis lapų liekanų skaidymui miškų dirvoje priklauso nuo augalų rūšies ir eksplozijos trukmės ir kitų sąlygų (kritulių kiekio, dirvos tipo, temperatūros ir kt.), didžioji visų atliktų tyrimų dalis paviršiniame dirvožemio sluoksnyje rodė padidėjusią aliuminio jonų koncentraciją bei sumažėjusį heterotrofinių mikroorganizmų aktyvumą. Teigiama, kad rūgštūs lietūs nors ir nežymiai, bet veikia organinių medžiagų skaidymą rūgščiose spygliuočių miškų dirvose, o dirvos pH nukritus žemiau 3,0 - kinta organinių liekanų ir celiuliozės skaidymo greitis.

Rūgščių kritulių poveikio pesticidų ir sintetinių organinių junginių biodegradacijai tyrimų nėra daug. Kai kuriais atvejais, pakitus dirvos tirpalo pH bei mikroorganizmų populiacijoms, pesticidai dėl jų pakitusios adsorbcijos ant dirvos dalelių tampa netinkami biodegradacijai. Vieni pesticidai (kaptanas, dikamba, amitrolas, vernolatas, chlorambenas, krotoksifosas, metribuzinas, prometrinas, parakvatas) rūgščiose dirvose ilgiau išlieka nesuskaidyti, tačiau kiti (diazinonas, diazoksanas) suskaidomi greitai. Pesticidų stabilumas dėl jų biodegradacijos greičio sumažėjimo padidina jų koncentraciją dirvoje, kartu užteršiant paviršiaus bei požeminius vandenis.

Dirvos kvėpavimas ir fermentinis aktyvumas mokslininkų pažymi dirvos kvėpavimo ir tam tikrų fermentų (dehidrogenazės, celiulazės, ureazės) aktyvumo sumažėjimą rūgščiose ar rūgščių liėtų paveiktose dirvose. Dirvos kvėpavimo ir fermentinio aktyvumo pokyčiai priklauso nuo kritulių kiekio, poveikio trukmės, dirvos tipo. Atlikus norveginės eglės spyglių skaidymo tyrimus, paaiškėjo, kad net po penkerių rūgščių kritulių poveikio spygliams metų mikroorganizmų veikla žymiai nepakito, kadangi labai išaugo rūgščioje aplinkoje medžiagas skaidančių grybų–bazidiomicetų skaičius.

Rūgštūs lietūs sukelia ir biogeocheminių ciklų pokyčius (Azoto ciklui). Azoto apykaita intensyviai tyrinėjama dirvoje, vandenyje ir nutekamųjų vandenų valymo įrenginiuose, kadangi azotas yra pagrindinis augalų augimą limituojantis elementas. Įvairūs azoto ciklo etapai - amonifikacija, nitrifikacija, denitrifikacija, azoto fiksacija - neveinodai jautrūs rūgštingumui.

Amonifikacija. Kadangi organinių azotinių junginių skaidyme iki amonio dalyvauja įvairios mikrofloros grupės (heterotrofinės bakterijos, grybai, aktinomicetai), amonifikacija yra mažiau jautri aplinkos pokyčiams. Kai kurie tyrimai rodo, kad rūgščiose dirvose azoto skaidymas šiek tiek pagreitinėja, nors dažniau yra stebimas amonifikacijos sulėtėjimas, lyginant su nerūgščiomis dirvomis.

Nitrifikacija. Autotrofinių ir heterotrofinių mikroorganizmų vykdoma amoniako oksidacija iki nitritų ir toliau iki nitratų (nitrifikacija) rūgščiose dirvose yra slopinama, o šiame procese dalyvaujantys mikroorganizmai žemame dirvos pH žūva. Tačiau nitrifikacijos metu į aplinką yra išskiriami vandenilio jonai. Taigi šie du procesai: nitrifikacija ir dirvos rūgštėjimas – priklauso vienas nuo kito.

Autotrofinė nitrifikacija. Autotrofinėje nitrifikacijoje dalyvauja bakterijos *Nitrosomonas* sp., oksiduojančios amoniaką į nitritą, ir *Nitrobacteres* sp., oksiduojančios nitritą į nitratą. Šios nitrifikuojančios bakterijos yra labai jautrios rūgštingumui. Neutralus bei šiek tiek šarminis dirvos pH yra optimalus nitrifikacijai, tačiau rūgščioje aplinkoje nitrifikacija vyksta lėtai, net jeigu substratas bakterijoms yra tinkamas. Paprastai šis procesas labai sulėtėja dirvos pH esant žemiau 6,0, tačiau vis dėlto nitratų aptinkama ir daug rūgštesnėse dirvose (pH=4,0). Taigi, nitrifikacija priklauso nuo to, kiek dirvoje yra rūgštims atsparių kamienų bei nuo dirvos cheminės sudėties.

Heterotrofinė nitrifikacija. Heterotrofinių nitrifikatorių vaidmuo gamtinėse ekosistemose, skirtingai nei autotrofinių, nėra gerai žinomas. Heterotrofinė nitrifikacija, kurios metu oksiduojami įvairūs azotą turintys junginiai, vyksta daugelyje miškų dirvų, kurių pH mažesnis nei 5,0. Tačiau kokie mikroorganizmai dalyvauja šiame procese vis dar neaišku. Rūgščiose miškų dirvose mokslininkai identifikavo tiek autotrofinius, tiek heterotrofinius nitrifikatorius. Manoma, kad heterotrofinė nitrifikacija yra labai svarbi rūgščiuose, šarminiuose bei azotu prisotintuose vandenyse, kur autotrofinė nitrifikacija nevyksta. Organinė heterotrofinė nitrifikacija turi aplinkosauginę reikšmę, kadangi dalyvauja tokių toksinių ar net mutageninių bei kancerogeninių tarpinių produktų, kaip hidroksilaminų, nitrozo- ir nitro junginių, skaidyme.

Denitrifikacija. Rūgščiose dirvose (pH<6,0) denitrifikacija - dirvos mikroorganizmų vykdoma nitratų redukcija iki N_2 dujų – yra dalinai slopinama, susidarant N_2O vietoj N_2 . N_2O dujos mažina ozono sluoksnį atmosferoje, todėl dirvos rūgštėjimo poveikis denitrifikacijai kelia didelį mokslininkų susirūpinimą.

Azoto fiksacija. Mikroorganizmai dalyvauja viename iš svarbiausių azoto apykaitos etapų - azoto fiksacijoje. Egzistuoja du azotą fiksuojančių mikroorganizmų tipai: laisvai gyvenantys (cianobakterijos, *Azotobacter*, *Clostridium*) ir simbiotiniai su aukštesniaisiais augalais (*Rhizobium*, aktinomicetai). Rūgščiose dirvose nustatytas geležies ir aliuminio poveikis azotą fiksuojantiems

mikroorganizmams - tose dirvose, kurių pH žemesnis nei 6,0, labai mažai ar net visai neaptinkama laisvai gyvenančių azotą fiksuojančių bakterijų. Cianobakterijos, arba melsvadumbliai, yra ypač jautrūs rūgšties krituliams. Dėl rūgščių lietų poveikio sulėtėjus azoto fiksacijai, tai pat susilpnėja augalų augimas ir gumbelių vystymasis.

Sunkiųjų metalų poveikis rūgštaus lietaus poveikyje pasižymi išskirtiniu mechanizmu. Šiuo metu nemažai yra atlikta toksinių metalų poveikio dirvos organizmams laboratorinių tyrimų. Tačiau tokie tyrimų rezultatai abejotini, nes kol kas sunku nustatyti metalų prieinamumą organizmams.

Firestone ir kiti (1983) tyrė rūgščių liūčių sukeltus aliuminio ir mangano efektus dirvos mikroorganizmų aktyvumui ir nustatė, kad:

- * padidėjusios Al ir Mn koncentracijos dirvoje tikriausiai neveikia mikroorganizmų aktyvumo gamtinėse sąlygose;
- * vis dėlto tam tikrose sąlygose mikroorganizmų aktyvumas gali potencialiai sumažėti;
- * toksiški mikroorganizmams yra ne tik aliuminio jonai, bet ir dirvos tirpale esančios anijonai. Taip pat nustatyta, kad didelės sunkiųjų metalų koncentracijos netoli metalo apdorojimo įmonių esančiuose miškų dirvose slopina organinių medžiagų skaidymą ir dirvos fermentinį aktyvumą.

Sunkiųjų metalų poveikis azoto denitrifikacijos ir nitrifikacijos greičiams yra skirtingas – Cu ir Zn koncentracijų padidėjimas dirvoje mažina azoto denitrifikacijos greitį, tuo tarpu Cd (dirvos pH=2,0) nėra toksiškas amonifikatoriams, bet kai ir daugelis sunkiųjų metalų yra toksiškas nitrifikacijoje dalyvaujantiems mikroorganizmams. Rūgščiose dirvose tokie mikroorganizmai, kaip aktinomicetai, mielės, siūliniai grybai, yra jautrūs nikeliui, o šis metalas kartu su Cu sukelia sinergetinį efektą.

Rūgščių lietų poveikis dirvos faunai (pedobiontams) dažnais atvejais yra žalingas.

Rūgščių lietų poveikiui dirvos faunai įvertinti pateikiami 1985 ir 1986 metais Šiaurės Bavarijoje atlikti tyrimai. Šių tyrimų metu ištirti rūgščių lietų pažeistų ir nepažeistų eglių miškų dirvų faunos skirtumai.

Makrosaprofaginiai bestuburiai. Abiejose vietose šių gyvūnų skaitlingumas mažas, tačiau rūgštinėse dirvose Diplopoda ir Lumbricidae skaičius dar mažesnis nei rūgščių nepaveiktose. Kai kurios Diplopoda - *Orthochordeuma germanicum*, *Orobainosoma germanicum* ir Lumbricidae - *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena octaedra*, *D. rubida* - rūšys atsparios rūgštimis, tačiau net ir šioms rūšims rūgščios eglių miškų dirvos buvo nepalankios vystytis.

Mikrofitofaginiai – saprofaginiai bestuburiai. *Enchytraeidae* (enchitreidai). Šiaurės ir Vidurio Europos rūgščiose dirvose Enchytraeidae pasižymi maža rūšinės sudėties įvairove vyraujanti vienintelei acidofilinei rūšiai – *Cognettia sphagnetorum* (80-95 proc.). Šios rūšies individai dauginasi fragmentacijos būdu, todėl dėl nepalankių aplinkos sąlygų sumažėjęs individų skaitlingumas greitai atsistato.

Cryptostigmata. Kaip daugelyje Europos miškų dirvų, taip ir tirtuose arealuose *Cryptostigmata* sudarė didžiausią mikronariuotakojų grupę. Tiek rūgščių pažeistų, tiek ir nepažeistų norveginės eglės miškų dirvose *Cryptostigmata* individų skaičius nesiskyrė. Tačiau kiti mokslininkai (Hagvar ir Abrahamsen, 1980) lauko tyrimuose nustatė, kad rūgščių kritulių paveiktoje dirvoje (pH=3,0) šių organizmų skaitlingumas didesnis nei kalkintų dirvų plotuose.

Podūros (*Collembola*). Dominantinės (*Folsomia quadriculata*, *Tullbergia krausbaueri*) ir subdominantinės (*Onychiurus armatus*, *Isotomiella minor*, *Tomocerus vulgaris*) kolembolų rūšys, pasižyminčios plačiomis prisitaikymo ribomis, vyravo tiek pažeistose, tiek ir nepažeistose vietose. Tačiau rūgščių kritulių paveiktoje dirvoje buvo sutinkamas didesnis acidofilinių rūšių (*F.mirabilis*, *M.pygmaea*) skaičius. Jau minėtuose Hagvar ir Abrahamsen tyrimuose kolembolų taip pat buvo daugiau randama rūgščiose nei neutraliose dirvose.

Symphyla, (Protura) – beūšiai. Beūšiai yra jautrūs taršos indikatoriai. Šie gyvūnai minta ektomikorize, todėl dėl rūgščių liėtų poveikio sulėtėjus ektomikorizės vystymuisi sumažėja ir beūšių skaičius dirvoje. Taigi Protura individų skaitlingumas buvo mažesnis rūgščių liėtų pažeistų miškų dirvoje, lyginant su nepažeistų miškų dirvomis. Tuo tarpu *Symphyla* minta visa pūvančia organine medžiaga bei mikroflora. Tokiu būdu šių organizmų skaičius, skirtingai nei beūšių, pažeistų miškų dirvoje buvo didesnis negu tirtose nepažeistose vietose.

Dvisparniai. (*Diptera*) Dvisparnių (*Cecidomyiidae*, *Sciaridae*, *Phoridae*, *Empididae* ir kt.), išskyrus *Mycetophilidae*, daugiau rasta rūgščių liėtų nepažeistose nei pažeistose vietose.

Visaėdžiai (eurifaginiai) bestuburiai. Visaėdžių bestuburių grupėje vyravo spragšių (*Elateridae*) lervos, tarp kurių dominavo *Athous subfuscus*. Šios rūšies lervos organinių pūvenų paklotėje vystosi 5–7 metus. Dėl jų santykinai didelės biomasės bei savybės misti įvairią organinę medžiagą spragšių lervos užima svarbią vietą tarp eglių miškų dirvos makrobestuburių. Jų skaičius pažeistų miškų dirvose žymiai didesnis, palyginus su nepažeistų miškų dirvomis.

Plėšrūs bestuburiai. Atlikti tyrimai rodo, kad daugelio plėšriųjų bestuburių individų kiekis nepažeistose miškų dirvose buvo didesnis nei pažeistose: vorai (*Aranea*) ir šimtakojai (*Lithobiidae*) vyravo nepažeistų miškų dirvoje, *Gamasina*, dviuodegiai (*Diplura*), žemlindos (*Geophilidae*) bei trumpasparniai (*Staphylinidae*) individų skaičius abiejose tirtose vietovėse buvo panašus. Ir tik minkštavabaliai (*Cantharidae*) lervų daugiau aptikta rūgščių liėtų paveiktoje dirvoje.

Be pateikto Šiaurės Bavarijos miškų tyrimo pavyzdžio reikėtų paminėti ir Stashurka-Hagen (1980) atliktus verpečių tyrimus. Rūgščių kritulių sukeltas dirvų rūgštėjimas neturėjo jokio poveikio šiems gyvūnams, net dirvos pH nukritus iki 2,0. Grįžtant prie jau minėto pavyzdžio, abiejų eglės augimviečių dirvos faunos rūšinė sudėtis nedaug skyrėsi. Šiaurės Bavarijos miškų dirvoje vyravo rūšys, būdingos oligotrofiniams rūgštiesiems spygliuočių miškams Vidurio ir Šiaurės Europoje. Šių regionų fauna pasižymi dideliu individų skaičiumi, tačiau maža biomase dėl santykinai mažų mikrofitofaginių- saprofaginių bestuburių, ypač *Enchytraeidae*, *Cryptostigmata* ir *Collembola*, dominavo. Tirtų miškų dirvoje vyravo atsparios rūgštims acidofilinės rūšys bei rūšys, pasižyminčios plačiomis prisitaikymo prie kintančios aplinkos ribomis. Pagrindinis dviejų vietų skirtumas buvo mažesnis makrosaprofaginių ir daugumos plėšriųjų bestuburių bei didesnis mikrofitofaginių- saprofaginių gyvūnų skaičius pažeistų miškų dirvoje. Taip pat rūgščių liėtų paveiktose dirvose organinės medžiagos skaidymas vyko daug lėčiau nei nepaveiktose. Manoma, kad tokių faunos skirtumų tarp dviejų vietovių priežastis yra rūgščių liėtų poveikis vienai iš ekosistemų.

Rūgščios eglių miškų dirvos dėl padidėjusio Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonų išsiplovimo nebuvo palankios sliekų vystymuisi. Tačiau daugeliui mikrofaginių-saprofaginių bestuburių Ca^{2+} jonų koncentracijos sumažėjimas dirvoje neturėjo jokios įtakos jų vystymuisi ir augimui. *Enchytraeidae*, ypač *Cognettia sphagnetorum*, ir kai kurių *Cryptostigmata* bei *Collembola* rūšių individų skaičius didesnis rūgščiose dirvose (pH=3,5). Tačiau dar rūgštesnėse dirvose (pH=2,5) šių individų skaičius greitai mažėjo. Dvisparnių (*Diptera*) lervos, kaip ir daugelis bestuburių plėšrūnų, buvo jautrios bet kokiems aplinkos sąlygų svyravimams – tiek dirbtinis dirvų rūgštinimas, tiek ir kalkinimas sumažina šių gyvūnų skaičių ekosistemose.

Kadangi rūgščių pažeistų miškų dirvos fauna dar prieš miškų pažeidimą nebuvo tirta, galima tik numanyti, kad dirvos faunos skirtumai tarp pažeistų ir nepažeistų miškų yra sąlygojami dirvos rūgštingumo padidėjimo. Tolesnius faunos sudėties pokyčius miškų dirvose kol kas taip pat sunku prognozuoti. Kitų Šiaurės Bavarijos vietovių tyrimų rezultatai rodo, kad eglių miškų rūgščioms dirvoms, susiformavusioms dėl natūralaus laipsniško rūgštėjimo, būdinga skurdi fauna, net kai rūgštūs lietūs neveikia dirvos. Tuo tarpu derlingose dirvose sutinkama daug turtingesnė fauna.

MIŠKŲ EKOSISTEMŲ DEGRADACIJA RŪGŠČIŲJŲ KRITULIŲ POVEIKYJEL

1980 ir 1981 metais mokslininkai atkreipė visuomenės dėmesį į nežinomos ligos paveiktus Vakarų Vokietijos paprastųjų eglių (*Picea abies*) miškus. Sekančiais metais panašūs miškų pažeidimai pastebėti ir kitose Vakarų Europos šalyse, šiaurės rytinėje JAV dalyje bei Kanadoje. Todėl nuo 1982 metų prasidėjo intensyvūs miškų tyrimai. Vėlesniais metais paskelbta, kad Vakarų Europoje miškų pažeidimai svyruoja nuo 1 proc. visos miškų teritorijos Italijoje iki 25 proc. Olandijoje.

Rūgštūs lietūs yra vienas iš daugelio faktorių, veikiančių augalų anglies dvideginio, saulės energijos, vandens ir maisto medžiagų įsisavinimą. Nėra įmanoma nustatyti tik vieno faktoriaus, pvz., rūgščių lietu, poveikį didėjančiai ar mažėjančiai miškų augalų reprodukcijai ar biomasės kaupimuisi *in situ*. Schutt ir Cowling'as (1985) tyrė miškų nykimo požymius bei apžvelgė penkias priežastines hipotezes:

- rūgštingumo – aliuminio jonų toksiškumo hipotezė: rūgštūs lietūs pagreitina natūralų dirvos rūgštėjimą. Padidėjęs dirvos rūgštingumas sąlygoja padidėjusį aliuminio tirpumą, o šis elementas pažeidžia augalų šaknis ir sukelia vandens bei maisto medžiagų stresus. Manoma, kad aliuminio judrumo padidėjimo sukeltas kalcio trūkumas šiaurės rytinės JAV dalies dirvose sąlygojo *Picea rubens* miškų mažėjimą - sulėtėjo medienos formavimasis, o stambūs medžiai tapo neatsparūs ligoms ir vabzdžių kenkėjams;
- ozono hipotezė: ozonas sukelia lapų pažeidimus, dėl ko medžiai žūva;
- magnio trūkumo hipotezė: dėl rūgščių kritulių sumažėjusios magnio koncentracijos aukštumų dirvose sąlygoja šio elemento trūkumą medžiuose bei sukelia įvairius šaknų pažeidimus;

- bendrojo augalų streso hipotezė: oro tarša, tame tarpe ir rūgštūs lietūs, slopina fotosintezę bei sukelia angliavandenių pokyčius. Sumažėjęs energijos srautas į šaknis slopina mikorizės veiklą, dėl ko sutrinka augalų mitybinių medžiagų ir vandens įsisavinimas;
- azoto pertekliaus hipotezė: dėl išaugusios pramonės labai padidėjo azoto koncentracija miškų dirvoje. Didelės šio elemento koncentracijos pagreitina medžių augimą, slopina mikorizės aktyvumą, padidina medžių jautrumą šalčiui, keičia nitrifikacijos, denitrifikacijos ir azoto fiksacijos pobūdį.

LITERATŪRA

1. National Acid Precipitation Assessment Program Report to Congress (2005): <http://www.esrl.noaa.gov/csd/AQRS/reports/napapreport05.pdf>
2. Acid Rain – Why It is a Concern (2004): http://www.epa.sa.gov.au/pdfs/info_acidrain.pdf
3. <http://www.ec.gc.ca/acidrain/>
4. <http://www.epa.gov/acidrain/student/water.html>
5. <http://www.waterforsale.com/got.html>
6. <http://www.watershed.net/purified.htm>

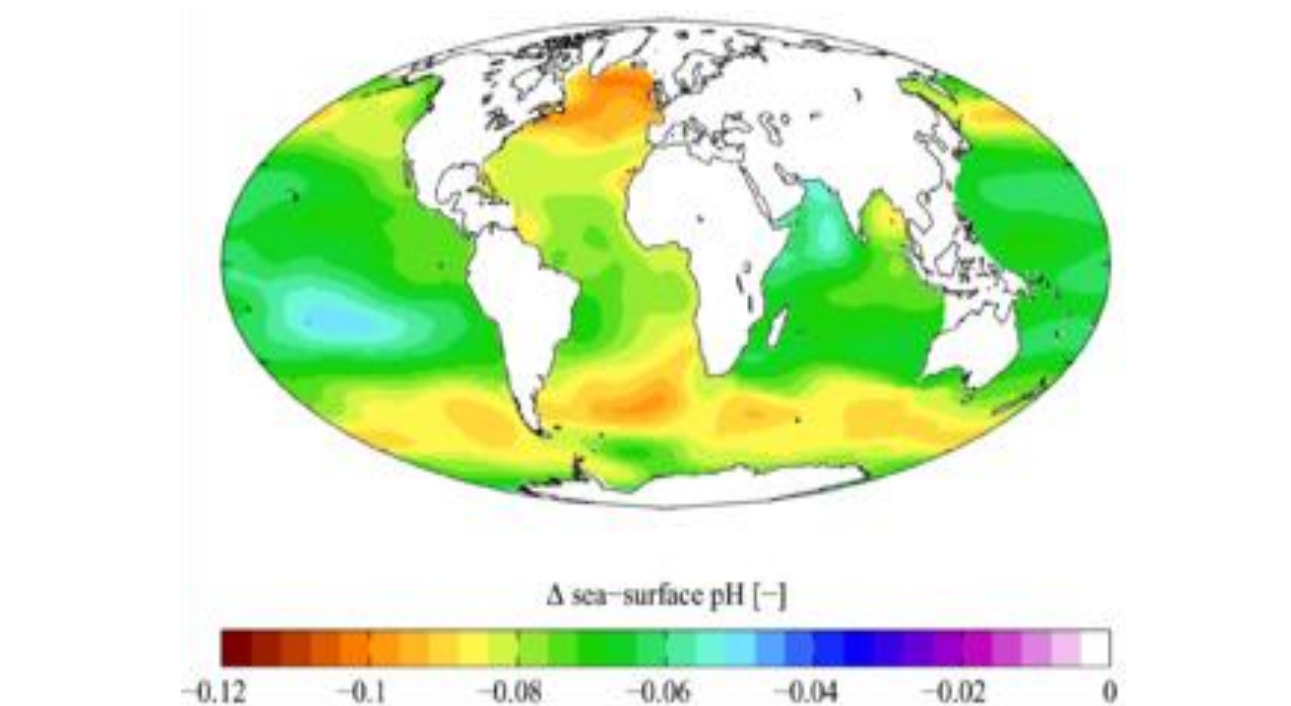
VANDENYNŲ RŪGŠTĖJIMAS

Vandenynų rūgštėjimas dar vadinamas visuotinio atšilimo dvyniu tampa rimta globalia grėsme visai hidrosferos būklei.

Dėl globalios antropogeninės veiklos plėtros padarinių (masiniai vis didėjantys šiltnamio dujų emisijų kiekiai, mažinami, degraduoja pasaulio miškų plotai) keičiasi ir kai kurie procesai anglies biogeocheminiame cikle. CO₂ koncentracijos didėjimas atmosferoje parodo anglies kiekio mažėjimą kitose ciklo dalyse (biosferoje, litosferoje),.

Didėjanti dalis šio papildomo kiekio liekanti atmosferoje, sukelia didesnę CO₂ dalies tirpimą vandenynuose^[4]. Teigiama, kad vandenynų sugeriamą dalis sudaro apie ketvirtadalį antropogeninių emisijų^[5]

Vandenynuose tirpstantis CO_2 reaguoja su vandeniu - susidaro kelios molekulių grupės (CO_2 molekulės, anglies rūgštis bei vandenilio karbonato (bikarbonato) HCO_3^- ir karbonato CO_3^{2-} jonai. Šių molekulių kiekių santykis vandenyje tiesiogiai priklauso nuo jūros vandens temperatūros bei pH šarmingumo.



pav. Vandenynų paviršiaus vandens masių pH kaita nuo XVIII a. iki XX a. paskutinio dešimtmečio

Dėl iš atmosferos sugeriamo CO_2 vyksta pastovus pasaulio vandenynų rūgštingumo didėjimas (pH mažėjimas). Dėl vandenyje tirpstančio anglies dioksido, vandenyne padidėja vandenilio jono H^+ koncentracijos. Pagal apskaičiavimus, per 200 metų (1751 - 1994 m.) vandenynų paviršiaus vandens pH pakito apytiksliai nuo 8,179 iki 8,104.

lentelė. Vandenynų paviršiaus vandens masių vidutiniai pH (pagal Nature, 2005).

VIDUTINIS pH VANDENYNŲ PAVIRŠINIAME SLUOKSNYJE			
LAIKOTARPIS	pH	pH POKYTIS	DUOMENŲ ŠALTINIAI
Iki pramoninės revoliucijos (XVIII a.)	8,179	0,000	Tyrimų rezultatai
1990 -2000 m	8,104	-0,075	Tyrimų rezultatai

2050 m (jei $2 \times \text{CO}_2 = 560 \text{ ppm}$)	7,949	-0,230	Prognozės (modeliavimo rezultatai)
2100 m (IS92a) ^[6]	7,824	-0,355	Prognozės (modeliavimo rezultatai)

Palyginimui, dabartinis pH pokytis (tempas ir dydis) kai kurių mokslininkų prilyginamas 300 mln metų pokyčiui. Apskaičiuota, kad nuo pramoninės revoliucijos pradžios vandenynų paviršiaus pH sumažėjo šiek tiek mažiau nei 0,1 (pH logaritminėje skalėje tai atitinka 25% H^+ kiekio padidėjimą), tačiau dėl vandenynai sugeriamų vis didesnių CO_2 kiekių, iki 2100 m. pH gali sumažėti dar 0,3-0,5 vieneto. Drauge su vandens temperatūros kaita tai jau atsiliepė Didžiojo koralinio rifo hidrosistemų būklei (trūkstant kalcito ir aragonito masiškas koralų nykimas ir visos ekosistemos degradacija). Jau dabartiniu metu greitesnio nei prognozuota rūgštėjimo požymiai aptikti ir vidutinių platumų pakrančių regionuose..

Be poveikio jūrinių hidrobiontų kalkinio skeleto vystymuisi, vis didėjantys CO_2 kiekiai į vandenynus gali pakenkti dauginimosi ir fiziologinėms funkcijoms (pvz., organizmo skysčių rūgštėjimas, anglies dioksido kiekio kraujyje padidėjimas - hiperkapnija, bei netiesiogiai mažėjant organizmų maisto atsargoms, tačiau supratimas apie šiuos procesus jūriniuose organizmuose kol kas nėra pilnas.

Manoma, kad vandenynų rūgštėjimas ateityje gali sumažinti ne tik karbonatų nuosėdų susidarymą, bet ir jau sukauptų nuosėdų išteklius, dėl ko vandenynų šarmingumas tik didės..

2008 m. mokslininkų grupė Monake pasirašė deklaraciją, kuria siekiama atkreipti dėmesį į dar vieną globalią ekologinę problemą - vandenynų rūgštėjimą ir galimas jos pasekmes hidrosistemų biologinei įvairovei, mitybos grandinėms, žvejybos ir kitiems jūriniams verslams. Dėl poveikio pasekmių (smarkiai sunykus biologiniams ištekliams) gali keistis ir milijonų žmonių aprūpinimas mitybą jūrų produktais, o sukelta koralinių rifų degradacija ir naujus iššūkius salynų ir pakrančių palei koralinius rifus urbanizuotų teritorijų gyventojų saugumui.

LITERATŪRA:

1. Orr, James C.; Fabry, Victoria J.; Aumont, Olivier; Bopp, Laurent; Doney, Scott C.; Feely, Richard A. *et al.*, „Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its

- impact on calcifying organisms“, *Nature*, 437 (7059), 681–686 (2005). DOI:10.1038/nature04095., ISSN 0028-0836.
2. Carbon cycle." *Encyclopædia Britannica*, 2009,. *Encyclopædia Britannica Online*. 11 Feb. 2009 <<http://www.search.eb.com/eb/article-9020247>>.
 3. Cramer, W.; *et al.* „Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO₂ and climate change: results from six dynamic global vegetation models“. *Global Change Biology*, 7, 357–373 (2001), DOI:10.1046/j.1365-2486.2001.00383.x.
 4. Raven, J.A.; Falkowski, P.G., „Oceanic sinks for atmospheric CO₂“. *Plant Cell Environ.*, 22, 741–755 (1999). DOI:10.1046/j.1365-3040.1999.00419.x.
 5. Ridgwell, A.; Zondervan, I., Hargreaves, J.C., Bijma, J. and Lenton, T.M., „Assessing the potential long- term increase of oceanic fossil fuel CO₂ uptake due to CO₂-calcification feedback“, *Biogeosciences*, 4, 481–492 (2007).

MEDICININĖ GEOLOGIJA - NAUJA BESIFORMUOJANTI TARPDISCIPLININĖ TYRIMŲ KRYPTIS (pagal geologo dr. J. Satkūno publikacijas).

Gamtinėje aplinkoje egzistuojanti natūrali ir dėl antropogeninės veiklos toksinių metalų gamtoje įvairovė, jų pernašos ir sklaidos būdai įgėlo vandens išteklius sukelia tam tikrus poveikius žmonių ir gyvūnijų sveikatai ir jos būklei, žemiau pateikiama medicinos geologijos krypties tyrimų bei problemų viename iš Afrikos regionų, kur jau šiandien geriamo vandens problema labai aktuali. Geologinės priežastys sukeliančios žmonių sveikatos problemas gali būti sugrupuotos į tris pagrindines grupes, tai - naudingųjų iškasenų gavyba, žemės ūkio tarša, natūralios anomalinės gruntų, dirvožemio bei vandens cheminės savybės.

Didžioji dauguma aplinkos kokybės ir žmonių sveikatos problemų yra susijusi su naudingųjų iškasenų, visų pirma metalų rūdų, gavyba bei netinkamu kasybos atliekų deponavimu. Vien tik Pietų Afrikos respublikoje veikia apie 1100 kasyklų, kurios užima apie 1 proc. šalies teritorijos.

Vario telkiniai Zambijos Vario Juostuoje (Copperbelt) yra eksploatuojami nuo 1930 metų. Maksimali vario gavyba vyko 1970 metais. Vien tik 1995 - 1996 metais kompanija Zambia Consolidated Copper Mines Limited (ZCCM) išgavo 307 000 tonų vario ir apie 3577 tonų kobalto - tai sudarė per 80 procentų metinių Zambijos užsienio pajamų. Tačiau kasyba ženkliai veikia ir aplinkos kokybę. ZCCM kompanija pati deklaruoja, kad išleidžia per parą apie 500 000 m³ vandens iš kasyklų į Kafue upę, kuri teikia apie 20 procentų

geriamo vandens vien tik Lusakos miestui. Kasyklų nuotekų vandenyje Cu ir Co kiekiai yra padidinti iki 50 ir 300 kartų atitinkamai.

Žuvų tyrimai Kafue upėje, Zambijos miesto Kitwės kasyklų rajone bei kitose upėse į kurias išleidžiamos kasyklų nuotekos, parodė, kad yra padidinti Cu kiekiai: žuvų audiniuose - iki 800 mg/kg, vandenyje - iki 190 mikrogramų/litre. Co, Zn, Ag, Pb, V kiekiai upės nuosėdose šiame kasyklų rajone yra padidinti 4-100 kartų lyginint su analogiškais nuosėdomis už kasyklų rajono.

Nustatyta, kad dėl asbesto gavybos Pietų Afrikos Mafefe ir Mathabathe kasyklose, kurių apylinkėse gyvena apie 12 000 žmonių, daugiausia dirbančių kasyklose, jau 73 proc. šių gyventojų, vyresnių nei 20 metų, plaučiai yra pažeisti asbesto skaidulų, patenkančių per orą, vandenį ir kitais būdais.

Didelė Afrikos problema – tai nelegali aukso gavyba. Kenijoje, Migori rajone, kur vyksta nelegali aukso gavyba, atliekose, vandenyje, vandens telkinių nuosėdose nustatyti ženkliai padidinti As, Pb, ir Hg kiekiai, galintys turėti poveikį iki 10 000 žmonių, čia besiverčiančių aukso gavyba, sveikatai. Duomenų apie jų sveikatos būklę nėra. Angwa upės (vakarų Zimbabvė), kertančios apatiniojo protezojaus uolienų išeigas, 25 km ilgio atkarpoje aukso gavyba užsiima apie 3 tūkstančiai aukso plovėjų. Manoma, kad pavieniai aukso plovėjai išgauna apie 3 g aukso per dieną. Auksas mineralogiškai daugiausia yra susijęs su arsenopiritu, piritu, bismutitu. Žalingiausias sveikatai yra arsenopiritas, kuriam oksiduojantis išsiskiria arsenas. Dėl to aukso kasyklų nuotekų vandenyje arseno kiekiai siekia iki 50-120 ppm. Auksas iš rūdos dažniausiai yra išgaunamas vadinamuoju amalgamacijos būdu, naudojant gyvsidabrį arba cianidus. Šie elementai jau savaime yra labai toksiški. Gyvsidabris, panaudotas aukso sodrinimui patenka į aplinką metalo pavidalu ir greitai įsijungia hidrosistemose atskirų gyvųjų komponentų mitybines piramides. Gamtinėje aplinkoje jis transformuojasi į organinius ir neorganinius junginius, kurie žmogui yra labai toksiški. Į organizmą patenka įkvepiant, odos kontaktu, naudojant užterštą vandenį ar maistą (pvz. – žuvis, vėžiagyvius, moliuskus) ir sukelia sunkius apsinuodijimus. Nelegalioje gavyboje vyrauja gyvsidabrio naudojimas. Vienam gramui aukso išgauti yra sunaudojama apie 1 g gyvsidabrio.

Naudojami aukso sodrinimo gamyklose cianidai išleidžiami į nuotekų baseinus, kuriuose jų koncentracijos svyruoja 0.01–0.3 ppm ribose. Šarminių metalų cianidai redukciniuose sąlygose išskiria vandenilio cianido dujas, kurios inhaliacijos būdu gali apnuodyti gyvus organizmus. Nuotekų baseinuose sunkiųjų metalų cianidai suyra per 2 metus.

Labai aktuali Rytų ir Pietinėje Afrikoje problema yra dantų fluorozė. Tanzanijoje, didžiojo rifto slėnyje fluoridų kiekis geriamajame vandenyje svyruoja nuo 0.4 iki 36 mg/l. Be to, Tanzanijoje yra plačiai naudojama natūrali druska „magadi“ (pavadinimas kilęs nuo jo išgavimo vietos Magadi ežero Tanzanijoje, kur fluoro kiekis siekia net 2000 ppm, kai tarptautinės sveikatos organizacijos (WHO) rekomenduojama viršutinė riba yra tik 8 ppm).

Su fluoridų koncentracijomis požeminiame vandenyje (1.3-4.8 ppm) siejamas padidintas sergamumas dantų fluoroze Malavio sostinės Lilongwės apylinkėse. Manoma, kad sergamumą fluoroze jau gali sukelti dideli fluoro kiekiai viršijantys 2 ppm. Šiame krašte padidintos fluoridų koncentracijos siejamos su karbonatinio tipo vulkaninėmis uolienomis.

Intensyvaus žemės ūkio regionuose yra nustatyti taršos mineralinėmis trąšomis, pesticidais požymiai. Kenijos rajonuose, kur buvo intensyviai auginami kukurūzai, cukrašvendrės, citrusinės kultūros ir kt. pesticidais yra užterštas ne tik dirvožemis, bet ir požeminis vanduo. Intensyvus vandens naudojimas dar labiau padidina mineralinių medžiagų koncentravimosi procesus.

Olkarijos geoterminės anomalijos rajone, Hell's Gate Nacionaliniame parke (Kenija), nustatyti anomalūs padidinti Pb ir Mo kiekiai vandenyje, Zn ir Pb – dirvožemyje, Pb, Cd, Mo ir Co – augaluose. Dėl komuliacijos padidėję jų kiekiai nustatyti ir žolėdžių (zebrų, laukinių buivolų) organizmuose.

Zambijos sostinės Lusakos apylinkėms yra būdingas tropinio karsto kraštovaizdis, o esančios karstinės įdubos yra susiformavusios proterozojaus metamorfizuotuose dolomituose paviršinio tirpinimo būdu. Karstinis dolomitas yra apie 30 m storio, o padengtas vos 1-3 metrų lateritinio dūlėjimo dariniais, yra labai menkai apsaugotas nuo paviršinės taršos. Tai pagrindinis geriamojo vandenims šaltinis Lusakos mieste, eksploatuojamas tiesiai iš karstinių duobių. Lusakos geriamojo vandens poreikiams patenkinti naudojamas požeminis vanduo sudaro 80 proc., o likusi dalis imama iš Kafue upės. Deja, tos pačios karstinės duobės Lusakos priemiesčiuose yra naudojamos kaip fekalinės kanalizacijos rezervuarai. Atvirų lauko tualetų turinio kanalizavimas į karstines duobes Lusakoje sudaro 55 procentus visos kanalizacijos sistemos. Itin bloga požeminio vandens kokybė neabejotinai įtakoja žmonių sveikatingumo būklę, tačiau dėl lėšų ir specialistų stygiaus tyrimai neatliekami, nors pastoviai egzistuoja choleros židiniai.

Demografinė būklė, su kuria siejasi visos kitos ekologinės problemos yra viena opiausių Afrikos problemų. Zambijoje viena šeima vidutiniškai turi 10 vaikų. Gyventojų vidurkinis amžius – apie 50 metų.

GĖLO VANDENS IŠTEKLIŲ DIRBTINAS PAPILDYMAS

300 mln. žmonių pasaulyje gauna vandenį iš jūros ar iš sūroko požemio vandens išteklių. Tiek iš vieno tiek kito reikia pašalinti druską. Prieš dešimtmetį šis skaičius buvo dvigubai mažesnis. Sūraus vandens gėlinimas pašalinant druską – nepigus būdas, tačiau kartais yra vienintelis. Tobulesnės technologijos sumažino vandens gėlinimo kaštus (2006-2007 m.), tačiau jie vėl pakilo pabrangus energijai ir medžiagoms. Šiandien apie 15000 pasaulyje veikiančių įrenginių kasdien išgėlina per 60 mln. m³ vandens (tai kiek daugiau nei per parą Nemunu ties Jurbarku prateka vandens).

Šiuo metu pasaulyje kuriamos mažiausiai trys vandens gėlinimo technologijos, kurios galėtų sumažinti energijos sąnaudas:

- „osmosas“ – vanduo skverbiasi pro akytą membraną į tirpalą, kuriame yra daugiau druskų negu jūros vandenyje, tačiau tokių, kurias lengva pašalinti kaitinant (rinkoje pasirodys 2010-2012 m);
- „anglies vamzdeliai“ – naudojama speciali membrana su poromis iš anglies nano vamzdelių su elektros krūviu (rinkoje pasirodys 2013-2015 m) ;
- „biomimetika“ - naudojama speciali membrana su poromis iš įkrautų elektros krūviu baltymų, kurie ir perneša vandens molekules (rinkoje pasirodys 2013-2015 m).

Seniausias gėlinimo būdas ir dar daug kur taikomas yra paprasta distiliacija.

Išgėlinus vandenį – lieka koncentruotas sūrymas, kuris gali pakenkti aplinkai. Juo atsikratyti tampa keblu toliau nuo vandenyno esančiuose gėlinimo įrenginiuose...

VANDENYNŲ PLŪDURIUOJANTYS ATLIEKŲ SĄVARTYNAI

Vandenyno srovės surenka plaukiojančias atliekas ir įsuka į šiaurinį Ramiojo vandenyno subtropinį verpetą – vieną iš kelių pagrindinių vandenynų sūkurių pasaulyje. Galiausiai šiukšlės suplaukia į susilieimo zonas, jungiančias milžiniškas rytinės ir vakarinės dalies šiukšlių sankaupas, kurios suformuoja taip vadinamą „Didįjį Ramiojo vandenyno šiukšlyną“.

Plūduriuojančių šiukšlių sankaupos apima šimtų kilometrų teritoriją vandenyno šiaurinėje dalyje. Jo keliama grėsmė tapo rimta globalia ekologine problema: Apie 80 proc. šiukšlių į vandenyno šiukšlyną suplaukia iš žemynų, daugiausia kaip išmetamos buitinės ar maisto pakuočiai

atliekos: plastikiniai maišeliai, buteliai, vienkartiniai inada ir visokios kitokios vartotojiškos išmetamos atliekos. plaukiojantys žvejybos tinklai ir jų fragmentai sudaro apie 10 proc. vandenyno šiukšlių arba, pagal JT paskaičiavimus, apie 705 000 tonas. Kitos šiukšlės – iš pramoginių laivų, atviroje jūroje esančių naftos išgavimo įrenginių ir iš didelių krovininių laivų, kurie kasmet į jūrą išmeta apie 10 000 plieninių konteinerių, pilnų tokių daiktų kaip plastikinė tara, dėžės, sporto reikmenys, kompiuterių monitoriai, dervos produktai ir visokios plastmasės nuolaužos ir kt.. Nepaisant šios šiukšlių įvairovės, kurioje pasitaiko ir metalo, stiklo, gumos, didžioji šiukšlynų dalis – plastikas, nes visa kita – arba nuskęsta, arba biologiškai išsiskaido.

„Didysis Ramiojo vandenyno šiukšlynas“ susideda iš daugelio smulkesnių šiukšlių sancaupų pasklidusių viršutiniame vandenyno sluoksnyje. Plūduriuojantys šioje aplinkoje svetimkūniai gali būti visai paviršiuje arba giliau po vandeniu, nusitęsiantys per daugybę kilometrų. Todėl labai sudėtinga nuspręsti, kaip jas išvalyti. Sunku ir apibrėžti nuolat kintanti sancaupų plotą, spėjama, kad jis gali būti toks didelis, kaip JAV Teksaso valstija (696 241 km² - pagal plotą didžiausia JAV valstija po Aliaskos).



pav. Didžioji Ramiojo vandenyno šiukšlių sala (© Wikimedia Commons nuotr.)

Nors tas vandenyno šiukšlynas labai mažai ištirtas, aišku, kad didžioji jo dalis sudaryta iš plastiko. Kitaip nei kitokios šiukšlės, plastikas biologiškai neišsiskaido. Galiausiai tik Saulės šviesa suskaido plastiko polimerų sąsajas, taip sumažindama, fragmentuodama plastiką į vis mažesnius gabalėlius. Deja, plastikas vis tiek nesuyra, o tik tampa daugybe mikroskopinio dydžio dalelių, kurias gali lengviau patekti į hidrobiontų organizmus.

Žemėje yra 5-6 pagrindiniai vandenynų sūkuriai – didžiulės jūrinių vandenų spiralės, kurias suformuoja susiduriančios srovės, tačiau bene pati didžiausia – šiaurinis Ramiojo vandenyno subtropinis verpetas, apimantis beveik visą teritoriją tarp Japonijos ir Kalifornijos. Viršutinė šio verpeto dalis, esanti už kelių šimtų kilometrų nuo Havajų, yra, kur šiltas Pietų Ramiojo vandenyno vanduo atsimuša į šaltesnį vandenį iš šiaurės. Ta vieta vadinama šiaurine Ramiojo vandenyno subtropinio susilieimo zona ir tai yra ta vieta, kur susikaupia šiukšlės.



pav. Taip vadinamoji Didžioji Ramiojo vandenyno šiukšlių sala - šiukšlių sukursys (© Wikimedia Commons nuotr.)

Kol šiukšlės patenka į šią vietą gali praeiti keli metai, priklausomai nuo to, iš kur jos plaukia. Plastiką į vandenyną gali būti išplaunamas iš žemynų į jūras per kanalizacijas, sroves ir upes arba tiesiog iš pakrančių. Bet kokių atveju – tai gali būti 6-7 metų kelionė, kol tos šiukšlės įsisuka į šiuos vandenyno šiukšlynus. Be to, žvejybos tinklai ir konteineriai dažnai susimaišo vandenyne su kitomis šiukšlėmis. Viena iš didžiausių tokių atliekų patekimo į vandenyną nelaimių įvyko 1992 m., kada per 28 000 guminių gaminių išbiro iš juos plukdžiusio laivo į Ramųjį vandenyną. Šie gumos gaminiai vis dar išmetami į pakrantes visame pasaulyje.

Po Fokušimos AE avarijos cunamio bangos nuplautos nuo pakrantėje buvusių miestelių įvairiausios nuolaužos ir jau virtusios šiukšlės sankaupos jau papildė ramiojo vandenyno plaukiojančius sąvartynus ir juda Kalifornijos pakrančių linkui.

Šiukšlės jūrose kelia pavojų gamtinei aplinkai dėl kelių priežasčių; hidrobiontai žūva dažniausiai įsipainioję išmetamas sintetinių medžiagų žvejybos tinklus, arba pakliuvus iš

virškinamųjų trakta dideliame nevirškinamo ir nepašalinamo plastiko atliekų kiekiui. Tai gali būti ir mažos paviršiaus šiukšlės ir mažos plastikinės dervos granulės, plastiko maišeliai ir kt.

Šviesos poveikyje didelės atliekų dalelės skaidosi – mažas plūduriuojančias atliekas, ir vandens paviršius pasdengia tirštu plaukiojančių plastikinių dalelių sluoksniu. Tai blogina aplinką dėl kelių priežasčių: pirma - plastikas iš esmės toksiškas ir jame dažnai būna dažiklių ir chemikalų, sukeliančių žalą aplinkai, o toksinai gali būti išplauti į jūros vandenį. Be to, plastikas sutraukia organiškus teršalus iš aplinkinių vandenų, o tada jie gali patekti į mitybos grandinę, jei plastiko dalelės netyčia praryja jūrų gyvūnai.

VANDUO BUTELIUOSE – ENERGIJOS BEDUGNĖ- ATLIKUS PIRMĄ IŠSAMIĄ IŠPILSTYTO VANDENS ANALIZĘ PATVIRTINTA TAI, KAD NUO GAVIMO IKI VARTOTOJO BUTELIUOSE IŠPILSTYTAS VANDUO KAINUOJA TARP 1100 IR 2000 KARTŲ DAUGIAU ENERGIJOS NEI VIDUTINIŠKAI REIKIA PAPRASTAM VANDENTIEKIO VANDENIUI GAUTI,.

2007 M VISAME PASAULYJE BUVO PARDUOTA ~200 MLRD. LITRŲ VANDENS BUTELIUOSE. JAV GYVENTOJAMS TEKO NET: 33 MLRD. LITRŲ (VIDUTINIŠKAI 110 LITRŲ ŽMOGUI PER METUS). ŠIS SKAIČIUS NUO 2001 METŲ IŠAUGO PER 70 PROC. (VANDENS BUTELIUOSE PARDUODAMA DAUGIAU NEI PIENO IR ALAUS). ANKSTESNI APLINKOSAUGININKŲ ĮTARIMAI, KAD VANDENS BUTELIO SUKŪRIMAS IR PATEIKIMAS VARTOTOJUI KAINUOJA KUR KAS DAUGIAU ENERGIJOS NEI VANDENS ĮSIPYLIMAS IŠ ČIAUPO, PASITVIRTINO. TAČIAU IKI ŠIOL NIEKAS TIKSLIAI NEŽINOJO, KOKIA YRA ŠIO PROCESO KAINA.

MOKSLININKAI PETER GLEICK IR HEATHER COOLEY IŠ PACIFIC INSTITUTO, SUSUMAVĘ ENERGIJĄ SUNAUDOJAMĄ KIEKVIENAME IŠPILSTYTO VANDENS GAVIMO, GAMYBOS IR VARTOJIMO ETAPE, SUSKAIČIAVO KIEK ENERGIJOS REIKIA PLASTIKINIAM BUTELIUI PAGAMINTI, IŠVALYTI VANDENĮ, UŽKLIJUOTI ETIKETĘ, IŠKIMŠTI BUTELĮ, NUVEŽTI JĮ Į PARDAVIMO VIETĄ BEI LAIKYTI ATŠALDYTĄ IKI SUVARTOJIMO. JŲ TEIGIMU, PATYS REIKLIAUSI ENERGIJAI TOKIO VANDENS GAMYBOJE ETAPAI YRA BUTELIO GAMYBA IR JO TRANSPORTAVIMAS. MANOMA, KAD VIEN PASAULINĖ BUTELIŲ GAMYBOS PRAMONĖ PER METUS SUNAUDOJA APIE 50 MLN. BARELIŲ NAFTOS. ENERGIJOS, REIKALINGOS IŠPILSTYTO VANDENS TRANSPORTAVIMUI, APSKAIČIAVIMAS NĖRA VIENAREIKŠMIS; MAT KAI KURIE VANDENS BUTELIAI VEŽAMI NEDIDELIAIS ATSTUMAIS, TAČIAU YRA IR TOKIŲ, KURIE ATGABENAMI IŠ TOLIMŲ VALSTYBIŲ, TODĖL DIDĖJA GABENIMUI REIKALINGOS ENERGIJOS POREIKIS. NUSTATYTA, KAD VANDUO IŠ IMPORTUOTO BUTELIO KAINUOJA NUO 2,5 IKI 4 KARTŲ DAUGIAU ENERGIJOS NEI VIETINIS IŠPILSTYTAS VANDUO, TODĖL NERETAI TRANSPORTAVIMAS ENERGIJOS POŽIŪRIU YRA KUR KAS BRANGESNIS NEI BUTELIO GAMYBA.

TOLIAU TEIGIAMA, KAD 2007 M JAV BUTELIUOSE IŠPILSTYTO VANDENS ENERGETINĖ VERTĖ PRILYGSTA NUO 32 IKI 54 MLN. BARELIŲ NAFTOS. VISO PASAULIO IŠPILSTYTO VANDENS GAMYBAI PER METUS SUNAUDOJAMA TRIS KARTUS DAUGIAU. NORINT ĮSIVAIZDUOTI ENERGETINĘ ŠIO PRODUKTO PAGAMINIMO VERTĘ, PALYGINIMUI, TOKIE VISI VANDENS BUTELIAI YRA IKI KETVIRTADALIO UŽPILDYTI NAFTA...

VANDENTIEKIO VANDENS ENERGETINEI KAINAI ĮVERTINTI, NEGALIMA ADEKVAČIAI LYGINTI VANDENTIEKIO IR IŠPILSTYTO VANDENS. NORS VANDENS VALYMOI IR PERDAVIMUI Į VANDENTIEKIO VAMZDYNĄ GALI REIKĖTI SKIRTINGŲ ENERGIJOS KIEKIŲ, TAČIAU NET IR KRAŠTUTINIAIS BRANGIAUSIAIS ATVEJAIS JO KAINA ENERGIJOS POŽIŪRIU YRA ŠIMTUS KARTŲ MAŽESNĖ NEI VANDENS BUTELIUOSE KAINA.

BIOSFEROS BIOLOGINĖ ĮVAIROVĖ

Biologinė įvairovė tai ne tik skirtingų rūšių gausa biosferoje - tai žymiai platesnė sąvoka. Pati biosfera, kurioje egzistuoja gyvieji organizmai yra jų pačių visumos sukurta ir palaikoma gyvybinė erdvė visiems, tame tarpe ir žmogui. Biologinė įvairovė yra visų žinomų gyvybės formų variacijų visuma pradedant atskiromis rūšimis, pereinant į vis sudėtingesnius funkcionalius sisteminius darinius (buveines, ekosistemas, biomas) ir galop įeinanti ir tampanti pačiu sudėtingiausio kompleksinio darinio – pačios biosferos reikšminga dalimi. Įsiterpanti į tris skirtingas aplinkas (litosferą, hidrosferą, atmosferą) biosfera jas sujungia tarpusavy įvairiais funkciniais ryšiais (pvz., biogeocheminiais ciklais). Biologinė įvairovė (ypač pasaulio augalija) yra ir klimato sistemos funkcinė dalis.

Paskaičiuota, kad be biosferos įtakos planetos biogeocheminiams ciklams, dabartinė Žemės atmosfera būtų panašios sudėties kaip dabartinės Marso ar Veneros atmosferos. Tokios negyvybingos (abiotinės) Žemės atmosferoje būtų apie 98 proc. anglies dioksido, 1,9 proc. azoto, 0,1 proc. argono ir tik labai nedidelėi deguonies koncentracija. Vidutinė atmosferos temperatūra siektų 240 – 340 °C nei dabartinė apie 13 °C, o ir slėgis apie būtų per 60 kartų aukštesnis nei dabartinis atmosferos slėgis.

Biologinės įvairovės turtingumas yra viena iš priemonių ekosistemų būklei nustatyti. Kodėl biosferoje atskiruose regionuose egzistuoja ekosistemos, bendrijos, kuriose biologinių rūšių įvairovė yra labai skirtinga ?

Iki 1975 metų visur buvo įprastas ir naudojamas terminas "natūrali įvairovė". Pirmas „biologinė įvairovė“ terminą panaudojo mokslininkas ir gamtosaugininkas Dasmanas (*R. F. Dasmann*) 1968 metais savo knygoje „Environmental Conservation“, kur akcentavo ir tolimesnį ekosistemų įvairovės išsaugojimą. Ši sąvoka plačiai buvo priimta jau vėliau, kai XX devintajame dešimtmčio pradžioje metais suaktyvėjo aplinkos apsaugos, gamtosaugos politikos, gyvojo pasaulio globalaus išsaugojimo temos ir kitų šakų moksluose. 1980 metais knygos „Conservation Biology“, pratarmėje T. Lovejoy (*Thomas Eugene Lovejoy III*) pasiūlė šį terminą ir mokslo bendruomenei. Beje, 1980 m. Lovejoy prognozavo, kad iki penktadalio (10-20 proc.) visų žemėje rūšių gali išnykti jau iki 2020 metų. W. G. Rosen 1985 metais planuojamam kitais metais Nacionaliniam forumui apie biologinę įvairovę Terminą sutartine forma *biologinė įvairovė* pasiūlė. Pirmą kartą po paskelbimo 1988 m., Entomologas Harvardo universiteto profesorius E. Vilsonas (*Edward O. Wilson*) jau naudojo šį terminą kaip apibendrinantį pavadinimą globaliai vykstančio proceso.

1963 m. E. Vilsonas ir R. MakArturas (*Robert H. MacArthur*) suformulavo ir toliau išvystė taip vadinamą „salinę teoriją“ kuri vėliau paaiškino biologinės įvairovės išsaugojimo mažėjančiose teritorijose ypatumus ir suteikė daugiau žinių praktinėje gamtosaugoje.

Nuo to laiko ir šiandien terminas plačiai naudojamas tarp biologų, aplinkosaugininkų, politikų, šia problema susirūpinusių piliečių. Jis senesnis nei kiti ir labiau pripažįstamas besidominančiai jo išsaugojimu platesnei auditorijai.

[Thomas Eugene Lovejoy III – buvęs vyriausiasis JAV prezidento patarėjas biologinės įvairovės klausimais, Pasaulio banko, JT fondo vyresnysis patarėjas. George Mason Aplinkos ir politikos mokslų universiteto profesorius. Dr. T. E. Lovejoy dar 1980 m. pristatė mokslo bendruomenei biologinės įvairovės trukmės koncepciją. T. E. Lovejoy baigęs Leilio universitetą, kur gavo ir mokslų daktaro laipsnį. Kaip atogrąžų miškų žinovas - biologas ir gamtosaugininkas nuo 1965 m. dirbo Brazilijos Amazonėje. Nuo 1973 iki 1987 vadovavo JAV Pasaulio laukinės gamtos fondo biologinės įvairovės išsaugojimo programms. Nuo 1987 iki 1998 jis dirbo kaip Smitsono (Smithsonian) instituto Vašingtone Aplinkos ir išorės reikalų sekretorius padėjėjas, o 1994 m. tapo patarėju biologinės įvairovės sekretoriui ir aplinkosaugos reikalams. Jis yra Yale biosferos studijų instituto pirmininkas, ir yra Amerikos istorijos instituto biologijos mokslų istorijos, JAV Žmogaus ir biosferos programos pirmininkas, prezidentas ir Biologijos praeities išsaugojimo draugijos prezidentas. T. Lovejoy gamtos skolos gražinimo sandorių judėjimo (veiklos) pradininkas (aplinkosaugos grupės įsigija (perka) biologiškai jautrios nedaromos žemės jos aplinkos apsaugos tikslais). T. Lovejoy taip pat parėmė „Miškų deklaraciją“, kurioje raginama naujų, rinka grindžiamų mechanizmų galimybių, apsaugoti atogrąžų miškų ekosistemas. T. Lovejoy drauge su su B.A. Wilcox, suvaidino pagrindinį vaidmenį formuojant apsauginę biologiją kaip atskirą discipliną, pradedant idėja ir baigiant strateginiu planavimu. 1978 m. Tarptautinėje konferencijoje dėl mokslinių tyrimų gamtos saugos biologijos srityje, vykusiame La Jolla, mokslinės bendruomenės buvo priimti tokie dabar žinomi ir plačiai vartojami terminai kaip „apsaugos biologija“, „biologinė įvairovė“. Lovejoy ir toliau dalyvavo daugelio mokslo, ir gamtos saugos, konsultavimo grupių, yra daugelio straipsnių ir knygų autorius, yra viešųjų televizijos serijos „Pasaulio gamta“ įkūrėjas. Daug kur ateities biologinės globalios raidos ir būklės scenarijuose figuruoja T. E. Lovejoy prognozės 1980 m. citata, kad 10-20 proc. visų žemėje rūšių išnyks iki 2020 m. T. Lovejoy 2008 m. ekologijos ir apsaugos biologijos kategorijoje buvo suteiktas BBVA Fondo apdovanojimas].

Pripažįstama, kad biologinė įvairovė yra vienas svarbiausių aplinkos komponentų skatinančių gamtinių sistemų produktyvumą ir funkcinę įvairovę, palaikanti gamtinės aplinkos rezistentiškumą, adaptacijų ir atsistatymo gebą.

Biologinė įvairovė užtikrina ekosistemų, kuriomis žmogus naudojasi, funkcionavimą, jų produktyvumą ir tvarumą. Praėjusio šimtmečio viduryje bendrosios sistemų teorijos pradininko L. Bertalanfio (*Ludwig von Bertalanffy*), žymių to meto ekologų (*R. MacArthur*, broliai *E. ir H. Odum*, *R. Pinkerton*, *R. Margalef* ir kt.) buvo sukurta hipotezė apie teigiamą ryšį tarp rūšių įvairovės ir ekosistemų funkcinio stabilumo. Šie mokslininkai prisilaikė nuomonės, kad rūšių įvairovė gali būti naudinga ekosistemai, nes besikeičiančioje aplinkoje rūšys gali pavaduoti viena kitą.

PAGRINDINĖS SĄVOKOS

"Biologinė įvairovė" kaip pavadinimas gali turėti daug interpretacijų. Dažniausiai naudojama pakeičiant (trumpinant) aiškiai apibrėžtus ir suprantamus kaip: rūšių, populiacijų, buveinių, ekosistemų įvairovę.

Pirmą kartą 1982 m. Pasaulio nacionalinių parkų Tarptautinės Sąjungos gamtos ir gamtos išteklių apsaugos (*International Union for Conservation of Nature* – toliau tekste - IUCN) konferencijoje B. Vilkoks (*Bruce A. Wilcox*) oficialiai apibrėžė, kad "biologinė įvairovė yra gyvybės formų įvairovė kaip sudėtinė dalis egzistuojanti visų biologinės organizacijos lygių sistemose, kaip: genetinės, organismų, rūšių ir galop pačių buveinių/ekosistemų)".

Jungtinių Tautų pasaulio valstybių viršūnių susitikime 1992 m. buvo suformuluotas oficialus apibrėžimas: "Biologinė įvairovė" - gyvųjų organizmų rūšių iš visų šaltinių, įskaitant, inter alia, sausumos įvairovės, jūrų ir kitų vandenų ekosistemų bei ekologinių kompleksų, kuriems jie priklauso visuma; tai rūšių ir ekosistemų įvairovė". Šis apibrėžimas naudojamas JT Konvencijos dėl biologinės įvairovės išsaugojimo tekstuose.

Biologai dažniausiai apibrėždami biologinę įvairovę įvardija dar ir kaip "sukauptų gyvuose organizmuose genų, atskirų rūšių ir ekosistemų viename ar kitame regione visumą". 2003 m. Kardifo universiteto (JK) ir Darwino centro Pembrokešire profesorius A. Kempbelas (*Anthony Campbell*) papildė pagrįsdamas, kad egzistuoja dar ir ketvirtasis lygis - molekulinė įvairovės lygis. Kiti autoriai molekulinį apjungia su genetiniu lygmeniu.

Minėto apibrėžimo privalumas yra tai, kad aprašomas ir pateikiamas vieningą požiūrį į visų lygių biologinę įvairovę:

- ❖ molekulinė/ genetinė įvairovė;
- ❖ rūšių įvairovė;
- ❖ individų/ populiacijų įvairovė;
- ❖ buveinių/ekosistemų įvairovė.

Vertinant įvairovę tik vienos organizmų grupės lygyje gali ne visiškai tiksliai atitikti įvairovės sampratą su kitais lygmenimis. Tačiau pvz., lyginant sausumos stuburinius gyvūnus jų taksonominė ir ekologinė įvairovė rodo labai glaudžius ryšius

KAS ŽINOMA ŠIANDIEN APIE DABARTINĘ BIOLOGINĘ ĮVAIROVĘ BIOSFEROJE ?

XX a. pabaigoje anksčiau minėtas E. Wilsonas teigė, kad visa biosferos biologinė įvairovė (įskaitant ir mikroorganizmus) siekia 1,4 mln rūšių. Daugelio kitų ekspertų nuomone manomai biosferoje dar egzistuoja nuo 10 iki 30 mln. mums dar nežinomų rūšių (dar kitų ekspertų teigimu maksimalus rūšių skaičius galėtų siekti ~111 mln. !). Vienaip ar kitaip reiškia, kad dar iki 80 proc. rūšių dar neaprašyta. Pvz., JAV šiandien užregistruota apie 204 000 rūšių, kurios sudaro apie 8 proc. visos pasaulyje žinomos biologinės įvairovės (pripažįstama, kad kol kas šioje administracinėje teritorijoje yra geriausiai biologinė įvairovė pasaulyje). Tačiau teigiama, kad JAV

teritorijoje tikrasis egzistuojančių rūšių skaičius gali būti nuo 400 000 iki 600 000). Lietuvoje šiandien užregistruotų rūšių kiekis sudaro tik 1,5 proc. nuo aprašytų šiandien pasaulyje rūšių biologinės įvairovės. Lietuvoje dabartiniu metu užregistruotų rūšių skaičius sudaro per 26 000 rūšių, ES šalių teritorijoje – apie 122 000 rūšių.

Kodėl tokie didžiuliai skirtumai, nuo ko tai priklauso ? Visu pirma nuo:

- ❖ šalies administracinės teritorijos dydžio;
- ❖ administruojamos teritorijos geografinės padėties;
- ❖ teritorijos ištirtumo laipsnio.

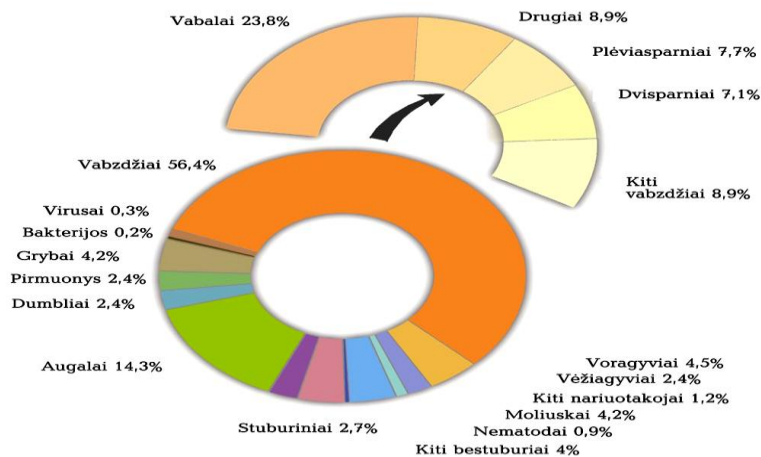
Biosferoje egzistuojančios biologinės įvairovės pažinimas nėra baigtinis ir vargu ar įmanomas dėl įvairiausių priežasčių. Viena ir skaudžiausia iš jų tai, kad dėl tapusio globaliu neigiamo antropogeninės kilmės poveikių gamtinei aplinkai daug biologinių rūšių yra sunaikinamos net nespėjus nieko konkretaus apie jas sužinoti, vienaip ar kitaip įvertinti...

lentelė. XX a. pabaigos inventORIZACIJOS duomenys apie biologinę įvairovę biosferoje

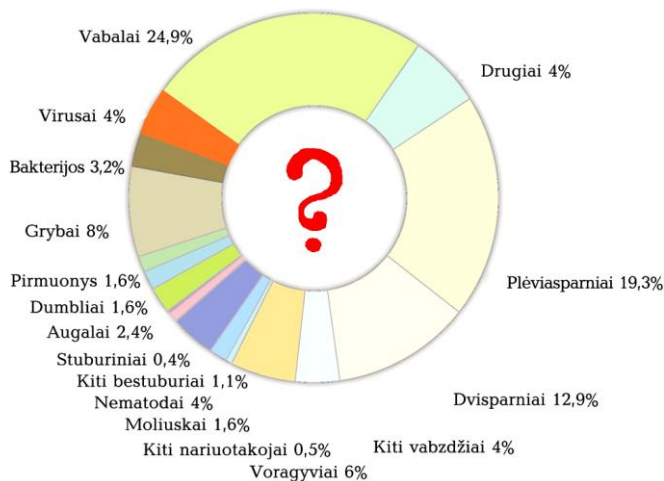
Žinomų virusų	virš 5 000
Žinomų bakterijų	virš 4 000
Grybų	apie 70 000
Augalų	apie 270 000
Įvairių bestuburių, Vabzdžių	virš 400 000 virš 960 000
Žuvų	virš 22 000
Amfibijų ir reptilijų	apie 12 000
Paukščių	apie 10 000
Žinduolių	apie 4 500

2010 m. Europos taksonomijos instituto (leidinyje „Taksonomija“). pateiktoje informacijoje teigiama, kad tam tikrose sisteminėse grupėse rūšių gali būti žymiai daugiau nei lig šiolei buvo žinoma. Pvz., teigiama kad bakterijų egzistuoja apie 5-10 mln. nei šiandien žinoma, vabzdžių rūšių manomai esama apie 10-30 mln ; erkių – apie 1 mln. Mikroorganizmų pasaulyje net apytikriai skaičiai kol kas mažai žinomi.

Lig šiolei mokslininkai aprašė pasaulio vandenynuose virš 230 000 rūšių, tačiau ištirta vos 5 proc. visų pasaulio jūrų ir vandenynų. Per dešimt metų vykdyto mokslinių tyrimų – projekto „Jūrų gyvybės surašymas“ užregistruota 1204 naujos mokslui rūšys ir taksonominės kategorijos. Teigiama, kad jūrinių rūšių egzistuoja daugiau nei vienas milijonas.

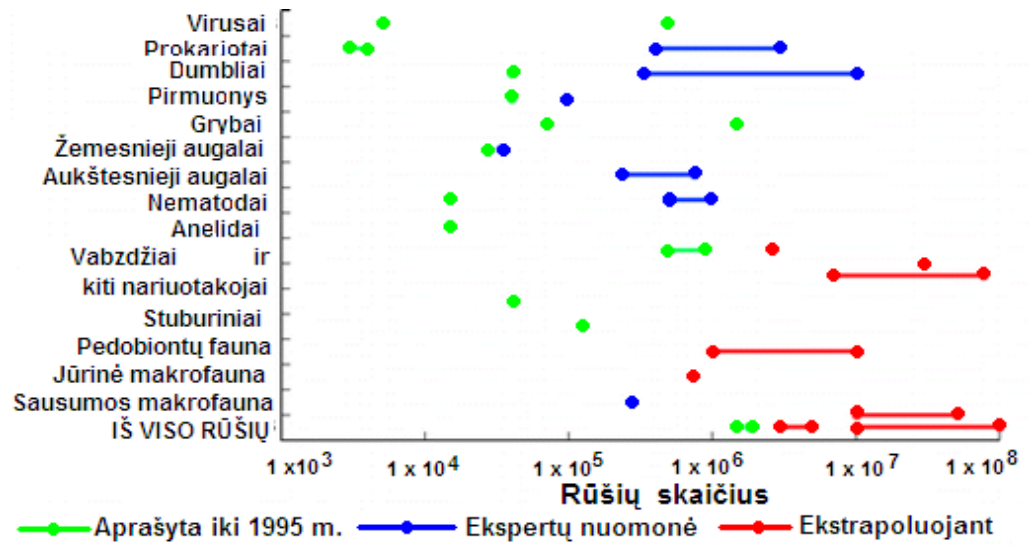


pav. Esamos (aprašytos) biologinės įvairovės proporcijos biosferoje (pagal Stonj)

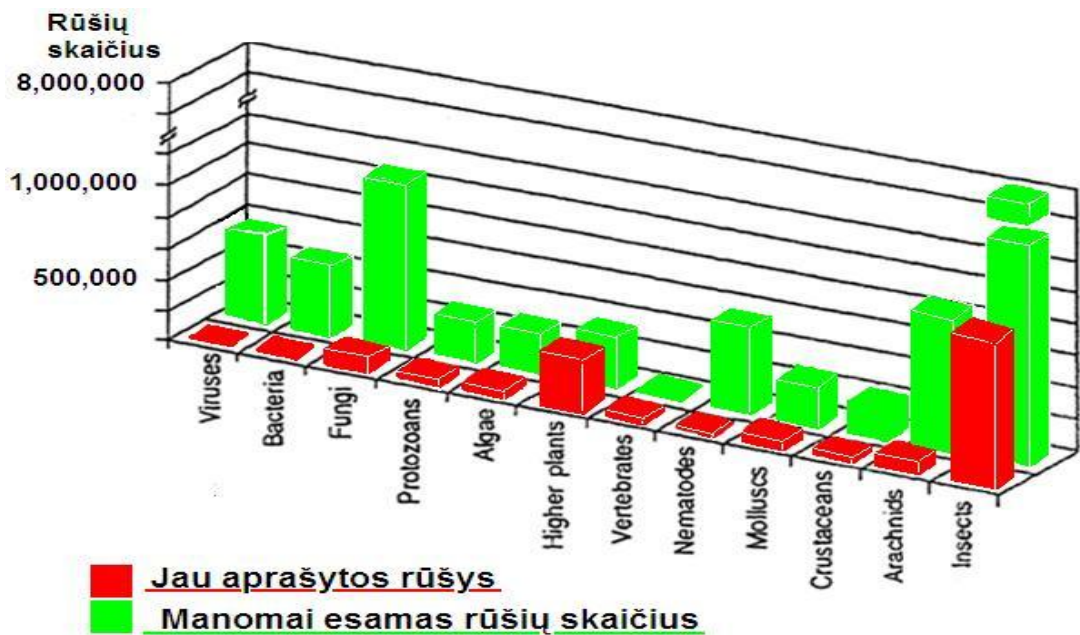


pav. Spėjamos biologinės įvairovės proporcijos biosferoje (pagal Stonj,)

Dar ir šiandien atskiruose sintaksonuose bent apytikriai nežinomų rūšių skaičiai yra kelis kartus didesni už žinomus.



pav..... Santykiai tarp žinomų ir manomai esančių rūšių skaičiaus



lentelė. Viena iš paskelbtų ataskaitų informuoja apie XX a. pabaigos biosferos biologinės įvairovės pažinimo lygį (pagal UNEP-WCMC, 2000)

Pagrindinės karalystės	Aprašyta rūšių
<i>Bakterijos</i>	4000
<i>Protistai</i>	80 000
<i>Grybai</i>	72 000
<i>Augalai</i>	270 000
<i>Bestuburiai</i>	1 272 000
<i>Stuburiniai</i>	52 000
<i>Jau atrastų ir aprašytų rūšių žinomas skaičius</i>	~ 1 750 000
<i>Galimai esančių, bet dar nežinomų rūšių skaičius</i>	~ 14 000 000...

Daugelio mokslininkų teigimu dabarties biosferoje egzistuoja žymiai daugiau rūšių nei lig šiolei aprašytų. Kas dešimtmetį įvairios ekspertų grupės pateikia skirtingus skaičius - nuo 12 iki 20 mln. Priimant paskutiniąją nuostatą, kad neatrastųjų rūšių skaičius yra dvigubai didesnis (~ 9 mln.), nei mums žinomų (~ 4,5 mln.), galima sustatyti žinomų ir nežinomų (neatrastųjų) rūšių santykius atskirose sisteminėse grupėse (lentelėje nepateikti duomenys apie bakterijų, mikroorganizmų biologinės įvairovės kiekybinę būklę, nes čia sparčiausi evoliucijos procesai – greičiausiai vyksta naujų klonų - ne visada apibūdinamų iki rūšies) atsiradimas).

..lentelė. Žinomų ir nežinomų dabarties biosferoje rūšių kiekybiniai santykiai

Sisteminės grupės	Manomai egzistuojantis biosferoje rūšių skaičius	Atrastų ir aprašytų rūšių skaičius
Pirmuonys	210 000	30 000
Dumbliai	400 000	40 000
Grybai	720 000	72 000

Augalai	380 000	270 000
Vabzdžiai	~ 8 950 000	950 000
Voragyviai	740 000	75 000
Moliuskai	250 000	80 000
Vėžiagyviai	180 000	75 000
Kiti bestuburiai	400 000	120 000

Lietuvoje gyvenančių žinomų rūšių skaičius tesudaro vos 1,5 proc. nuo visos pasaulyje užregistruotos pasaulio biologinės įvairovės. Mūsų krašto biologinę įvairovę sudaro visų gyvų organizmų rūšių, gyvenančių sausumos, paviršinių vandenų bei kitose ekosistemose visuma, jų buveinės, taip pat genetinė įvairovė. Lietuvos biologinę įvairovę sudaro virš 20 000 - gyvūnų, 6 000 - grybų, 1 800 - augalų rūšių. Nuo XX a. išnykimo lygis dar išaugo, daug išlikę rūšys gali išnykti, kol jie yra aprašyti.

ATRASTOS IR VIS ATRANDAMOS NAUJOS BIOLOGINĖS RŪŠYS.

Biologijoje mokslinė klasifikacija yra būdas grupuoti ir kategorizuoti pagal giminingumo ryšius tiek gyvų tiek ir išmirusių organizmų rūšis. Mokslo šaka, užsiimanti gyvų organizmų klasifikavimu vadinama taksonomija. Sąvoka „taksonomija“ pirmą kartą 1813 m. pasiūlė *Augustin Pyrame de Candolle*, atlikdamas augalų klasifikaciją. Ypač šie darbai paspartėjo atradus mikroskopą ir nustačius, kad dar egzistuoja didelė mikroorganizmų įvairovė. Dabartiniu metu populiariausia yra Karlio Linėjaus (Carl von Linnaeus, 1707–1778) binarinė nomenklatūra, kur rūšies pavadinimas sudarytas iš dviejų lotyniškų žodžių, iš kurių pirmasis nurodo gentį, o antrasis – rūšį. Toliau prie pavadinimo dar pridedama rūšį aprašiusio/ų mokslininko/ų pavardė/s ar jos santrumpos bei aprašymo metai. Tradicinė klasifikacijos sistema biologijoje atrodo taip (be jos dar galima filogenetinė klasifikacija):

1 - Domenas; 2 - Karalystė; 3 - Tipas; skyrius; 4 - Klasė; 5 - Būrys; Eilė; 6 - Šeima; 7 - Gentis; 8 - Rūšis.

Domenas (*Domain*) - išskiriami trys evoliuciniai domenai: bakterijos (*Bacteria*), archėjos (*Archaea*) ir eukarijai (*Eukarya*).

Karalystė (*Regnum*) -1969 m. R. H. Vitakeris (*R. H. Whittaker*) organizmus suskirstė į penkias karalystes: augalai (*Plantae*), gyvūnai (*Animalia*), grybai (*Fungi*), protistai (*Protista*) ir

moneros (*Monera*). Į karalystes organizmai buvo suskirstyti atsižvelgiant į ląstelės tipą, jų struktūrą bei mitybinius poreikius.

Pokaralystė (*Subregnum*). Augalų karalystė skirstoma į tris pokaralystes: raudondumblių (*Rhodobionta*), tikradumblių (*Phycobionta*) ir stuomeninių (*Cormobionta*, arba *Embryobionta*). Pokaralystės taksonominiam rangui pridedama lotyniška galūnė *-bionta*. Šis rangas yra žemesnis už karalystės. Gyvūnai skirstomi į dvi subkaralystes: vienaląsčiai (*Protozoa*) ir daugialąsčiai (*Metazoa*).

Tipas (gyvūnams); Skyrius (*Phyllum, Divisio*) (augalams ir gyvūnams) -Augalams skyriaus rangas lotyniškai užrašomas su galūne *-phyta*, o lietuviškai su galūne *-ūnai* (pvz., pušūnai – Pinophyta). Čia priklauso samanūnai, pataisūnai, asiūkliūnai, šertvūnai, magnolijūnai. Gyvūnų tipai yra: sarkodiniai (*Sarcodina*), žiuželiniai (*Mastigophora*), sporagyviai (*Sporozoa*), blakstienotieji (*Ciliophora*), pintys (*Spongia*), duobagyviai (*Coelenterata*), plokščiosios kirmėlės (*Platyhelminthes*), apvaliosios kirmėlės (*Nemathelminthes*), žieduotosios kirmėlės (*Annelida*), nariuotakojai (*Arthropoda*), moliuskai (*Mollusca*), dygiaodžiai (*Echinodermata*), chordiniai (*Chordata*). Gyvūnų skyriai yra spinduliniai (*Radiata*) ir dvišaliai (*Bilateralis*). Gyvūnų skyrius yra aukštesnis taksonominis rangas už tipą.

Potipis, Poskyris (*Subphylum, Subdivision*) – žemesnis rangas už tipą ir skyrių.

Antklasis (*Superclasis*) – aukštesnis rangas už klasę, bet žemesnis už potipį ar poskyrį.

Klasė – apima giminingus būrius (gyvūnų) arba eiles (augalų, grybų). Giminingos klasės, kurių atstovai yra panašios sandaros ir kilę iš bendrų protėvių, jungiamos į tipus (gyvūnai) arba skyrius (augalai). Terminą XVII a. pabaigoje pasiūlė Ž. Turnefor'as, o sistematikoje pritaikė K. Linėjus.

Poklasis – augalų ir gyvūnų sistematikoje žemesnis už klasę.

Būrys (*Ordo*) – pagal rangą yra tarp klasės ir šeimos. Taikoma gyvūnams. Giminingos šeimos jungiamos į būrį, o giminingi būriai sudaro klasę. Dėl požymių gausos gali būti tarpiniai rangai: antibūris, infrabūrys, pobūris. Augalų ir grybų sistematikoje būrio atitikmuo yra eilė.

Eilė (*Ordo*) – naudojama augalų ir grybų sistematikoje. Terminą pradėjo naudoti Karlas Linėjus 1735 m. Gyvūnų sistematikoje vietoj eilės naudojamas terminas būrys. Eilė apima giminingas šeimas. Sistematiškai artimos eilės grupuojamos į poklasių ir klases.

Šeima – ji yra tarp aukštesnės klasės pakopos ir žemesnės genties pakopos, t. y. vienoje klasėje gali būti viena ir daugiau šeimų, o šeimoje būti viena ar daugiau genčių.

Gentis (*Genus*) – apima filogenetiškai artimas rūšis. Genties pavadinimas nurodomas vienu lotynišku pavadinimu. Lietuviškai augalų gentį įprasta reikšti vienaskaita, o gyvūnų – daugiskaita. Paprastai į gentį apjungiama nuo vienos iki kelių šimtų ar net tūkstančių giminingų rūšių. Jei gentyje tėra tik viena rūšis, tai tokia gentis yra monotipinė. Dažnai gentys dar skirstomos į smulkesnes kategorijas – pogentes, kurios apima ypač artimas rūšis. Artimos gentys jungiamos į stambesnę sistematinę vienetą – šeimą.

Rūšis (lot. *species*) – svarbiausias organizmų evoliucinio giminingumo sistemos struktūrinis vienetas. „Rūšies“ sąvoka yra gana problemiška. Paprastai rūšį bandoma apibrėžti kaip visumą vienos kilmės individų, pasižyminčių panašiomis morfologinėmis, fiziologinėmis, biocheminėmis,

ekologinėmis bei etologinėmis ypatybėmis, užimančių tam tikrą teritoriją (arealą), turinčių panašų kariotipą, galinčių tarpusavyje kryžmintis ir duoti vislius palikuonis. Tačiau prireikus apibūdinti konkrečių organizmų visumas, pasirodo, kad praktiškai tokia apibrėžtis gali būti sunkiai pritaikoma. Apibūdinant rūšį taikomi morfologinis, fiziologinis, ekologinis, etologinis, geografinis, kariologinis (citogenetinis), genetinis kriterijai. Smulkiau išskiriama: porūšis; varietetas (tik augalų); forma; veislė. Paskutiniosios dvi dažniausiai dirbtinų pastangų, selekcijos rezultatai.

NAUJŲ RŪŠIŲ ATRADIMAI IR JŲ APRAŠYMAI, JAU ESAMŲ TAKSONOMINIŲ VIENETŲ PERŽIŪRA IR SISTEMATIKOS TOBULINIMAS NAUJŲ MOKSLO ATRADIMŲ PASĖKOJE - TĘSIASI ...

Centrinėje Afrikoje tebesantys atogražų miškai ir dabartiniu metu tebėra dar mažai pažintos teritorijos, kurioje gyveno ir dar tebegyvena ar jau paskutininiiais dešimtmečiais išnyko mokslui nežinomos rūšys. Nors didžioji dauguma tai nedidelės ar smulkios bestuburių rūšys, tačiau XX a. ten buvo aptiktos kelios stambios žinduolių žinduolių (mažasis hipopotamas - *Choeropsis liberiensis heslopi*, okapija - *Okapija johnstoni Sclater*, miškinės gorilos porūšis ir netgi nauja dramblių rūšis).

Pavadintas afrikiniu miškiniu drambliu (*Loxodonta cyclotis*), skiriasi mažesniu dydžiu bei kitais morfologiniais ypatumais. Anksčiau laikytas tik afrikinio dramblio (*L. africana*) porūšiu, dabartiniu metu, po genetinių tyrimų, pripažinta atskira rūšimi.. Skirtingai nuo gerai mums pažįstamo savo gentainio, pasirinkusio gyvenimą miškingose savanose, aprašytoji rūšis gyvena centrinės Afrikos atogražų miškuose. Nepaisant gana išpūdingo dydžio, tai gana slapi ir retai pastebima rūšis. Dar XXI a. pradžioje manomai jų buvo apie 150.000 individų. 2013 m. paskelbti preliminarūs apskaitos rezultatai nurodo tik 60 000. Pagrindinė tokio staigaus sumažėjimo priežastis – brakonieriaavimas ir gyvūnų ilčių kontrobanda – Pietryčių azijos šalis...



pav. Nauja rūšis - afrikinis miškinis dramblys (*Loxodonta cyclotis*) ir jos maksimalaus paplitimo arealas

Žirafinių šeimai priklausanti okapija (*Okapia johnstoni* Sclarer) stambus, tačiau labai slapus gyvūnas išliko nežinomas europiečiams ir mokslo pasauliui iki XX a. pradžios.

pav. Dabartinės žinios apie okapijos paplitimą irgi gana skurdžios – paplitusi tarp Kongo, Ubangos ir Uele makua upių.



Dabartiniu metu beveik visos anksčiau sunkiai pasiekiamos ar beveik nepasiekiamos pasaulio vietos tampa gana dažnai lankomomis. Biologinės įvairovės tyrinėtojai pasinaudoja naujomis technologijomis ir kartais jiems pasiseka aptikti vis naujas gyvūnų rūšis, kurias susekti iki šiolei nežinomos stambios. Pvz., įvairiuose regionuose retai lankomose atogrąžų miškuose teritorijose įrengtų automatinių (ar naktinių - infraraudonųjų spindulių) judesį fiksuojančių foto/video kamerų pagalba buvo atskleista ne tik daug įdomių ten gyvenančių gyvūnų elgsenos ekologijos faktų, bet ir aptiktos naujos mokslui nežinomos žinduolių rūšys.

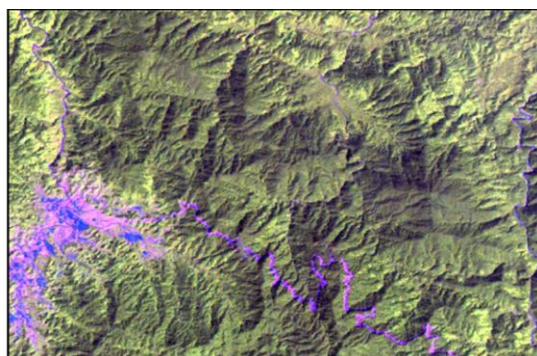
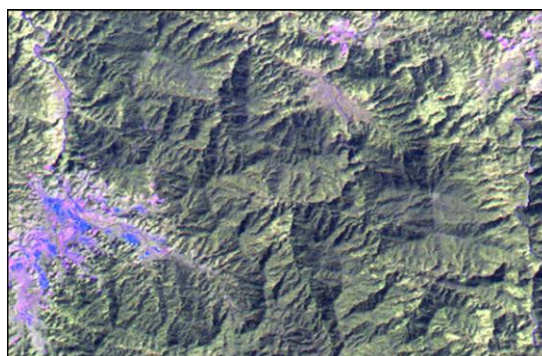
Nuo 2000 metų mokslininkai yra aprašę apie 40 naujų žinduolių rūšių ir porūšių. Tiesa kai kurios iš jų buvo žinomos tik priskirtos kitoms giminingoms rūšims.

pav. 2007 metais Indonezijos miškuose automatinės vaizdo kameros užfiksavo lig šiolei nežinomą žinduolių rūšį.



Tik XX a. pabaigoje aptikta Vietnamo atogrąžų miškuose aptikta nauja smulki miškinių antilopių rūšis pavadinta saola (*Pseudoryx nghetinhensis* Dung, Giao, Chinh, Tuoc, Arctander et MacKinnon) pagal tai kaip ją vadino vietiniai medžiotojai.

pav. Statoma Mekongo užtvanka ir urbanizuojama aplinkinių teritorijų infrastruktūra - nauji keliai, dirbami, gyvenvietės ir kt. (žemėlapyje parodyta sunaikintų gamtinių ekosistemų plėtros mastai per 10 metų) tiesiogiai naikina saolos (*Pseudoryx nghetinhensis*) gyvenamąją aplinką.



1995 metais Peru Andų priekalnių džiunglėse aptikta nauja smulki graužikų rūšis aprašyta ir pavadinta *Isothrix barbarabrownae* priklausanti genčiai Toros (*Isotrix*). Deja, ši nedidelę žiurkę primenanti rūšis dar neturi lietuviško pavadinimo. Artimiausia jai giminaitė paplitusi Brazilijoje, Kolumbijoje, Peru, Venesueloje - *Isothrix bistrata* Wagner – lietuviškai pavadinta tora.

pav. Taip atrodo naujai aprašytoji *Isothrix barbarabrownae*



pav. 2005 m. Madagaskaras – aptikta nauja pelinių lemūrų rūšis *Microcebus lehilahytsara*



pav. Naujoje Gvinėjoje nauja sterblinių žinduolių - kengūrų rūšis

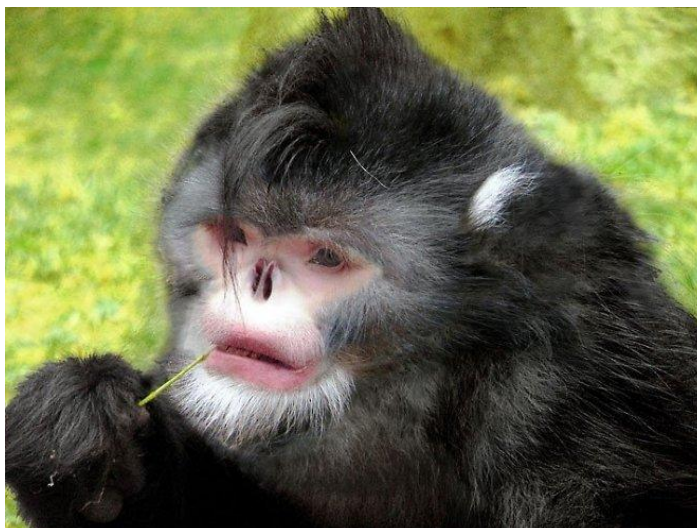


pav. 2007 metais Borneo ir Sumatros salų atogrąžų miškuose aptiktas ir aprašytas dūminio leopardo (*Felis nebulosa Griffith*) naujas porūšis - *Neofeles diardi*,



2012 metais užfiksuota nauja beždžionių rūšis dėmesį patraukė savo išvaizda. Naujai aprašyta rūšis gavo riestanosės beždžionės (*Rhinopithecus strykeri*) pavadinimą. Pirmą kartą pastebėta Mianmare ir jau konstatuota, kad rūšis atsidūrusi ant išnykimo ribos.

Pav. Riestanosė beždžionė /Tarptautinio rūšių tyrinėjimo instituto nuotr./



Tokie padidėję naujų rūšių ir jų porūšių atradimai yra siejami ne tik su modernėjančiais sistematikos tyrimo metodais, bet ir su visa apimančia žmonių ūkine veikla, dar visai neseniai beveik nelankomose atkampiuose atogrąžų miškų rajonuose...

2013 m. rugpjūčio mėnesi žiniasklaidoje (BBS pranešimas) pasirodė pranešimas apie atrastą Kolumbijos ir Ekvadoro miškuose naują žinduolių rūšį. Naminės katės dydžio plėšrus žinduolis (pavadintas olinguito nuo isp. klb. mažasis olingo) tapo pirmąja nauja plėšrių žinduolių rūšimi atrasta Vakarų pusrutulyje per paskutiniuosius 35 metus. Pasak mokslininkų, tai neįtikėtina retas reiškinys XXI amžiuje, nes dauguma naujų rūšių atrandama įvairiuose pietryčių Azijos, Afrikos region biomuose.

Kaip neretai pasitaiko sistematikos moksle, pastaroji rūšis buvo neteisingai klasifikuojama daugiau nei 100 metų. Laikomi muziejų saugyklose šios rūšies egzemplioriai buvo neteisingai priskiriami kitai giminingai jai rūšiai.

Šiam atradimui prireikė daugiau nei dešimtmečio. Atradimu gali didžiuotis mokslininkų grupė iš Smitsono instituto, kai zoologas Kristoferis Helgenas aptiko kaukolės, skeleto ir gyvūnų odos likučius muziejaus saugykloje Čikagoje. Atlikus DNR pavyzdžių analizę ir palyginus juos kitomis penkiomis žinomomis artimomis pastarajai rūšimis, buvo patvirtintas naujos rūšies atradimas.

Taigi 35 cm ilgio naktinis žinduolis – olinguito - *Bassaricyon neblina*, tapo nauja rūšimi priklausančia meškėnų (*Procyonidae*) šeimai.

Pav. Nauja meškėnų rūšis vakarų pusrutulio atogrąžų miškuose. Iš „Sipa Press/Scanpix“,



2010 m. Didžiosios Britanijos karališkosios draugijos žurnale „Biology Letters“ paskelbtame pranešime aprašoma dar viena nauja mokslui aptikta 2009 metais stambi roplių rūšis. Tai varanas pavadintas *Varanus bitatawa*. Tai stambūs ropliai, kurių ilgis prilygsta suaugusio žmogaus ūgiui, aptikti gyvenantys vienos upės slėnyje Filipinų šiaurinėje Lusono saloje. Tokių stambių gyvūnų atradimas tankiai gyvenamame regione, kuriame dauguma miškų jau iškirsti, tapo „precedento neturinčia staigmena“, pastebėjo paskelbto straipsnio autoriai.

Šie slapūs, tačiau ryškiomis spalvomis išmarginti varanai yra artimi milžiniškų Komodo varanų giminaičiai. Tačiau kitaip negu grėsmingieji Komodo „drakonai“, šie driežai neėda pūvančios mėsos - jie visiškai taikūs ir minta vaisiais. Jiems yra iškilęs pavojus dėl buveinių nykimo, o vietos gyventojai tuos driežus medžioja ir valgo. Kiek tokių varanų yra išlikę, kol kas nežinoma. Beveik neabejotina, kad ši rūšis yra atsidūrusi prie išnykimo slenksčio ir galbūt būtų išnykusi neatrasta mokslo, tačiau praeitų metų birželį vienas gyvas individas buvo išgelbėtas iš medžiotojų rankų ir aprašytas. *Varanus bitatawa* išsiskiria savitais odos raštais ir neįprasta lytinių organų anatomija, nurodė mokslininkai. Šių driežų žvynais padengtas kūnas ir kojos yra melsvai juodi, išmarginti šviesiais gelsvai žaliais taškais, o uodega - juodais ir žaliais dryžiais.

pav *Varanus bitatawa* - kol kas vienintelio egzemplioriaus nuotrauka

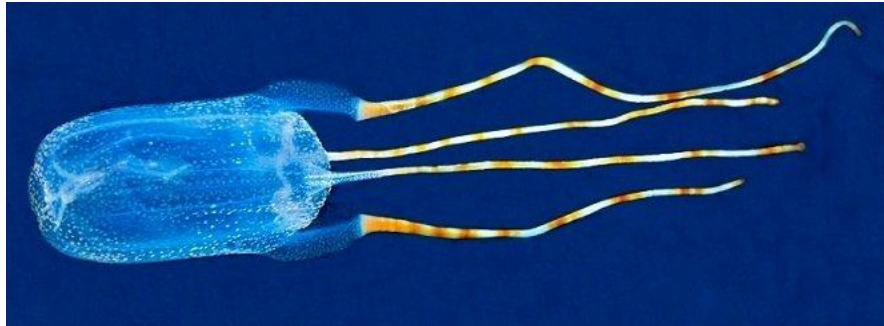


pav. 2006 m. aptikta vienoje iš Meksikos upių nauja šamų rūšis - *Lacantunia enigmatica*



2012 m. aprašyta labai graži, tačiau ir labai pavojinga dėl savo dilginančių ląstelių ilguose čiuptuvėliuose medūza - *Tamoya ohboya*. Jos pavadinimas kilęs iš angl. „Oh Boy“ dėl nardytojų, mokslininkų ir net gydytojų, kuriems tenka susidurti su nuo šios medūzos nukentėjusiais pacientais, pirmosios reakcijos.

Pav. 2012 m. oficialiai aprašyta meduza *Tamoya ohboya* /Tarptautinio rūšių tyrinėjimo instituto nuotr./

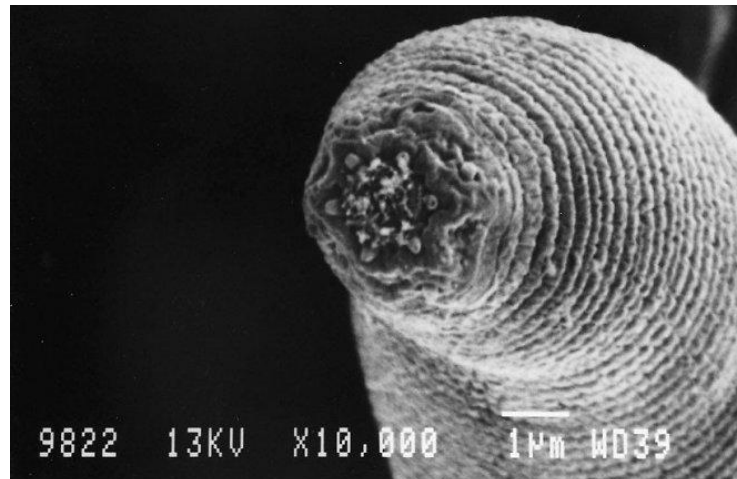


Naujos rūšys ar kitos sisteminės grupės atrandamos ir aprašomos skirtingu tempu. Kasmet pasaulyje aprašoma apie 150-200 rūšių apvaliųjų kirmėlių (*Annelida*) ar žuvų (*Pisces*), apie 300-400 moliuskų (*Mollusca*) ar pirmuonių (*Protozoa*) rūšių ir net apie 7000 vabzdžių (*Insecta*) rūšių iš kurių daugiausia atrandama vabalų (*Coleoptera*) rūšių. Nežiūrint atrandamų rūšių skaičiaus, sistematinių grupių aprašymo tempai lieka nepakitę.

Didžiausi atrandamų rūšių skaičiai priklauso bestuburių taksonams.

Giliausiose (apie 1,3 km) aukso kasyklose Pietų Afrikoje 2012 m. aptiktos vos 0,5 mm ilgio apvaliosios kirmėlės priklausė naujai rūšiai (*Halicephalobus mephisto*) pasirodė galintys išgyventi ir daugintis ekstremaliose (aukšta temperatūra ir slėgis) sąlygose. Vandens (pirmykščio), kuriame šios kirmėlės gyvena, tyrimai parodė, kad šie gyvūnai pastaruosius 4000-6000 metų neturėjo kontakto su žemės paviršiuje esančia biologine įvairove. Šis atradimas svarbus tuo, kad sudaro prielaidas atrasti ir daugiau panašiomis sąlygomis gyvenančių planetos rūšių.

pav. Apvalioji kirmėlė (*Halicephalobus mephisto*) / Tarptautinio rūšių tyrinėjimo instituto nuotr.



Tarp vis naujai atrandamų pasaulyje vapsvų rūšių - *Kollasmosoma sentum* – išsiugdė nepaprastus gebėjimus; atakuodama dykumų skruzdėles tam, kad per mažiau kaip 0,5 sekundės jose padėtų savo kiaušinėlius. Visa operacija (ataka ir kiaušinėlio padėjimas) tetrunka mažiau nei sekundę ir paverčia skruzdę vapsvos kiaušinėlių, o vėliau ir išsiritusių lervų nešiotojomis ...

pav. Vapsvos *Kollasmosoma sentum* portretas / Tarptautinio rūšių tyrinėjimo instituto nuotr./



Nors iš pirmo žvilgsnio šis gyvis labiau panašus į dykumų augalą nei gyvūną, ši naujai atrasta rūšis priskiriama jau išnykusiai *Lobopodia* gyvūnų grupei. Pastaroji naujai atrasta rūšis turi segmentuotas kojas ir tai mokslininkams leidžia daryti prielaidą, kad nariuotakojai, kuriai

priskiriami vabzdžiai, vorai ir vėžiagyviai, galimai išsivystę iš *Labopodia* grupės organizmų...

pav. Naujai atrasta nariuotakojų rūšis - (*Diania cactiformis*) - „Vaikščiojantis kaktusas“ / Tarptautinio rūšių tyrinėjimo instituto nuotr.



2012 m. atrasta ir aprašyta dar viena vorų tarantulų rūšis – mėlynasis tarantulas, gyvenanti Brazilijoje tropiniuose kalnų miškuose traukia akį didele mėlynos spalvos atspalvių įvairove ant savo kūno. Deja, kaip ir daugeliui, tropinių drėgnųjų kalnų miškų rūšių taip ir mėlynajam tarantului itin didelę grėsmę kelia jų buveinių praradimas,.

pav. Mėlynasis tarantulas (*Pterinopelma sazimai*) / Tarptautinio rūšių tyrinėjimo instituto nuotr.



Tarp daugiau kaip 25 000 atrastų ir aprašytų orchidėjų rūšių 2012 m. atrasta dar viena unikali jų rūšis. Šios rūšies atradimas svarbus tuo, kad tai pirmoji naktį žydinti orchidėja. Atrastoji orchidėja yra gana nedidelė, neišvaizdi. Augalėlis sužydi vakare apie 21 ir žydi iki ryto, taigi žydėjimas tetrunka vos 12 val. Toks žydėjimas yra neabejotina

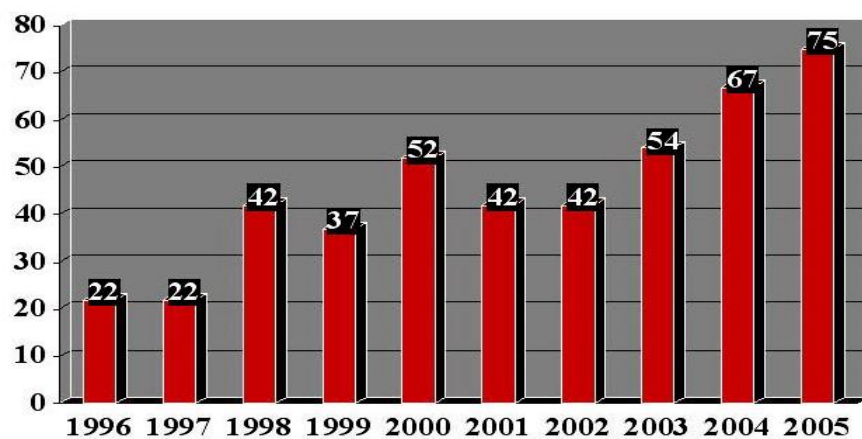
prisitaikymo prie specifinių aplinkos (ekologinė niša tropiniame miške) sąlygų, tačiau kol kas priežastys nėra žinomos.

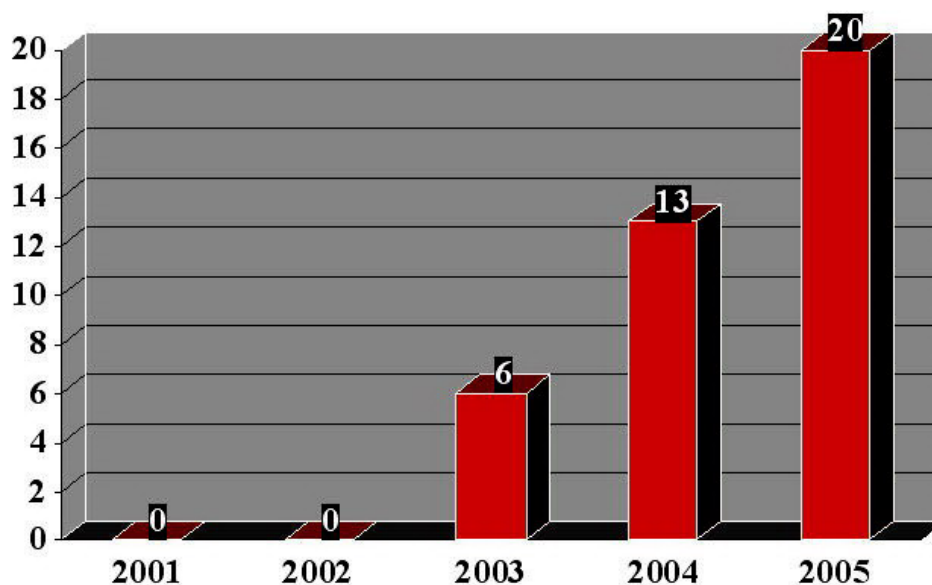
pav. Atrastoji auganti pirmųjų atogrąžų miškuose naktį žydinti orchidėja - *Bulbophyllum nocturnum*. /Karališkųjų Didžiosios Britanijos sodų nuotr./



Atskiroms sistematinėms grupėms priklausančių naujai atrandamų ir aprašomų rūšių statistika yra nevienoda; iš gyvūnų daugiausia aprašoma bestuburių, o iš stuburinių – žuvų.

pav. Aprašomų naujų šamų rūšių pasaulyje atskiriais metais statistika





pav. Žurnale Zootaxa naujų atrastų ir jau aprašytų pasaulyje rūšių skaičiaus augimas atskirais metais

Pasaulio įvairiausiuose biomuose aprašyta daugiau kaip 10000 gyvenančių paukščių rūšių ir jų porūšių. Deja, jau virš 120 rūšių visiškai išnyko, o daugiau kaip 1200 grėsia išnykimas. Tačiau laiks nuo laiko pasirodo pranešimai apie naujai aptiktas rūšis.

pav.. 2006 m Burmoje (Myanmaras) aptikta ir aprašyta nauja mokslui nežinoma timalijų rūšis - *Jabouilleia naungmungensis*



pav. 2006 m. Kolumbijos Anduose aptikta nauja kikilių rūšis



XXI a. mokslininkų grupė po ekspedicijos Amazonės miškuose paskelbė, kad atrado net 15 naujų paukščių rūšių, kurios papildys pasaulio paukščių sąrašą. Paradoksalu, bet kartais naujos paukščių rūšys atrandamos ne tik mažai pažintose, atkampiose žemės kampeliuose.

2013 m. spaudoje, buvo anonsuota nauja dar mokslui nežinoma žvirblinių paukščių rūšis aprašyta kaip - *Orthotomus chaktomuk* (angl. Cambodian Tailorbird). Ji buvo aptikta Kambodžos sostinėje Pnompenyje, kur gyvena per 1,5 mln. gyventojų...

Pav. Taip atrodo *Orthotomus chaktomuk*
(nuotr.J.Eaton pagal Birdlife international informaciją).



Didžioji dar neatrastų ir nežinomų mokslui rūšių rūšių telkiasi pasaulio vandenyne. Deja ir ten jos nesijaučia saugiai. Pvz., Naujai aptikta rajų rūšis gyvena tik labai lokaliaje pakrantės zonoje ties P. Afrikos krantais, kur vyksta intensyvi įvairi antropogeninė veikla, todėl jos populiacijos yra labai pažeidžiama...

Šiauriniuose Madagaskaro regionuose ir Madagaskarui priklausančiose salose per 2003 – 2007 metų ekspediciją atrasta nauja mažų chameleonų rūšis, kurios atstovų dydis – sulig degtuko galvutę. Nauja rūšis pavadinta *Brookesia micra*. Tačiau tai ne vienintelė naujiena: mokslininkų grupė paskelbė aptikusi dar 3 iki šiol nežinomų chameleonų rūšis. Suaugėlių *B. micra* rūšies patinėlių ilgis nuo galvos iki kojų tesiekia 16 milimetrų, o

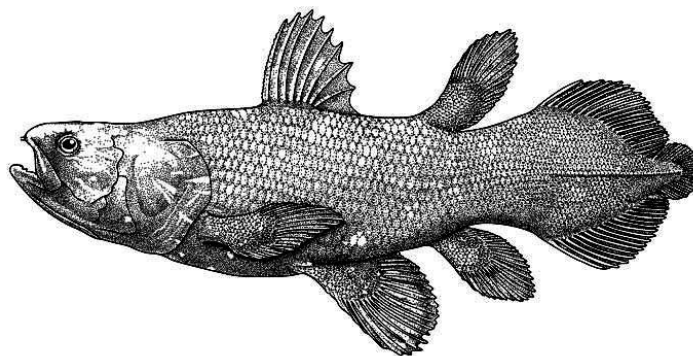
matuojant visą ūgį iki uodegos – 30 milimetrų, tad šie nedideli chameleonai gal būt mažiausi iš rastų Žemėje chameleonų.

pav. Nauja chameleonų rūšis *Brookesia micra* – suaugęs individas ant žmogaus piršto galiuko



MANYTA, KAD ŠIOS RŪŠYS JAU SENIAI IŠNYKUSIOS AR BUVO IŠNAIKINTOS, TAČIAU

„Gyvoji iškasena“ – taip vadinamos rūšys, apie kurių egzistavimą žinota tik iš rastų fosilijų ir manyta ir manyta, kad tai seniai išmirusi rūšis. Vienos iš tokių latimerijos - riešapelekės žuvys, užimančios tarpinę grandį tarp žuvų ir roplių. Žemėje jos gyveno dar nuo devono periodo ir buvo ilgai manyta, kad latimerijos išmirė prieš 65 mln. metų kartu su dinosaurois kreidos periodo pabaigoje. Naujai apie jas sužinota 1938-12-22 dieną, kai prie Pietų Afrikos krantų buvo sugauta keista žuvis. Ji pavadinta *Latimeria chalumnae* - Pietų Afrikos muziejaus kuratorės M. Kortene-Latimer (Marjorie Courtenay-Latimer) – pirmosios zoologės, pamačiusios „gyvają iškasena“ garbei. Latimerijos atradimas tapo mokslinė sensacija, nes daug kas abejojo jų egzistavimu. 1998 m. mokslo pasaulis sužinojo dar vieną staigmeną – kita latimerijų rūšis buvo sugauta Indijos vandenyne ties Indonezijos krantais daugiau nei 100 metrų gylyje – Indonezijos celakantas (*Latimeria menadonensis*). Priešistorinės išvaizdos latimerijos priklauso celakantams, kas graikiškiškai reiškia „tuščiaviduris dyglys“, nes jų pelekuose esantys dygliai yra tuščiaviduriai. Vietoje stuburo turi chordą, Veda jau išsivysčiusius jauniklius (20-30), kurie vystosi patelės organizme ilgiau nei metus. Jau žinoma, kad egzemplioriai gali užaugti iki 2 m ir sverti apie 90 kg. Manomai abiejų rūšių populiacijos sudaro 1000- 10 000 ? individų.



pav. 2007 m. Ties Indonezijos krantais sužvejotos latimerijos

Remiantis DNR molekuliniais tyrimais buvo nustatyta jog abi rūšys susiformavo prieš 1-2 mln. metų. Naujesnių tyrimų (kurie pagrįsti DNR mitochondrijų tyrimais) duomenys teigia, tai įvyko dar anksčiau - prieš 30 – 40 mln. metų. Spėjama, kad dabartinės Indijos iškilimas ir prisišliėjimas prie Eurazijos žemyno, lėmė vienos populiacijų išsiskyrimą, tuo pačiu tapo dviejų skirtingų rūšių atsiradimo priežastimi. Teigiama, kad aliejinga latimerijų žuvienei maistui netinka, o šiurkštūs žvynai gali atstoti švitrinį popierių. Deja, dauguma pagautų latimerijų ne tik reikšmingos mokslininkams, bet yra paklausios maisto rinkoje. Populiacijos menkai ištirtos, nes tai gelmių žuvis. Kelių mokslinių ekspedicijų metu yra keli egzemplioriai nufilmuoti savo gyvenamojoje aplinkoje, tačiau apie jų populiacijos būklę žinoma labia nedaug. Teigiama, kad abiejų rūšių individai labia reti o jų populiacijos nykstančios.

Didžiausia žinoma *Latimeria chalumnae* populiacija apie 300 individų gyvena netoli salose įsikšrusios Komorų valstybės.

Balsvasnapio juodojo genio (*Campephilus principalis bairdii* CASSIN, 1864) istorija paslaptinga ir liūdna. Manomai pranykęs nuo 1885 m., o 1935 m. vėl aptiktas Liuzianos užliejamuose miškuose, vėliau 1956 m. rytiniuose Kubos miškuose. Dabartiniu metu ir vėl jau laikomas vėl išnykusia rūšimi ...



pav. Balsvasnapio genio atvaizdai piešinyje ir dokumentinėse fotografijose ir buvęs paplitimo arealas

Daugiamilijoninė gyvybės formų, rūšių įvairovė Žemėje tampa nelengvu išbandymu kai reikia tiksliai ir greitai apibūdinti atskiras rūšis. 2003 m. Evoliucijos biologas Polas Herbertas (Paul Herbert) iš Gvelfo universiteto (Kanada) pasiūlė atpažinimui pasinaudoti nesudėtingu brūkšniniu kodu pagal kiekvienos rūšies DNR esančio ir padedančio sukurti energiją pernešančios molekulės ATP vadinamo geno CO1 seką. Jo seka gali varijuoti ir brūkšniniame kode yra per 600 vietų, kurias gali užpildyti bet kuri iš keturių skirtingų DNR bazių.

Tokia pagal brūkšnių kodą sisteminę identifikaciją galima taikyti ir gyvūnams ir augalams ir grybams. Tyrėjai iš 25 valstybių planuoja iki 2015 metų nustatyti per pusės milijono egzistuojančių šiandien rūšių brūkšninius kodus. Šis metodas turi ne tik mokslinių, bet ir komercinių perspektyvų; pvz., muitinėlių, karantino tarnybose tikrinant įvežamas rūšis; prekybos tinkluose, maitinimosi istaigose tiksliai identifikuojant žuvis, jūros gėrybes.

BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS KIEKYBINĖ RAIDA BIOSFEROJE

Iki prieš maždaug 600 mln. metų, visas gyvybės formas sudarė archėjos, bakterijos, pirmuonys ir kiti vienaląsčiai organizmai.

Fanerozojaus metu (paskutiniuosius 540 milijonų metų), biologinės įvairovės raidoje prasideda spartaus jos augimo banga (kambro „sprogimo“ laikotarpis) per kurį pirmą kartą pasirodė ir dabartiniai daugialąsčiai organizmai. Per vėlesnius 400 mln. metų, bestuburių tiek stuburinių įvairovės didėjimo tendencijos buvo kiek lėtesnės. Tačiau tarp drastiškų šuolių buvo ne ka mažesni nuopoliai - periodiškai įvairovės augimas pažymėtas tarp didžiulių jos nuostolių - klasifikuojamų kaip masinio išnykimo periodai, kurie ilgainiui buvo atstatyti (pvz., prieš 251 mln. m. Permo-Triaso biologinės įvairovės praradimams kompensuoti prireikė 30 mln. metų).

Kai kurie mokslininkai tiki, kad dabartinė kiekybinė biologinė įvairovė gali ne daug kuo skirtis nuo buvusios prieš 300 mln. metų. Tuo tarpu kiti autoriai mano, kad visa pasaulio makroskopinių rūšių biologinė įvairovė svyravo nuo 2 mln. iki 100 mln. rūšių. Nesant natūraliai atrankai biologinė įvairovė turėtų augti.

BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS PASISKIRSTYMAS

Biologinė įvairovė nėra tolygiai tiek erdviškai tiek ir topografiškai paskirsčiusi biosferoje. Egzistuoja dideli skirtumai ne tik globaliame, bet regioniniame, net rajoniniame mastelyje. Biologinės įvairovės turtingumo laipsnį apibūdina visa eilė veiksnių, kurie priklauso skirtingoms kategorijoms, kuriuos galima išvardinti:

- ❖ geografiniai plačiaja prasme (aukštis virš jūros lygio - gylis nuo vandenynų paviršiaus; geografinė platumas, reljefo geomorfologija ir kt.);

Juos dažniausiai sieja su biologinės įvairovės pasiskirstymu, tačiau tik vienu jų poveikiu negalime paaiškinti biologinės įvairovės feonomeno. Egzistuoja dar visa grupė kitų veiksnių (sausumoje tai gali būti ir nuo jų tolygumo ar atvirščiai rodiklių, dirvožemio

elementų gausos, regiono klimato ypatybių; vandenyse – nuo atnešamų maistmedžiagių, aeracijos, vandens temperatūros, druskingumo ir kt.), kurie sąveikauja ir įtakoja tarpusavyje ir su jau paminėtaisiais. Nesant absoliučiai priklausomybei, sunku būtų įrodyti ryšius/priklausomybes nuo dar kitų gradientų:

- ❖ nuo gyvenamosios aplinkos produktyvumo (ekosistemų lygmenyje);
- ❖ nuo klimato kaitos (klimatinių regionų, biomų lygmenyje);
- ❖ nuo gyvenamosios aplinkos amžiaus (ekosistemų, buveinių lygmenyje);
- ❖ nuo gyvenamoje aplinkoje esančių sąlygų palankumo laipsnio (ekosistemų, buveinių lygmenyje).

Egzistuoja ir dar viena veiksnių grupė, kuri irgi sąlygoja biologinę įvairovę, tai :

- ❖ geografinis kintamumas, nesusietas su geografine platuma .

Jau vien dėl išvardintų priežasčių tampa sunkiai atsekamos tikrosios priklausomybės priežastys tarp biologinės įvairovės ir gyvenamosios aplinkos parametrų. Dar visa eilė veiksnių, kurie būdingi biologinėms bendrijų sąvybėms, tačiau kartu tai lemiami veiksniai, reguliuojantys jų struktūras. Kaip vieni iš svarbiausių paminėtini:

- ❖ gruoboniškumas;
- ❖ konkurencija;
- ❖ erdvinis nevientisumas nulemtas pačių organizmų;
- ❖ ekosistemų, bendrijų sukcesinė būklė.

Augalų bendrijose pastebimas produktyvumo mažėjimas nuo pusiaujoabiejų Žemės polių linkui priklauso nuo apšviestumo intensyvumo, vidutinių temperatūrų, vegetacijos periodo trukmės. Produktyvumas labai sumažėja aridinėse zonose ir kalninėse zonose. Produktyvumo didėjimas išplečia reikalingų išteklių diapazono ribas ir kartu sukuria prielaidas rūšių skaičiui didėti. Vienodose bendrijosekur yra skirtingi produktyvumo lygiai neatsiras skirtinga biologinė įvairovė. Čia gali atsirasti tik tos pačios, tačiau skirtingo dydžio individų skaičiumi tų pačių rūšių populiacijos. Teoriškai bendrijose didės biologinė įvairovė kai, didėjant resursams atsirase aukšta konkurencija ir atsirase vis daugiau specializuotų vieno ar kito atžvilgiu specializuotų rūšių.

Rūšių įvairovė susideda mažiausiai iš dviejų komponentų - rūšių skaičiaus ir rūšių pasiskirstymo (gausos) tolygumo. Todėl negalima teigti, kad vienoje vietovėje radus daugiau rūšių joje bus būtinai didesnė ir biologinė įvairovė. Prieš pradedant kokioje nors bendrijoje rūšių įvairovės vertinimą, pirmiausia būtina identifikuoti joje esančias rūšis. Žinodami, kad rūšių įvairovę lemia ne tik rūšių skaičius, bet atitinkamos rūšies individų gausumas, tolesniame biologinės įvairovės vertinime naudojami sekantys rodikliai:

❖ tam tikros vietovės rūšių skaičius;

Apsiriboja rūšių gausos (turtingumo) nustatymu, kuris yra gaunamas skaičiuojant esamų rūšių kiekį. Svarbus šio tyrimo aspektas - imties dydis. Jei tiriamasis plotas yra tinkamai atribotas erdvėje ir laike, ten esančios rūšys yra suskaičiuotos ir identifikuotos, tai rūšių skaičius yra pakankamai tinkamas biologinės įvairovės vertinimo matas. Rūšių tankumas, pavyzdžiui, rūšių skaičius kvadratiniam metre, yra nustatymo matas. Tačiau, jei plotas nėra visai aiškus, bet tam tikros bendrijos jau egzistuoja rūšių sąrašas tada būtina atskirti kiekybinę rūšių gausą (rūšių skaičiaus ir individų skaičiaus ar biomasės santykis) nuo rūšių tankumo, kuris yra rūšių skaičius tam tikrame, apibrėžtame plote. Esant kai rūšių skaičiaus didėjimui, didėjant plotui) H.L.Sandersas (*H. L. Sanders*) pasiūlė metodą, vadinamą išretėjimu (nuo angl. *rarefaction*). Vėliau S.H.Hurlbertas (*Hurlbert, 1971*) šį metodą patobulino ir pateikė taip:

$$E(S) = \sum \{1 - [(N - N_i) / (N/n)]\}$$

kur: $E(S)$ – laukiamas rūšių skaičius; n – standartizuotas ėminio dydis; N – bendras rastų individų skaičius; N_i - i -osios rūšies individų skaičius.

❖ santykinis rūšių gausumas;

Kai kurie paprasti įvairovės nustatymo indeksai yra išvesti naudojant S (sutiktų rūšių skaičius) ir N (bendras visų rūšių individų skaičius) kombinacijas. Santykinis rūšių gausumas (d) gali būti įvertinamas naudojant tokius paprastus indeksus:

$$d = S/\lg A; \quad d = S/\lg N; \quad d = S/N; \quad d = S/100,$$

kur: A – apskaitos aikštelės plotas (m^2).

Tokiems priklauso

Margalefo įvairovės indeksas:

$$D_{mg} = (S-1)/\ln N,$$

Mechiniko indeksas :

$$D_{mn} = S/\sqrt{N}.$$

❖ tam tikri biologinės įvairovės indeksai;

Dažniausiai jie naudojami vertinant rūšių įvairovę. Visų jų skaičiavimuose dažniausiai naudojami du komponentai – bendrijoje esančių rūšių skaičiaus ir ją sudarančių rūšių

individų gausa. Paminėtieji iš kitų indeksų tarpo išsiskiria tuo, kad atspindi skirtingas biologinės įvairovės charakteristikas:

Šenono–Vynerio (*Shannon–Wiener*) indeksas (H). Dar vadinamas Šenono ar entropijos (chaotiškumo) indeksu. Panaudojamas bendrai augalijos įvairovei vertinti, t.y. įvertinti augalų bendrijom pagal tai, kiek rūšių jas sudaro ir kaip tolygiai bendrijoje jos yra pasiskirsčiusios. Šiuo atveju rūšys, kurių kiekis bendrijoje yra nežymus, koeficiento dydžiui turi didesnės įtakos nei dominantinės. Esant vienodam rūšių skaičiui, maksimali entropija (tuo pačiu ir didžiausias indeksas) būna tada, kai visų rūšių dalyvavimas bendrijoje yra to paties dydžio. Didėjant rūšių skaičiui, indekso reikšmė didėja.

$$H = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N},$$

kur: n – bendras rūšių skaičius bendrijoje; N_i – i -tosios rūšies gausumas (projekcinis padengimas, biomasė arba individų skaičius); N – bendras gausumas (projekcinis padengimas, biomasė arba individų skaičius).

Gali būti naudojama ir kiek kitokia šio indekso forma:

$$H = \sum_{i=1}^N s_i \cdot \ln s_i,$$

kur: s_i – rūšies i dalis (gausumas) bendrijoje, dažniausiai apskaičiuojamas kaip:

$$s_i = c_i / c_{\text{tot}},$$

kur: c_i – rūšies i projekcinis padengimas, %; c_{tot} – bendras projekcinis viso augalijos ardo padengimas, %; N – bendras rūšių skaičius apskaitos plotelyje (analizuojamoje teritorijoje).

Šenono indekso kitimo sritis yra nuo 0 (minimali, maža rūšių įvairovė) iki $\ln N$ (labai didelė rūšių įvairovė).

Simpsono (Simpson) indeksas (S) arba dominavimo indeksas parodo vienos ar kitos rūšies dominavimą bendrijoje. Fitocenologiniuose tyrimuose didžiausią įtaką indekso dydžiui daro didžiausią projekcinį padengimą turinčios rūšys. Esant am pačiam rūšių skaičiui, indekso reikšmė bus didesnė tose bendrijose, kuriose dominuoja tik viena rūšis, o kitų rūšių dalis bendrijoje nežymi (artima 0). Indeksas apskaičiuojamas:

$$S = \sum_{i=1}^N (s_i)^2 .$$

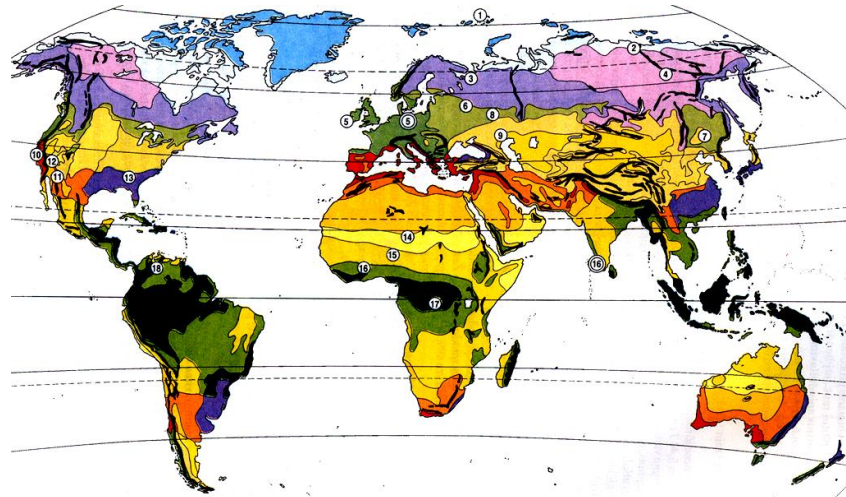
Pilu (*Pielou*) indeksas (E) arba tolydumo indeksas kitaip dar vadinamas tolygumo rodikliu. Jis, kaip ir Šenono indeksas, atspindi rūšies dalyvavimą bendrijoje (dalį), bet leidžia palyginti rūšinę įvairovę bendrijų, kurias sudaro skirtingas rūšių skaičius. Pvz., jei rūšys tolygiai gausios, indekso dydis bus toks pat tiek bendrijoje, kurią sudaro 2 rūšys, tiek ir bendrijoje, kurią sudaro 20 rūšių. Tolydumo indeksas keičiasi nuo 0 iki 1. Maksimalią reikšmę indeksas pasiekia tada, kai visos rūšys bendrijoje (apskaitos aikštelėj, tiriamame plote) tolygiai gausios ($E=1$).

$$E = \frac{H}{H_{\max}} , \quad H_{\max} = \ln N,$$

kur: H – Šenono indeksas; N – bendras rūšių skaičius apskaitos aikštelėje.

BIOGEOGRAFINIS RŪŠIŲ PASISKIRSTYMAS BIOSFEROJE

Gyvybinė biologinių rūšių erdvė aprėpia tik labai ploną apie 20 km išorinį Žemės sluoksnį. Sausumoje pedosferoje gyvenančių organizmų prasiskverbimo ir ten apsigyvenimo gylis priklauso nuo to kaip gliai yra sudūlėjusios uolienos. Atskirai reikėtų paminėti gyvybės formas egzistuojančias giliuose urvuose ar net organinės kilmės telkiniuose (nafta ir kt.) 2000-4000 m gyliuose. Žinoma, kad net 10 000 m vandenynų gelmėse egzistuoja gyvybės formų įvairovė. Netolygus rūšių geografinis pasiskirstymas atskirose regionų ekosistemose nulemtas ir sąlygojamas ne tik dabarties sąlygomis esamų klimatinių sąlygų, bet yra ir egzistuojančių žymiai ilgesniame periode (geologiniame/biologiniame laike) veiksmų.



pav... Supaprastintas metų laikų žemėlapis pagal Troll ir Paffen (*informacijos šaltinis Ekologijos atlasas, 2000*)

Poliarinės ir subpoliarinės zonos: 1-Poliarinis ledynų ir sniegynų klimatas (šilčiausias mėnuo $< +6^{\circ}\text{C}$); 2-Subpoliarinis klimatas (mėnuo nuo $+6^{\circ}\text{C}$ iki $+10^{\circ}\text{C}$, šalčiausias mėnuo $< -8^{\circ}\text{C}$). Vidutiniškai šaltas klimatas: 3-Borealinis klimatas (giliasniegės žiemos, metinis temperatūrų svyravimas iki 40°C); 4-Kontinentinis (žemyninis) borealinis klimatas (sausos žiemos, metinis temperatūrų svyravimas $> 40^{\circ}\text{C}$). Vidutiniškai vėsus klimatas: 5-Jūrinis ir pereinamasis miškų klimatas (vėsios žiemos, metinis temperatūrų svyravimas $< 25^{\circ}\text{C}$); 6-Subkontinentinis iki kontinentinio miškų klimatas (šaltos žiemos, metinis temperatūrų svyravimas $> 20^{\circ}\text{C} < 40^{\circ}\text{C}$); 7-Atlantinis miškų klimatas (šalčiausias mėnuo nuo 0°C iki -8°C , šilčiausias nuo 20°C iki 26°C); 8-Drėgnų ir sausų stepių klimatas (> 5 mėnesius drėgna/ < 6 mėnesius drėgna); 9-Pusdykumių ir dykumų klimatas. Vidutiniškai šiltas (subtropinis) klimatas: 10-Viduržemio klimatas (žiemos drėgnos, vasaros sausos, 5 lietingi mėnesiai); 11-Stepių klimatas (< 5 lietingi mėnesiai); 12-Pusdykumių ir dykumų klimatas (< 2 lietingi mėnesiai); 13-Drėgnas rytinių pakrančių klimatas. Tropinis klimatas: 14-Pusdykumių ir dykumų klimatas (< 2 lietingi mėnesiai); 15-sausosios savanos (2-7 lietingi mėnesiai); 16-Drėgnosios savanos (7-9,5 lietingo mėnesio); 17-Drėgnieji atogrąžų miškai; 18-Kalnynų vertikaliosios klimato juostos.

Ekologiniu požiūriu Biosfera gali būti skirstoma į atskiras subbiosferas, kurioje egzistuoja biologinė įvairovė. Tai būtų:

- ❖ geobiosfera – gyvenamoji erdvė pedosferoje (dirvožemio sluoksnis) ir litosferoje (gilesni sluoksniai);
- ❖ hidrosfera – gyvenamoji erdvė hidrosistemoms (vandenynai, jūros, ežerai, upės);
- ❖ antroposfera – žmogaus sukurtos erdvės.

Reikėtų priminti, kad atmosfera nėra išskiriama kaip pastovi, o tik kaip laikina gyvenamoji biologinių rūšių erdvė. Subbiosferos skirstomos į biomas:

- ❖ geobiosfera į semiterestrinius (pusiau sausuminius) ir terestrinius (sausuminius) biomas;

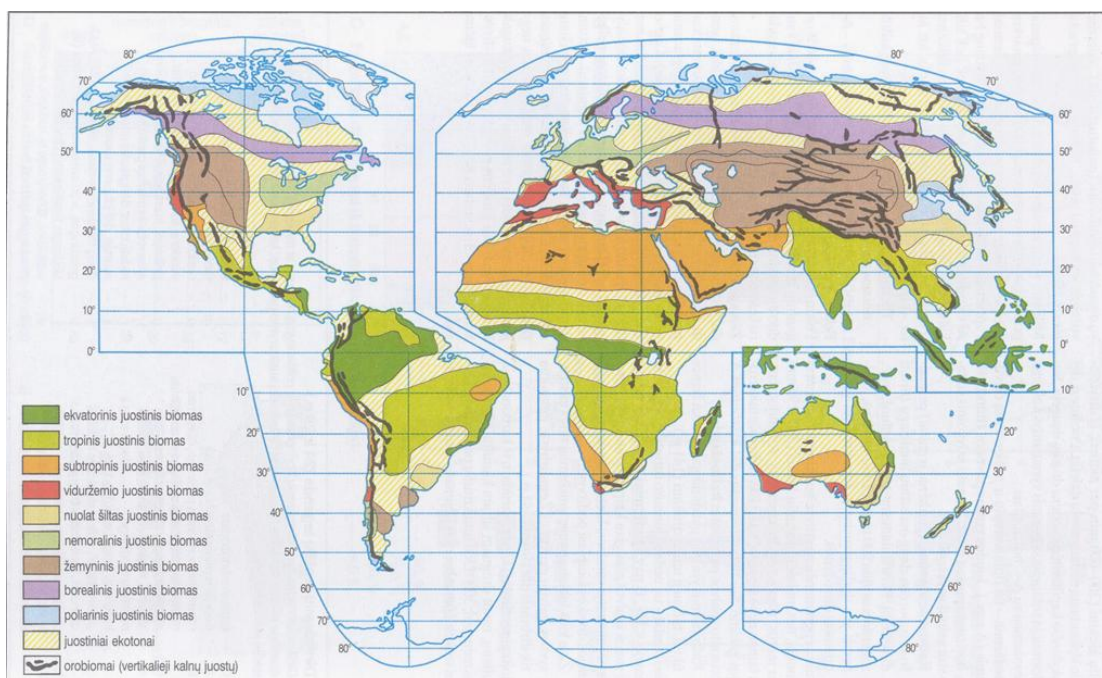
- ❖ hidrosfera į marininius (jūrinius) ir limninius (gėlavandenius) biomas;
- ❖ antroposfera – dirbtinai sukuriama aplinka su savitu klimatu ir įvairove.

H. Valteris (*Heinrich Walter*) atsižvelgdamas į erdvinį temperatūrų ir kritulių erdvinį poveikį per metus suskirstė biosferą į 9 juostinius biomas. Pastarieji žymia dalimi priklauso ir nuo augalijos formacijų ir iš dalies nuo gyvūnijos. Kai kurių dažniausiai endeminių rūšių arealai sutampa su ekologiškai sąlyginių biomų ribomis, o kitų rūšių paprastai būna persimaišę. Kiti autoriai (A. Kiuchler) generalizavę pereinamąsias ribas išskyrė 17 biomų.

...lentelė. Priklausomybės tarp juostinių klimato biomų, dirvožemių tipų ir augalijos juostų (*informacijos šaltinis Ekologijos atlasas, 2000*)

Juostinis biomas:klimatas	Dirvožemio juostos	Augalijos juostos
Ekvatorinis – klimato kitimas per parą, daugiausia visada drėgnas	Ekvatoriniai rudieji, feralitiniai dirvožemiai	Visžaliai drėgnieji atogrąžų miškai, nėra skirtingų metų laikų
Tropinis – vasaros liūčių ir vėsesni sausros laikotarpiai	Raudonieji molžemiai, arba raudonžemis, feralitiniai savanų dirvožemiai	Tropiniai iš dalies lapus metantys miškai arba savanos
Subtropinis – aridinis dykumų klimatas, negausūs lietūs	Pilkžemiai (pirminiai dykumų dirvožemiai), lengvai jauriniai	Subtropinė dykumų augalija, uolienos nulemia kraštovaizdį
Viduržemio – žiemos lietingos, vasaros sausos (aridinis-humidinis)	Meditėraninis rudžemis, dažnai raudonžemis	Kietalapė augalija (sklerofilai) jautri ilgai trunkančiam šalčiui
Nuolat šiltas – arba švelnus jūrinis, daugiausia lietaus vasarą	Rusvi arba gelsvi miško dirvožemiai, lengvai jauriniai	Visžalis miškas, šiek tiek jautrus šalčiui
Nemoralinis – tipiška vidutinis, trumpi žiemos šalčiai	Miško rudžemis arba pilkieji miško dirvožemiai (dažnai lesivuoti)	Vasaržalis lapuočių miškas, atsparus šalčiams
Žemyninis – aridinis vidutinis, šaltos žiemos	Juodžemis, kaštonžemis, rudžemis iki pilkžemių	Stepės iki dykumų, karšta tik vasarą, augalija atspari šalčiams
Borealinis – vidutiniškai šaltas,	Jauriniai dirvožemiai	Borealiniai spygliuočių miškai (taiga), labai

vėsios vasaros, ilgos žiemos		atsparūs šalčiui
Poliarinis – arktinis ir antarktinis, labai trumpos vasaros	Tundriniai dirvožemiai, būdingos žolinės dangos fluktuacijos	Nesumedėjusi tundrinė augalija virš amžinojo permo įšalo



pav. Ekologinis žemynų suskirstymas - pagrindinių pasaulio klimatinų juostų ir su jomis siejamų sausumos biomų, o juose pedosferos ir fitocenozijų pasiskirstymas biosferoje pagal Valterį (informacijos šaltinis Ekologijos atlasas, 2000)

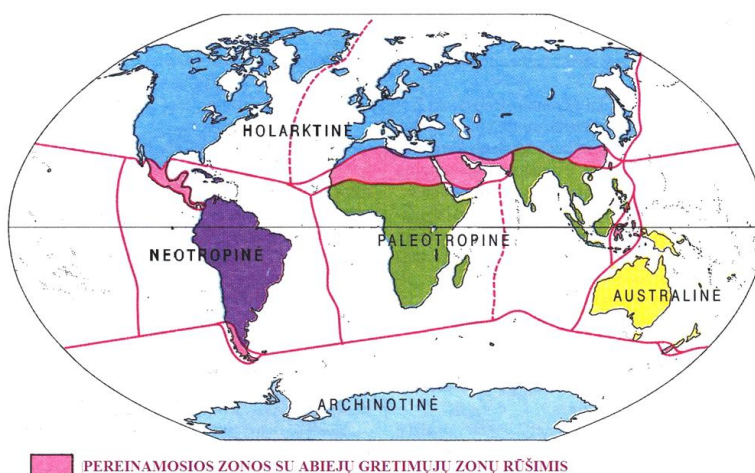
Visus dabartinę rūšių populiacijų būklę reguliuojančius veiksnius galima suskirstyti į kelias pagrindines grupes:

- ekologiniai veiksniai;
- evoliucijos poveikis;
- antropogeninė veikla.

Sausumos (terestrinėse) ekosistemose egzistuoja tam tikri biologinių rūšių pasiskirstymo ekosistemų biotopų atskirose ekologinėse nišose dėsniniai:

- tropinėse srityse viename apibrėžtame biotope – vienoje ekologinėje nišoje – gali egzistuoti daugiau rūšių nei šalto klimato juostose;
- šlapiuose biotopuose (tropinių šlapžemių, pelkių) – vienoje ekologinėje nišoje gali egzistuoti daugiau rūšių nei sausuose biotopuose (ekotono efektas);
- trumpalaikio buvimo biotopuose (pvz., sezoninių migracijų metu) gali egzistuoti žymiai daugiau rūšių nei pastoviai apgyvendintuose;
- besikeičiančio klimato ir lokaliai erdvinės topografijos (augalų bendrijų) biotopuose egzistuoja žymiai daugiau rūšių nei pastovaus ir nekintančio.

Atsiradę klimatiniai, edafiniai (sausumos), akvatiniai (vandens) geografiniai barjerai nulėmė dabartinės biosferos rūšių įvairovės skirtumus įvairiose žemės regionuose. Dabartinė visa biologinė įvairovė yra suskirstyta biogeografiniu principu į atskiras sritis, pasižyminčias savitu rūšių kompleksais, kaip antai į: Palearktinę (Europa, Šiaurės Afrika ir Šiaurės–Vakarų Azija), Nearktinę (Šiaurės Amerika), Neotropinę (Centrinė ir Pietų Amerika), Afrotropinę (Afrika, Pietinė Sachara ir Arabija), Indomalajinę (Indija, Pietryčių Azija) ir Australinę (Australija, Naujoji Gvinėja ir gretimos salos). Žemės paviršių biogeografai dalija genetinio giminingumo požiūriu, juo remiantis gyvūnija dalijama į karalystės sritis, augalija į atskiras sritis -provincijas. Jos gali pereiti viena į kitą. Tokiose persiklojančiuose (pereinamuose) taip vadinamuose juostiniuose ekotonuose būdinga mišri fauna ir flora. Gyvų organizmų (rūšių, populiacijų, bendrijų) erdvinio paskirstymo ypatumus nagrinėja biogeografijos (zoogeografija, fitogeografija) mokslai. Didžiausia biologinė įvairovė užregistruota atogrąžų klimatinėje juostoje o mažiausia poliariniuose regionuose. Net ir gausesniuose savo biologine įvairove regionuose egzistuoja atskiros sritys, kur biologinė įvairovė yra išskirtinai gausi.

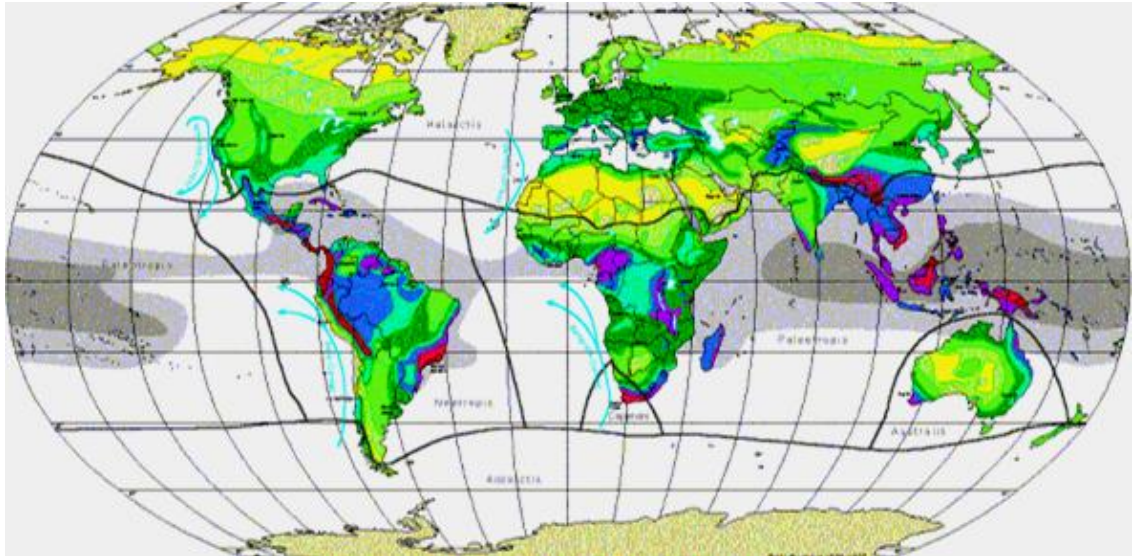


pav. Žemės gyvūnų karalystės (informacijos šaltinis ekologijos atlasas 2000)

Holarktinė [apimanti Nearktinę (Š. Amerika) ir Palearktinę (Eurazija)]; Neotropinė (P. Amerika); Paleotropinė [apimanti Etiopinę (Afrika) ir Orientalinę (Indo - Malajos)]; Australinė,

pastaba dėl pereinamosios zonos: anglų gamtininkas, tyrinėtojas, geografas, antropologas ir biologas - vienas zoogeografijos pradininkų A. Volesas (*Alfred Russel Wallace* 1823 -1913 m).

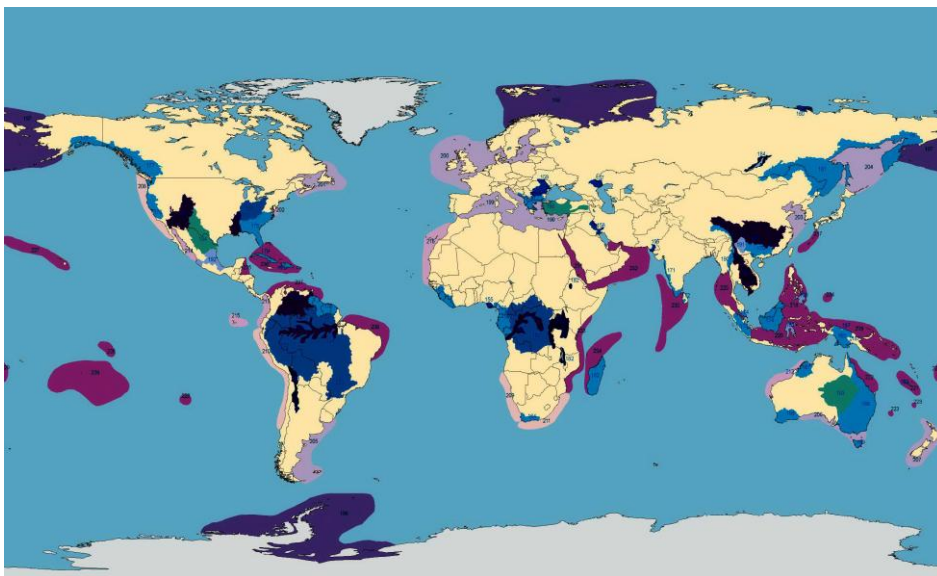
įrodęs, kad per Malajų salyną eina riba (vėliau pavadinta **Voleso linija**), zoogeografiniu atžvilgiu skirianti Australijos ir Azijos fauną. Vėliau pagal Amazonijos ir Malajos ekspedicijų duomenis pasiūlė suskirstyti visą Žemę į zonas – paleoarktinę, nearktinę, etiopinę, rytinę (Indijos-Malajos), Australijos ir neotropinę.



pav. Žemės augalijos pasiskirtymo sritys (informacijos šaltinis)

Rūšių, užimančių didelius arealus, gyvenimo sąlygos (abiotinių ir biotinių veiksnių kaita) yra žymiai įvairesnės nei riboto paplitimo rūšių, gyvenančių labai mažose teritorijose. Ir didžiausios biologinės įvairovės rajonuose gyvybės formų gausa yra pasiskirsčiusi labai netolygiai. Pvz., Amazonės baseine, kur biologinė įvairovė yra didžiausia, išskiriami keli atogražų miško tipai (ekosistemos), kurių biologinė įvairovė priklauso nuo vandens lygio; pagal pakrančių miškų užtvindymo trukmę ir mastus yra skiriami: ilgalaikio užtvindymo atogražų miškai – juose biologinė įvairovė mažiausia, trumpalaikio užtvindymo atogražų miškai, užtvindomi tik didžiausių potvynių metu tropiniai miškai ir neužtvindomi atogražų miškai – juose didžiausia biologinė įvairovė.

Vandenynuose didžiausia rūšių įvairovė stebima pakrantėse - sekliuose žemyninio šelfo rajonų vandenyse esančiose hidrosistemose, o pati mažiausia – vandenynų pelagialių ir hadalių srityse. Vienos iš turtingiausių savo biologine įvairove tropinėse srityse yra upių deltų, šlapžemių ir maršų bei mangrovių ekosistemos.



pav...Pagrindinių gėlių ir sūrių hidrosistemų su savitais (unikaliais) biologinės įvairovės kompleksais (rinkiniais) globalus pasiskirstymas

Žinoma, kad didesne rūšių įvairovė pasižymi atogrąžų miškai. Tačiau bet biologinės įvairovės vertingumo požiūriu jie nėra vienodai svarbūs. Jau nustatytos svarbios pagal vietovės pagal ten egzistuojančią augalų rūšių įvairovės vertingumą. Vienas iš biologinės įvairovės išskirtinių teritorijų biosferoje vertinimo rodiklių yra kiekybinis atskirose teritorijose endeminių rūšių rodiklis. Taip buvo išskirti vadinamieji biologinės įvairovės ir endeminiai "centrai". (pvz., tokiems biologinės įvairovės centrams priskiriami miškai su išskirtinai aukšta rūšine įvairovė, o endeminiais centrams - miškai su didele endeminių rūšių dalimi. Dabartiniu metu pasaulyje išskirti 234 tokie "centrai". Daugiausia jų yra Afrikoje (84) bei Šiaurės ir Pietų Amerikoje (75).

Detaliau tyrinėjant tokius gamtinius regionus, paaiškėjo kad tokiuose biologinės įvairovės centruose kai kurių endeminių grupių rūšių skaičius gali ir dažniausiai yra susijęs su kitos grupės endeminių rūšių skaičiumi. pvz., regione, kuriame yra daug endeminių žinduolių, dažnai taip pat yra turtingas endeminėmis paukščių, roplių, varliagyvių, žuvų rūšimis.

..lentelė. Pasaulio šalys, kuriose daugiausia yra endeminių stuburinių gyvūnų rūšių.

Eil. Nr.	Žinduolių rūšių sk.	Paukščių rūšių sk.	Roplių rūšių sk.	Varliagyvių rūšių sk.
1	Australija 210	Indonezija 387	Australija 616	Kolumbija 367
2	Indonezija 201	Australija 355	Meksika 368	Brazilija 294

3	Meksika 140	Brazilija 397	Madagaskaras 274	Madagaskaras 176
4	Brazilija 131	Filipinai 183	Indija 187	Kinija 175
5	Filipinai 116	Kolumbija 142	Brazilija 172	Meksika 169
6	JAV 101	Meksika 125	Indonezija 150	Australija 169
7	Madagaskaras 77	Peru 109	Kinija 133	Ekvadoras 138
8	Kinija 77	Madagaskaras 103	Filipinai 131	Papua Naujoji Gvinėja 134
9	PNG 57	PNG 85	Ekvadoras 114	JAV 126
10	Argentina 47	Kinija 77	Peru 98	Indija 110
11	Peru 46	Naujoji Zelandija 74	Kolumbija 97	Indonezija 100
12	Indija 44	Salamono salos 72	JAV 90	Peru 87

lentelė. Aštuoniolika rajonų iš visų pasaulio regionų, turinčių daugiausiai endeminių rūšių.

Regionai	Augalų rūšių sk.	Žinduolių rūšių sk.	Roplių rūšių sk.	Varliagyvių rūšių sk.	Drugių (tik b. Būriuotojai) rūšių sk.
Kapo regionas (Pietų Afrika)	6000	15	43	23	0
Amazonės aukštupys (Amazonės baseino vakarinė dalis)	5000	-	-	70	-
Brazilijos Atlanto pakrantė	5000	40	92	168	7
Madagaskaras	4900	77	274	176	11
Filipinai	3700	116	131	44	23
Borneo salos š. dalis	3500	42	69	47	4
Rytų Himalajai	3500	-	20	25	-

Pietvakarių Australija	2830	10	25	22	0
Vakarų Ekvadoras	2500	9	-	-	2
Kolumbijos Čako provincija	2500	8	137	111	0
Malazijos pusiasalis	2400	4	25	7	0
Kalifornijos floristinė provincija	2140	15	15	16	0
Vakarų Gata (Indija)	1600	7	91	84	5
Centrinė Čilė	1450	-	-	-	-
Naujoji Kaledonija	1400	3	23	0	2
Rytų Arkos kalnynas (Tanzanija)	535	20	-	49	3
Šri Lankos pietvakarių dalis	500	4	-	-	2
Afrikos pietvakarių pakrantės dalis	200	3	-	2	0
Iš viso:	49 955	373	945	844	59

Biologinės įvairovės turtingumą atskiruose regionuose galima nustatyti pagal rūšių gausumą (individue skaičius) ir taksonominę sudėtį (rūšių ar kitokio sisteminio rango grupių įvairovė). Yra identifikuotos ir kol kas preliminariai nustatytos (kai kuriuose regionuose vykdomi tyrimai ir tikslinamos jų ribos) teritorijos su itin aukštu biologinių rūšių skaičiumi tarp kurių labai didelė dalis (proc.) endeminių rūšių. Kol kas taip išskirti skirtingų dydžių regionai, ar atskiri rajonai juose, atskiros salos ar jų grupės vandenynuose, manomai čia paklius ir atskiros jūrų/vandenynų seklių vandenų (litoralės, koraliniai rifai ir pan.) zonos. Gamtosauginiu požiūriu kartu tai taip vadinamieji biologinės įvairovės „karštieji taškai“ (nuo angl. *hot spot*) – ypatingi regionai, kuriuose egzistuoja unikalūs biologinių rūšių, pasižyminčių tiek gausa tiek savo endemizmu, rinkiniai kurių išsaugojimui (dabartinei susiklosčiusiai būklei ar/ir tolesniam išlikimui) reikia skirti ypatingą dėmesį, ypač jų gamtinės būklės aplinkos išsaugojimui.

Tokių išskirtinių rajonų plotai užima vos 2 proc. pasaulio sausumos, tačiau ten koncentruojasi didžioji dalis biologinės įvairovės rūšių. Pvz., Brazilijoje tokiose teritorijose aptinkama apie 54 proc. visų augalų bei 80 proc. visų primatų rūšių. Skirtinguose žemynuose tokių išskirtinių regionų skaičius skirtingas.

Europos ir Centrinė Azijos žemyne tokiomis unikaliomis biologinės įvairovės atžvilgiu teritorijomis yra: Kaukazo, Irano-Anatolijos, Viduržemio jūros baseino, Vidurinės Azijos kalnų regionai.

Šiaurės ir Centrinė Amerikos žemyne: visa Kalifornijos floristinė provincija, Karibų salos, Š. Amerikos vakariniai spygliuočių ir plačialapių miškai, Centrinės Amerikos drėgnųjų atogrąžų miškų regionai.

Pietų Amerikos žemyne Atlanto pakrančių atogrąžų miškų, (Cerrado - vietinis miškingų lygumų pavadinimas) ekosistemų, Čilės drėgnųjų rūkų miškų, Čako (nuo vietinio pavad. - *tumbes Chako*) krūmynų ekosistemos, Andų atogrąžų miškų regionai.

Afrikos žemyne: Žaliojo rago floristinė provincija, pakrančių miškai Rytų Afrikoje, Rytų Afrikos kalnų provincijos, Vakarų Afrikos Gvinėjos visžalių drėgnųjų atogrąžų miškai, Afrikos Kapo kyšulio floristinės provincijos, Madagaskaro ir Indijos vandenyno salų, pietrytinės Afrikos pakrančių, pietų Afrikos Karo kyšulio regionai.

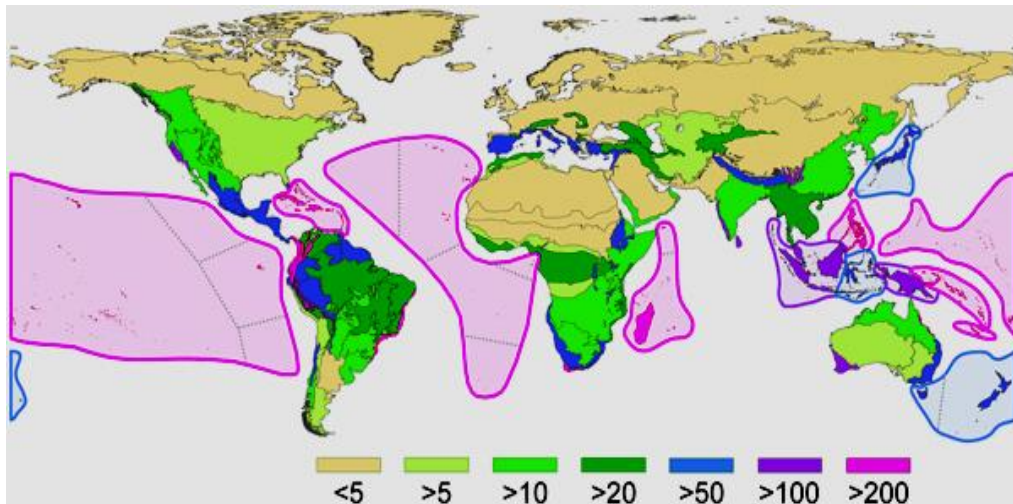
Azijos ir Ramiojo vandenyno regione išskiriami: Japonijos, pietvakarių Kinijos kalnų, Himalajų, Indo - Mianmaro, Naujosios Kaledonijos, Rytų Melanezijos salų, Naujosios Zelandijos, Filipinų, Polinezijos, Mikronezijos salynai, pietvakarių Australijos, Indonezijos–Malaizijos regionas ir taip vadinamos „Voleso linijos“ archipelas, vakarų Indijos - Gatos, Šri Lankos regionai.

Išvardinti rajonai yra kartu ir savotiškos indikacinės gyvojo pasaulio vietos, kuriose regimos gamtosauginės politikos primamų sprendimų pasekmės. Tai labai aktualių, tiek vietinės gamtosaugos (biologinės įvairovės išsaugojimo) lygio, tiek platesnio masto (regioninio, ar netgi globalaus) problemų ir įgyvendinamų globalios biologinės įvairovės apsaugos priemonių rezultatų atspindžiai.



pav. Globalus ypatingai svarbių biologinės įvairovės apsaugos požiūriu teritorijų (hot spot) pasiskirstymas pasaulyje.

Kaip jau buvo minėta ypatingai didelis endeminių rūšių skaičius atsirado geografiškai izoliuotose teritorijose. Tai visu pirma salos, salynai pasaulio vandenyne ir jūrose, izoliuotos teritorijos įvairiose pasaulio kalnų sistemose.



pav. Teritorijų turtingumo (nuo 5 iki 200) endeminėmis rūšimis atskirų regionų globalus pasiskirstymas

2006 metais jau daugelio žinomų rūšių populiacijų būklė oficialiai buvo klasifikuojama kaip reta arba nykstanti arba joms iškilo realaus visiško išnykimo grėsmė. Mokslininkai apskaičiavo, kad dabartiniu metu jau virš milijono rūšių atsidūrė rizikos išnykti grupėje (zonoje), nei prieš kelis metus minėta oficialiose ataskaitose. Tai pripažinta, kad konkrečiai įvertinus 40177 rūšių būklę (vykdyto globalaus monitoringo rūšių skaičius). Pasinaudojus IUCN organizacijos sudarytais Raudonosios kygos sąrašo kriterijais paaiškėjo, jog iš ten esamų 16119 rūšių net 40 proc. grėsia išnykimas. Šie paskaičiavimai daugiau atspindi sausumos ekosistemų rūšių įvairovės būklę (kol kas tuose sąrašuose ji 25 kartų didesnės nei esanti vandenynuose, nes apie kurių realiąją būklę mes dar mažai ką žinome).

Pvz. Vienas tarp penkių didžiausių pasaulio klimatinų regionų yra Viduržemio jūros klimatinis biomas - Viduržemio jūros baseinas besidriekiantis į vakarus ir į rytus nuo Portugalijos į Jordaniją ir į šiaurę, į pietus nuo Šiaurės Italijos į Maroką. Visos itin reikšmingos biologinės įvairovės atžvilgiu teritorijos aplink į Viduržemio jūros jūrą apima "2.085.292 km² (jos taip pat apima Ispanijos Prancūzijos pietines dalis, Balkanų valstybes, Graikiją, Turkiją, Siriją, Libaną, Izraelį, Egiptą, Libiją, Tunisą ir Alžyrą, taip pat maždaug penkis tūkstančius salų išsibarsčiusių po visą Viduržemio jūrą bei Vakarų Atlante Makaronėzijos salyną (Kanarų, Madeiros, Selvages salas), Azorų, ir Žaliojo Kyšulio salas). Viduržemio jūros biomas sudaro tarpinę juostą tarp vidutinio ir tropinio klimato juostų, arba tarpinę zoną tarp drėgnų ir aridinių regionų. Konstatuojama, kad Viduržemio jūros baseino floros būklė kasmet tampa vis dramatiškesnė. Joje tarp 22 500 aprašytų augalų rūšių - endeminių yra daugiau kaip keturis kartus daugiau nei visose likusios Europos žemyno dalyse. Čia taip pat daug endeminių roplių rūšių. Viduržemio pakrantėms tapus Europos atostogautojų buvimo vieta, toliau vystant kurortų ir jų zonų ir kitos infrastruktūros plėtrą, nykstančių rūšių populiacijų paplitimo teritorijos tampa vis labiau fragmentuotos ir tarpusavyje

izoliuotos. Tokios rūšys kaip Viduržemio jūros ruoniai - vienuoliai, Berberinės makakos - makotai, Iberijos lūšys ir dar daugelis kitų mažiau žinomų plačiai visuomenei rūšių jau yra atsidūrusios ypatingame pavojuje, nes jų išlikimui šiame regione iškilusi ypatinga grėsmė. Viduržemio jūros regiono „karštųjų taškų“ (ypatingos rizikos biologinei įvairovei rajonai) regionas apima 2.085.292 km² teritoriją, kur gyventojų tankis vidutiniškai siekia 111 žmog./km². Išlikusi augalija užima vos 98.009 km². Ten aptinkama: 11.700 endeminių augalų rūšių (nuo 22500 visų aprašytų), 11 endeminių nykstančių žinduolių rūšių, 9 endeminės nykstančių paukščių rūšys, 14 endeminių varliagyvių rūšių jau grėšia realus išnykimas. Jau kaip beišnykstančios laikomos 5 rūšys. Visas saugomos plotas apima 90.242 km². Saugomos aukštesniu apsaugos lygiu (I-IV kategorijų) gamtosauginių įstatymų teritorijų plotas tesiekia 28.751 km². Reikia pridurti, kad Viduržemio jūros baseinas yra dviejų pagrindinių žemynų Eurazijos ir Afrikos susikirtimo vieta, kurioje susiliečia ir persipina skirtingų biomų biologinė įvairovė. Regiono kraštovaizdis pasižymi ir kalnuotumu (iki 4500 m. virš jūros lygio), dideliais pusiasaliais, kartu tai ir vienas didžiausių pasaulio salynų. Vyraujant švelnioms žiemomis su reguliariais krituliais, retais šalčiais ir karštomis sausomis vasaromis, čia susiformavęs ypatingai palankus Viduržemio jūros baseino klimatas yra itin palankus žmonių bendruomenėms (prisiminkime civilizacijų istoriją; čia istoriškai čia užgimė ir vystėsi seniausios pasaulio civilizacijos). Vidutiniai kritulių kiekiai svyruoja nuo 100 iki 3000 mm.. Visžalių ažuolų miškai, lapuočių ir spygliuočių miškai tapo beveik sunaikinti per paskutiniuosius 8000- 5000 metų. Dabartiniu metu jau dirbtinai pakeistose gamtinėse buveinėse dominuoja sklerofilų (visžaliai medžiai ir krūmai su standžiais sustorėjusiais lapais) formacijos – kietalapė augalija. Šiandien ji labiausiai paplitęs augalijos tipas, apimantis įvairių genčių (*Juniperus*, *Myrtus*, *Olea*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Quercus*) atstovus įvairiose vietose yra skirtingai vadinamas (Ispanijoje – matorale, Izraelyje , Prancūzijoje – makija). Atskiros genčių *Arbutus*, *Calluna*, *Ceratonia*, *Chamaerops* ir *Laurus* rūšys Viduržemio jūros augmenijoje yra svarbūs komponentai kaip palikuonys iš senųjų miškų, dominavusių šiame baseine dar prieš 2 mln. metų. Dažnų makijos deginimo ar atsitiktinių jos sezoninių gaisrų pasekmė išnykę taip vadinamieji akmeniniai ažuolai (*Quercus coccifera*). Vietoje jų įsigalėjo jau žoliniai augalų rūšys, tokios kaip *švitrūnai* (*Cistus* spp.) arba formavosi friganos (*Sarcopoterium spinosum*), kurių populiacijos geba greitai atsikurti po gaisrų iš liekančių uglių ar itin didelio (masinio) daigumo pagalba.

pav. Viduržemio klimatinio regionas – rusva spalva viduržemio juostos biomo tipo ribos



....lentelė. Viduržemio jūros biomo biologinės įvairovės unikalumo įvertinimas

Taksonominės grupės	Bendras rūšių skaičius	Endeminių rūšių skaičius	Endemizmas (proc.)
Augalai			
Žinduoliai			
Paukščiai			
Ropliai			
Varliagyviai			
Gėlavandenės žuvys			

BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS UNIKALUMAS, KURIAM GRĖŠIA REALUS IŠNYKIMAS

Daugumoje Viduržemio jūros šalių teritorijose esančiose ekosistemose, didžiausi kiekiai endeminių rūšių yra tarp čia esančių augalų, varliagyvių, roplių ir žuvų įvairovės (žiūr. ...lentelę) įvairovės, tačiau santykinai mažai išliko tarp žinduolių ir paukščių (pastarųjų klasių rūšys dažniausiai yra paplitusios plačiau nei viduržemio biomo zona)

Augalai. Iš 22.500 rūšių induočių augalų maždaug niekur kitur pasaulyje neaptinkamos 11.700 (52 proc.) endeminės rūšys, koncentruojasi daugiausia salų, pusiasalių, uolingų skardžių ir kalnuose teritorijose. Iš 290 vietinių medžių rūšių 201 endeminės (Libano kedras (*Cedrus libani*), argano (*Argania spinosa*), porūšiai pietvakarių Maroke, gumamedis (*Liquidambar orientalis*), Kretos finikas (*Phoenix theophrasti*)). Visame regione išskirta dar 10 mažesnių regioninių, tarpusavyje besiskiriančių ten esančių endeminių rūšių sąstatu (Atlaso kalnai Šiaurės Afrikoje; Betigue rifo pietų Ispanijoje ir dvi Maroko ir Alžyro pajūrio zonos; Ligūrijos Alpės, Prancūzijos ir Italijos pasienio zona, Tirėnų salos, pietinė ir centrinė Graikija, Kreta, pietinė Turkija/Kipras, Izraelis, Libanas, Libijos Kirenės rajonas, Kanarų / Madeiros salos). Šios teritorijos užima apie 22 proc, visos minėto biomo teritorijos yra sutelkusios apie 5500 endeminių augalų rūšių – kas sudaro apie 47 proc. nuo visų Viduržemio jūros regione aprašytų endeminių.

Gėlavandenės žuvys: Tarp žinomų apie 220 Viduržemio jūros baseino gėlavandenių žuvų rūšių daugiau kaip 60 (6 endeminės gentys) yra endeminės. Tarp kurių paminėtina endeminė dantyųjų karpių (*Valenciidae*) šeima. Apie 86 proc. visų endeminių žuvų buveinių telkiasi Iberijos ir Graikijos pusiasaliuose.

Varliagyviai. Sutinkama net 80 varliagyvių rūšių iš kurių beveik iš jų 30 yra endeminės (31 proc.) Dviejų amfibijų šeimų – diskaliežuvių (*Discoglossidae*) ir salamandrinių (*Salamandridae*) Viduržemio regionas - endemizmo centras. Vienuolika iš 12 pasaulyje aprašytų diskaliežuvių varlių rūšių sutinkamos čia, iš kurių net septynios rūšys yra endeminės (Palestinos varlė (*Discoglossus nigriventer*), žinoma gyvenusi Izraelyje jau nuo 1955 išnyko m., nors pastaruoju rūšis buvo dar pastebėta Libane). Iš 23 pasaulyje žinomų Salamandrinių rūšių - trečdalis atstovų sutinkama šiame regione (pavz. , ugninė salamandra - *S. salamandra*) Iš 17 rūšių nykstančių kitų varliagyvių rūšių didžiausias pavojus išnykti yra turkiškajai varlei (*Rana holtzi*), kurios populiacijos randamos tik dviejuose Turkijos ežeruose (Karagol ir Cinegol ež.).

Ropliai. Čia sutinkama daugiau nei 225 rūšių roplių rūšių, iš kurių beveik 80 (34 proc.) yra endeminės. Taip pat šiame regione yra gamtinės buveinės keturių endeminių genčių (g. *Algyroides*, g. *Trogonophis*, g. *Macroscincus* ir g. *Gallotia* - pastaroji yra unikali Kanarų salose) rūšims. Tarp sutinkamų *Lacertidae* šeimos, kuriai būdingi maži ilgauodegiai driežai, yra sutinkama daugiau nei 60 rūšių (nuo visų 250 pasaulyje). Sutinkama beveik 20 rūšių angių (*Viperidae*) šeimai priklausančių- nuodingųjų gyvačių. Sausumos vėžlių (*Testudinidae*) šeimai atstovauja penkios rūšys (graikinis vėžlys arba viduržemio (*Testudo graeca*); Hermano arba Balkanų vėžlys (*Testudo hermanni*); rainuotasis vėžlys (*Testudo marginata*); jau nykstantis Egipto vėžlys (*Testudo kleinmanni*), ir kraštuotasis vėžlys (*Testudo weissingeri*) - visos priklauso endeminėms rūšims.

Paukščiai. Tarp beveik 500 paukščių rūšių visame Viduržemio jūros regione yra daug migrantų iš kitų palearktinių, nearktinių ir kitų sričių. Apie 25 iš šių rūšių yra endeminės, o kelioms iš jų iškilusios realaus išnykimo grėsmės: Iberiškajam ereliui (*Aquila adalberti*), kurio, manoma, išlikę apie 350 subrendusių individų, Raso salos vieveisiui (*Alauda razae*), kuris pasitaiko tik

negyvenamose Raso ir Žaliojo kyšulio salose, mauritaniniam audrosaukliui (*Puffinus mauretanicus*), madeirininiam audrosaukliui (*Pterodroma Madeira*), kurių, manomai, išlikę vos 20-30 porų). Viduržemio jūros pajūrio šlapžemių, šlapynių naikinimas, jo būklės keitimas ir tolesnė biooginė degradacija kelia grėsmę ten plačiai paplitusioms paukščių rūšims, tokioms kaip Garbanotasis pelikanas (*Pelecanus crispus*), marmurinė kryklė (*Marmaronetta angustirostris*) antis rudė (*Aythya nyroca*). Šios šlapžemės yra svarbios čia kasmet žiemojančioms ir migruojančioms tilvikinių paukščių rūšims (pvz., mažųjų kuolingų (*Numenius tenuirostris*) populicijoms, kurios kasmet keliauja tarp Afrikos Eurazijos Sibiro regionų). Pagal "BirdLife International" organizacijos pasaulinę endeminių paukščių rūšims saugomų teritorijų analizę (EBAs) Kipro, Madeiros, Kanarų, Žaliojo Kyšulio salose dar gyvena 8 endeminės rūšys, (įskaitant 3 karvelių (*g. Columba*) rūšis: *Columba junoniae*, *C. bolli*, *C. trocaz*).

Žinduoliai. Viduržemio jūros biome yra daugiau kaip 220 sausumos žinduolių rūšių, iš kurių 25 yra endeminės (11 proc.). Per pastaruosius kelis tūkstančius metų, žmogui užimant ar/ir keičiant natūralių buveinių paskirtį, keletas stambių žinduolių rūšių (liūtas -*Panthera leo*, kardaragio orikso (*Oryx dammahl*) vietinis porūšis regione tapo beveik išnaikinti. Tarp pastebimų kitų nykstančių rūšių yra Viduržemio jūros ruonis vienuolis (*Monachus monachus*), kurio natūralioje aplinkoje išliko mažiau nei 400 individų, magotų (*Macaca sylvanus*) – Europos žemyne žinomos tik kelios smulkios, skirtingų dydžių fragmentuotų buveinių židiniai Maroko kalnuose, Alžyre ir Gibraltare, vietinis tauriojo elnio porūšio (*Cervus elaphus barbarus*)- išlikę tik keli šimtai individų nedideliame miško plote Alžyro ir Tuniso pasienyje; Iberijos lūšies (*Lynx pardinus*) – išliko apie 100 individų Donjana Alcharafės ir Anducharo kalnų gamtos draustiniuose.

Viduržemio jūros baseino šalys istoriniame laike bene ilgiausiai (ne mažiau kaip 8000 metų) patyrė ir patiria intensyvios žmogaus veiklos poveikį jos ekosistemų tūkstančius metų, žymiai ilgiau, nei bet kuri kita hotspot. Didžiausia civilizacijos poveikio šio region kraštovaizdžio ekosistemoms pasekmė -I miškų naikinimas, intensyvus ganymas ir nuganymas, dažni gaisrai, tebesitęsianti dirvožemių degradacija ir naujų urbanistinių infrastruktūrų plėtra, ypač pakrantėse, plėtra. Istoriškai taip susiklostė, kad kuriant, plečiant ir intensyvinant žemės ūkio naudmenų plotus pirmiausia buvo sunaikinti Viduržemio jūros regiono miškai. Tai neabejotinai paveikė ir kitų gretimų Europos šalių gamtinę aplinką ir jos išteklius. Dabar šiame regione gyvena maždaug 300 mln. žmonių. Spartus gyventojų skaičiaus augimas Šiaurės Afrikoje, mechanizuotų ir intensyvesnių žemės ūkio produkcijos auginimo ir žemėtvarkos sistemų plėtra esminiai pakeitė biologinei įvairovei palankias sąlygas. Rimta problema šioje srityje tampa gėlo vandens stygius ir dirbamų žemių dykumėjimas. Išaugus Šiaurės Europoje paklausai ankstyvųjų daržovių, kitų daržininkystės/gėlininkystės produktų (pvz., braškių, gvazdikų) ištisus metus žemės ūkio veikla yra ir toliau intensyvinama. Gamtinių buveinių suskaldymas ir tebesitęsianti fragmentacija tapo rimta problema jau saugomoms rūšims. Kaip žinia daugelis endeminių augalų rūšių yra siauro (labai lokalaus) paplitimo endemai atsiderė dar labiau mažesniuose plotuose nei reikalingi jų populiacijų gyvybingumo palaikymui Tikėtina, kad šiame regione aplinkos būklė tampa blogesnė nei skelbiama; manoma, kad yra žymiai daugiau išnykusių augalų rūšių nei bet kuriame kitame pasaulio išskirtinio endemizmo regione. Rekreacijos ir turizmo vystymas sukelia pastovų neigiamą poveikį ir degradacijos grėsmes šio regiono pakrančių ekosistemoms. Viduržemio jūros pakrantėse yra vienos didžiausių pagal mastą turistų srautų apkrovos pasaulyje (sezoniškas keleriopas čia apsilankančių žmonių pagausėjimai ir tuo pačiu padidėjantys neigiami poveikiai gamtinei aplinkai).

Kasmet čia atvyksta ir ilsisi per 110 mln. Lankytojų (tai dar papildomas trečdalis prie bendro regiono gyventojų skaičiaus). Per artimiausius du dešimtmečius šis skaičius turėtų padvigubėti... Naujos infrastruktūros plėtros ir tiesioginio neigiamo žmonių poveikis išlieka pagrindine grėsme Turkijoje, Kipre, Tunise, Maroke, Graikijoje, taip pat mažesnių Viduržemio jūros salų, kaip antai - Balearų, Korsikos, Sardinijos, Sicilijos, Kretos, Kanarų, Madeiros salų pakrančių srityse. Čia dar prisideda nestabili politinė padėtis ir kylantys socialiniai konfliktai regione. Šiandien jame regione išlieka mažiau nei 5 proc. gamtinių saugomų teritorijų buveinių, kuriose aplinka santykinai mažiau paliesta ir kur dar išliko santykinai natūralios augalijos bendrijos.

GAMTOSAUGA VIDURŽEMIO REGIONO TERITORIJOSE.

Istoriniu požiūriu gamtosaugos ir biologinės įvairovės saugojimo raida Viduržemio jūros baseine bene ilgiausia. Jau prieš 2000 metų, romėnai ir graikai išskyrė atskiras sritis kuriose savo įstatymais įtvirtino gamtos išteklių apsaugą. Deja, šiame regione kaip niekur kitur, vyko ir spartesnė visuomeninių formacijų kaita, kurių metu didelį poveikį patyrė vietinė biologinė įvairovė (biologinių išteklių beatodairiškas alinimas, didelė ekosistemų degradacija, bene didžiausias invazinių rūšių poveikis ir kt.). Dabartiniu metu šiandien, saugomos teritorijos vis dar apima tik 90.000 km², (tai sudaro 4,3 proc. viso žemės ploto), iš kurių tik 29.000 km² (1,4 proc.) priskiriama (pagal IUCN nustatytą I-IV kategorijų reikalavimus) griežtesnės apsaugos teritorijoms.

Daugumai pripažintų kaip labai vertingų gamtos paveldo Viduržemio jūros baseino regione teritorijų, dėl greta jų saugomų zonų greitai plečiamų rekreacinių teritorijų, ypač Turkijoje, Libane ir Sirijoje, grėsia neišvengiama jų degradacija. Pažymėtina, kad siekiant užtikrinti tolesnį saugomų gyvūnų populiacijų gyvybingumą, daugelis naujų saugomų teritorijų yra per mažos. Daugelyje esamų ir siūlomų saugomų teritorijų egzistuoja aplinkos tarša ir gėlo vandens trūkumas.

Pasiekti pusiausvyrą tarp biologinės įvairovės išsaugojimo ir žmogaus poreikių vystymosi yra svarbi Viduržemio jūros regiono valstybių gamtinės aplinkos išsaugojimo strategija, tačiau jos įgyvendinimas ne mažiau sunki problema. Viduržemio jūros baseino apsaugai tampa regioninio bendradarbiavimo programos. Nuo 1970 m įsteigta JT taršos prevencijos Viduržemio jūroje programa tapo svarbiu vieningu regioninės veiksmų kontroliuojančiu taršos kontrolę ir bendrus jūrų aplinkos išsaugojimo mechanizmus procesus. Kooperuojant pastangos buvo sukurtas vieningas Viduržemio jūros būklės išsaugojimo veiksmų planas. Prieš trisdešimt metų priimtose ir kai kur efektyviai veikiančiose ES Paukščių direktyvos (79/409/EEB – pirmasis ES teisės aktas, reglamentuojantis ilgalaikę visų laukinių paukščių rūšių apsaugą). Rezultate „atsigavo“ kai kurios beišnykstančios Viduržemio regiono endeminių paukščių rūšys, tokių kaip madeirinis audrašauklis, populiacijos. Ateityje šio regiono aplinkos apsaugos pastangos orientuotos spręsti gyventojų poveikio kraštovaizdžiui ir biologinei įvairovei, ypač pajūrio zonoje, plečiamos infrastruktūros poveikio ir ryšio su tradiciniais kaimo vietovių gyventojų pragyvenimo šaltiniais klausimus. Tam reikės išspręsti tvirtos gamtos gyvulininkystės ganymo, miškų ir jų priešgaisrinės apsaugos valdymo problemas.

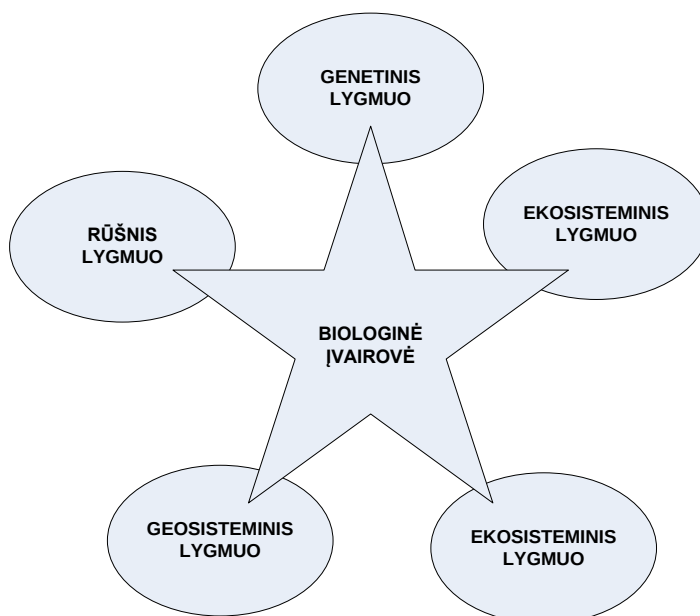
DAŽNIAUSIAI MINIMA RŪŠIŲ ĮVAIROVĖ BIOSFEROJE TIK KAIP SUDĖTINĖ DALIS, TAČIAU DAUGELIUI JI ASOCIJUOJASI KAIP VISA BIOLOGINĖ ĮVAIROVĖ

Iš tiesų tai atskirų rūšių, jų porūšių, varietetų, formų, morfų ir kt. sistematinių vienetų visuma. Biologinė įvairovė tai daugiaplanė atskirų, bet tarpusavyje susietų gyvybės lygmenų struktūra, jungianti :

- A. molekulinio/genetinio lygmens įvairovę;
- B. atskirų rūšių ir jų populiacijų įvairovę;
- C. biotopų/buveinių/ekosistemų ir aukštesnių regioninių bioklimatinių zonų – biomų lygmens įvairovę.

Norint atsiminti visus biologinės įvairovės lygmenis, galima juos sudėlioti vienodais atstumais ant apskritimo ir sujungti juos vieną su kitu tiesėmis - imituojančiomis funkciniais ryšius. Vizualiai išorinės tiesės sudarys isimintą penkiakampę figūrą

pav. Biologinės įvairovės lygmenų tarpusavio sąsajos



GENETINĖ ĮVAIROVĖ (MOLEKULINIS-GENETINIS LYGMUO)

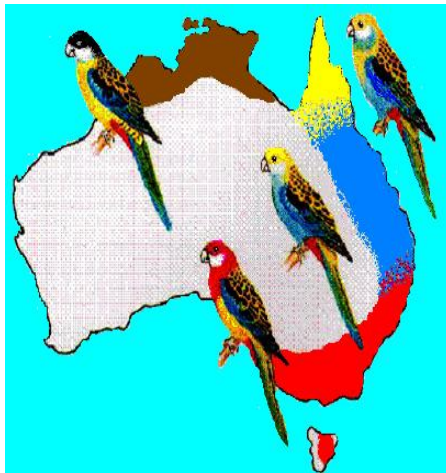
Tai visų gyvybės formų Žemėje esama įvairovė ir informacija sukaupta pradiniam–molekuliniame /genetiniame lygyje. Dažniausiai (su nedidelėmis išimtimis) tos pačios rūšies individai genetiškai daugiau ar mažiau yra skirtingi. Skirtumai tarp genų ir alelių ir jų įvairios kombinacijos lemia populiacinius skirtumus, t.y. tos pačios rūšies atskiros individų grupės ima skirtis pagal atsparumą ligoms, sausras, ekstremalioms temperatūroms ir pan. Genai, „atsakantys“ už šias individų savybes, yra paveldimi. Genetinė įvairovė rūšies viduje leidžia rūšiai prisitaikyti prie naujų aplinkos sąlygų ir „atsiliepti“ į žmogaus poreikius (genetškai selekcijos būdu išveda naujas veisles augalų ir gyvūnų). Genetinė įvairovė yra rūšių adaptacinio atsako į biotinio ir abiotinio poveikio būtina sąlyga, rūšies išlikimo ir vystymosi ir ekosistemų įvairovės ir tvarumo pagrindas.

Gyvybės raidoje Žemėje begalėje gyvų organizmų susiformavusi begalė reikalingų funkcijų sukaupta jų paveldimose struktūrose (genomų rinkiniai). Evoliucijos eigoje ši informacija nuolat didėja. Kiekybiniu požiūriu tarp visų lygių tai pati didžiausia įvairovė.

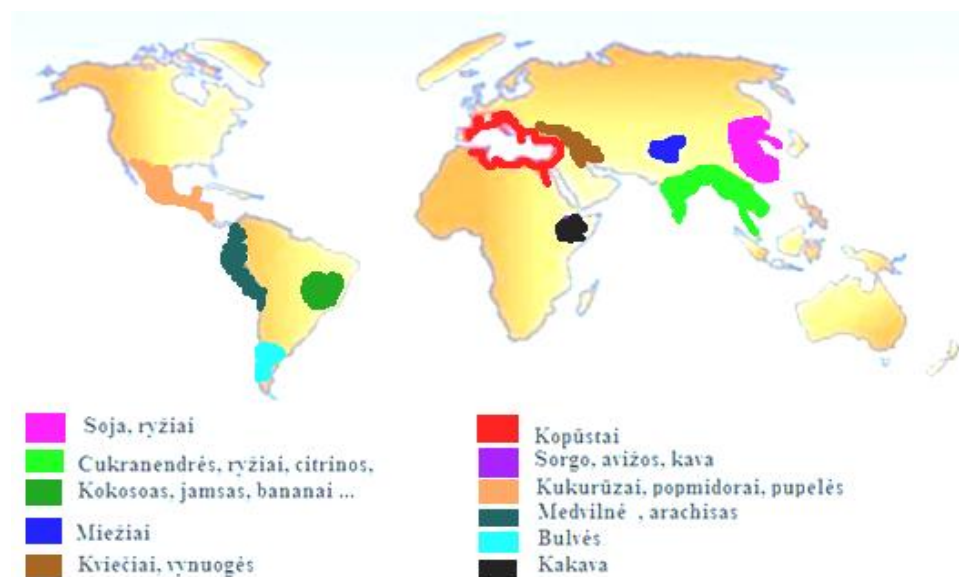
Prieš porą metų identifiкуotas žmogaus genomas. Anksčiau Makso Planko institute ištirtas ir nustatytas konkretus neandertaliečio genomas

Biologinių rūšių genetinę variaciją jų populiacinę struktūrą, įtakojo ir įtakoja įvairūs veiksniai (Genetiniai veiksniai: - mutacijos, - atranka, - genų pernešimas, genų dreifas ir kt. ; Evoliuciniai veiksniai: prieglobsčio zonos, migracijos koridoriai, genų pernešimas tarp rūšies fragmentuoto arealo dalių; ekologiniai gradientai ir kt.; Rūšių gyvenimo istorijos požymiai: - apdulkinimo vektoriai, dauginimosi pobūdis, stadija ekosistemose ir kt.; Antropogeniniai poveikiai: žemdirbystė, gyvulininkystė, žuvininkystė ir kt.)

pav. Baltaskruostės rozelos spalvinės variacijos sudaro ne atskiras rūšis, o tik skirtingus tos pačios rūšies varietetus, tai įrodė molekuliniai/genetiniai tyrimai.



pav. Kultūrinių augalų kilmės centruose genetinė įvairovė paprastai būna didžiausia



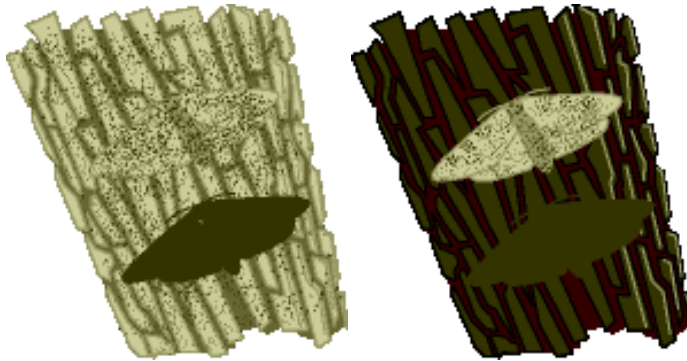
pav. ..Didžiausia bulvių įvairovė lig šiol egzistuoja rūšies kilmės centre Pietų Amerikoje



GENETINĖ ĮVAIROVĖ IR JOS PRAKTINĖS ADAPTACIJOS

Kalbant apie antropogeninės veiklos pasekmes biologinei įvairovei pravartu prisiminti keletą klasikinių pavyzdžių. Vienas iš jų melanistinių drugių formų atsiradimas ir įsigalėjimas pramoninių Anglijos rajonų užterštuose suodžiais ir dulkėmis želdiniuose. Drugių (*Biston betularia*) sparnelių

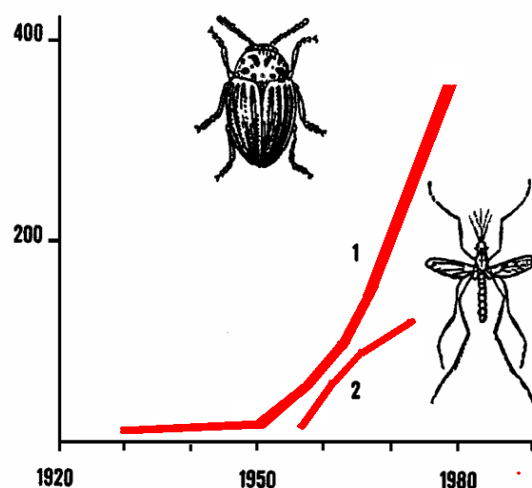
ir kūno spalva tapo tamsi; tokie pakitę individai ant suodinių medžių kamienų tapo sunkiau pastebimi gruobonims (vabzdžialesiams paukščiams).



pav..Esamos genetinės įvairovės teigiamos (individo atžvilgiu) praktinės adaptacijos prie antropogenizacijos neigiamo poveikio aplinkai

XX a. šeštajame dešimtmetyje agrocenozėse naudoti chlororganiniai pesticidai žudė ne tik žemės kenkėjus. Nukentėjo ir labai daug kitų visai nepavojingų ir net naudingų žmogui biologinių rūšių. Tačiau dėl greitos generacijų sekos ir kitų palankesnių aplinkybių daugelis kenkėjų, parazitų greitai išsiugdė atsparumą tiems cheminiams preparatams ar jų panaudojamoms dozėms.

pav. Rezistentiškų pesticidams rūšių atsiradimas ir tolesnis jų skaičiaus didėjimas - [1] ; Rezistentiškų kraujasiurbių abzdžių rūšių – pavojingų ligų (maliarija) pernešėjų skaičiaus didėjimas - [2].



pav. Rezistentiškų pesticidams rūšių atsiradimas ir tolesnis jų skaičiaus didėjimas - [1] ; Rezistentiškų kraujasiurblių rūšių – pavojingų ligų (maliarija) pernešėjų skaičiaus didėjimas - [2].

Natūraliai ar dirbtinai suskaidyti rūšies paplitimo arealai (arealai) – neskatina genetinės įvairovės ir yra potenciali grėsmė tolesniam rūšies išlikimui.



pav. ..Perskirti (dizjunkciniai) mėlynosios šarkos (*Cyanopica ciana*) arealai.

Reikia pridurti, kad mažas arealas nesuteikia daug privalumų rūšiai išlikti ne tik dėl genenetinių aplinkybių.

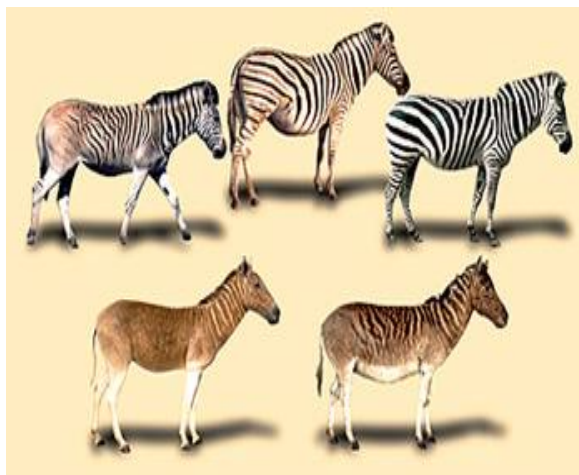


pav. Pastoviai mažėjantys kai kurių papūgų ir žvirblinių (kryžiasnapiai) rūšių populiacijų arealai tampa grėsminga priežastimi jau pačios rūšies tolesniam egzistavimui.

Genetinė įvairovė rūšies viduje leidžia rūšiai geriau prisitaikyti prie kintančių aplinkos sąlygų ir ištvirti neigiamų aplinkos veiksnių sukeltam stresui. Taip aplinkos sąlygų pokyčiai vieniems individams būna pražūtingi, o tuo tarpu kitiems - stipriausiems ir išvermingiausiems rūšies individams - sudaro palankesnes sąlygas išplisti išnykusių gentainių sąskaita. Šis procesas – natūrali individų atranka leidžia rūšims evoliucionuoti, įgyti bruožų, reikalingų sėkmingesniai išgyvenimui ir rūšies populiacijos išlikimui.

RŪŠINĖ ĮVAIROVĖ (INDIVIDŲ LYGMUO)

Dažnai rūšinė įvairovė siaurąja prasme sutapatinama su biologine įvairove. Dažniausiai minima rūšių įvairovė biosferoje tik kaip sudėtinė dalis, tačiau daugeliui iš mūsų ji asocijuojasi kaip visa biologinė įvairovė. Iš tiesų tai atskirų rūšių, jų porūšių, varietetų, formų, ir kt. sisteminių vienetų visuma.



pav. Zebrų rūšių (dykuminių, kalninių, savaninių) ir porūšių įvairovė Afrikoje

Vertinant rūšinę įvairovę, svarbu atsižvelgti ir į „taksonominę“ įvairovę. Pavyzdžiui, vietovė su dviem taksonomiškai skirtingomis rūšimis (viena paukščių rūšis ir viena roplių rūšis) yra laikoma biologiškai turtingesne nei vietovė su trimis paukščių (vieno taksono) rūšimis.

Rūšių įvairovė atskirose teritorijose pirmiausia priklauso nuo abiotinių veiksnių palankumo optimumo vienai ar kitai rūšiai. Rūšių ir jų sudaromų populiacijų įvairovė priklauso nuo jos paplitimo arealo įpatybių, egzistavimo laiko, abiotinių veiksnių pastovumo ar jų kaitos. Daugiausia naujų rūšių atrandama pusiaujo zonoje esančių biotų sausumos ir hidrosistemose

Taigi didžiausia rūšių įvairovė egzistuoja šilto klimato juostų biotų ekosistemose, mažiausia poliarinėse srityse.

lentelė. Preliminarūs biologinės įvairovės kiekybinio pasiskirstymo santykis tarp tpoliarinių sričių (Arkties) ir likusių visų kitų sausumos ekosistemų dalimi.

Sisteminiai taksonai	Pasaulyje (rūšių sk.)	Arktyje (rūšių sk.)	Dalis (proc.)
Grybai	65 000	5 000	7,6
Kerpės	16 000	2 000	12,5
Lapsamanės	10 000	1 100	11,0

Kerpsamanės	6 000	180	3,0
Paparčiai	12 000	60	0,5
Pušūnai	550	8	1,2
Žiediniai augalai	270 000	3 000	1,2
Voragyviai	75 000	1 000	1,2
Vabzdžiai	950 000	3 000	0,3
Kiti bestuburiai	52 000	860	1,6
Žuvys	25 000	450	1,8
Reptilijos	7 400	4	>0,1
Paukščiai	9 950	280	2,8
Žinduoliai	4 630	130	2,8

Kol kas daugiausia žinome apie sausumos, o apie seniausią atsiradusią vandenynuose ir egzistuojančią ten rūšinę įvairovę duomenų sukaupia per mažai.



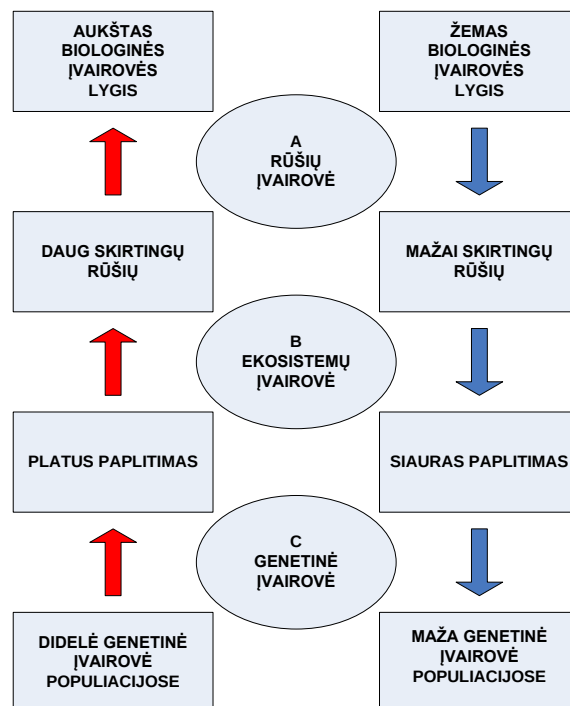
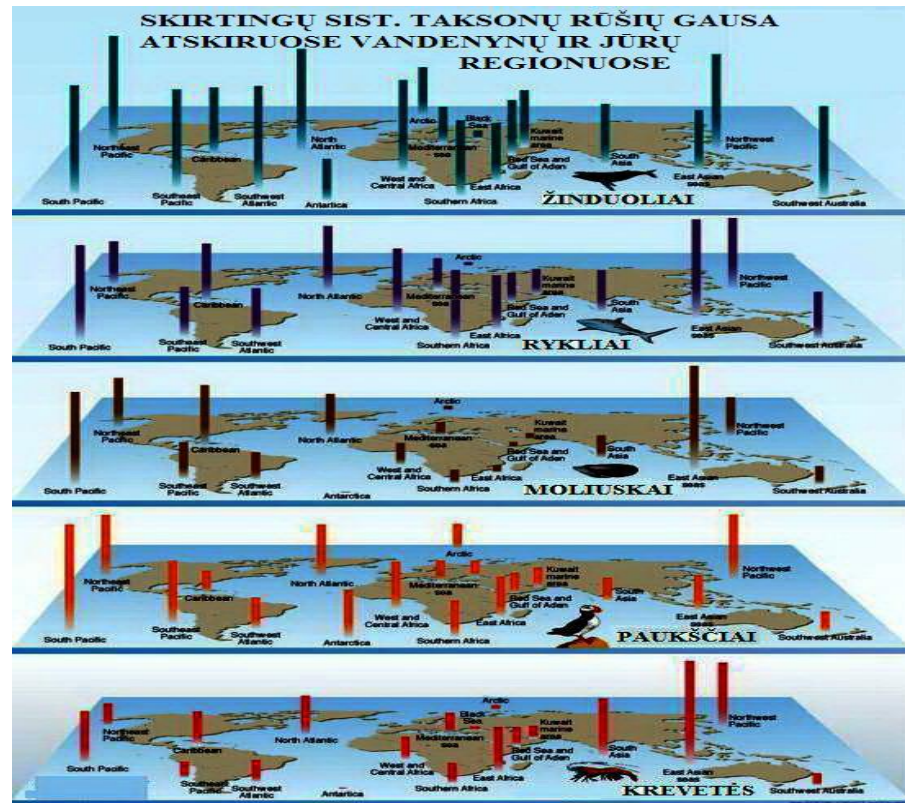


pav. Naujos giliavandenės žuvų, galvakojų moliuskų, ryklių rūšys

PASAULIO HIDROSISTEMOSE ATSKIRŲ SISTEMATINIŲ TAKSONŲ BEI RŪŠIŲ GAUSUMAS YRA LABAI NEVIENODI

Visu pirma dėl nepakankamo globalaus biologinės ištirtumo. Ir paskutiniuoju metu kai kurios sisteminės grupės yra tiriamos intensyviau, o apie kitas žinome labai nedaug.

Didžiausio susidomėjimo ir tuo pačiu pažinimo susilaukia taip vadinamos „ekonominės rūšys“ – su kuriomis siejama vienokia ar kitokia nauda ar žala žmogui.



pav.Veiksniai skatinantys ar stabdantys biologinę įvairovę atskiruose jos lygmenyse

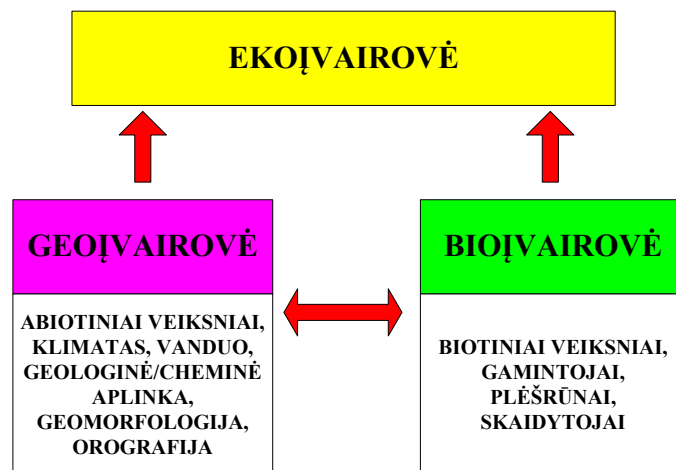
EKOSISTEMŲ ĮVAIROVĖ (SISTEMINIS LYGMUO)

Ekosistema apibrėžiama kaip dinaminis gyvosios (augalų, gyvūnų ir mikroorganizmų) ir negyvosios (dirvožemio, vandens, oro) aplinkos kompleksas. Ekosistemos skiriasi klimatinėmis, edafinėmis (dirvožeminėmis), topografinėmis bei biotinėmis savybėmis. Ekosistemų ribos yra santykinės, t.y. jos nėra ryškios. Be to, kiekvienos ekosistemos gyvi ir negyvi komponentai (augalų ir gyvūnų rūšys, bendrijų tipai, dirvožemis, klimatas ir kt.) labai kinta erdvėje ir laike.

Formaliai biosferoje išskiriamos 142 sausumos ekosistemos, 53 gėlavandenės hidrosistemos, 43 jūrinės hidrosistemos. Tačiau laikantis koncepcijos, kad atskira pieva, ežeras, upė, miškas savaime yra atskira ekosistema anksčiau įvardinti skaičiai turi didėti n kartų...

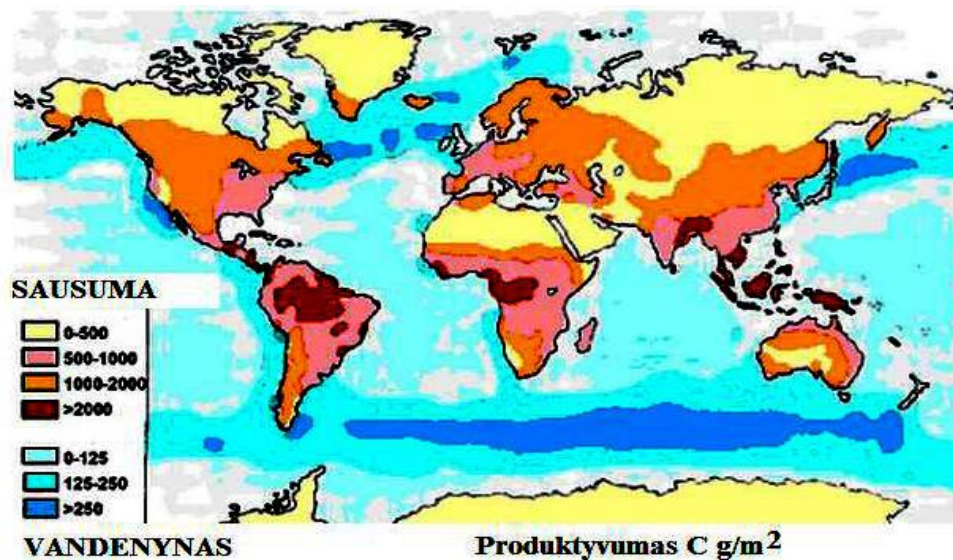
Ekosistemas pastoviai veikia ir sąveikauja tarpusavyje ir su atskirų konkrečių ekosistemų biologinės įvairovės komponentais skirtingos kokybės, stiprumo tiek laike tiek erdvėje varomosios jėgos. Jas galima sugrupuoti į sekančių grupes, kurių bendra poveikių visuma keičia ekosistemų struktūras ir funkcijas:

- ❖ Abiotiniai ir biotiniai ekologiniai veiksniai;
- ❖ Pastoviai vykstantis ilgalaikis ir trumpalaikis evoliucijos poveikis;
- ❖ Naujai tik istoriniame laike atsiradęs tiek staigus tiek pastovus antropogeninis poveikis.



pav. Žemėje ekosistemų (ekoįvairovę) įvairovę kuriantys veiksniai

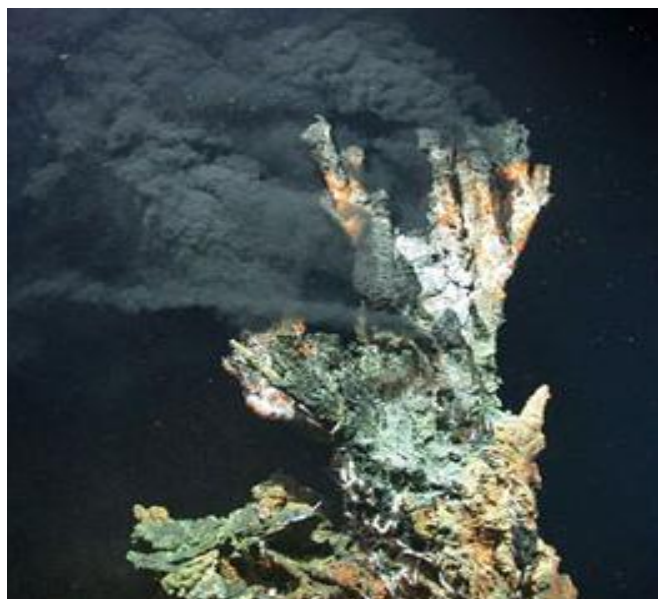
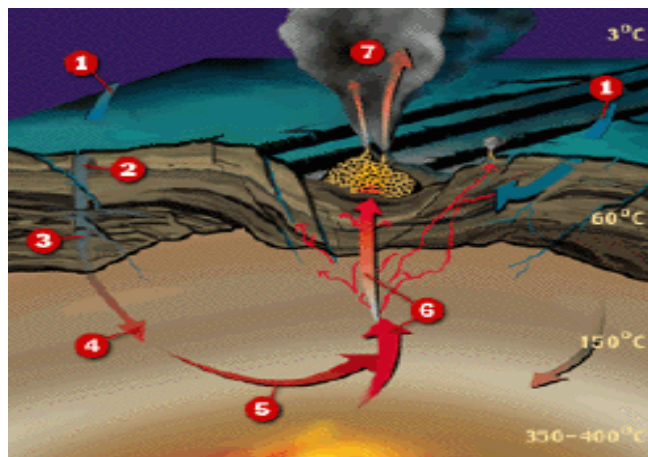
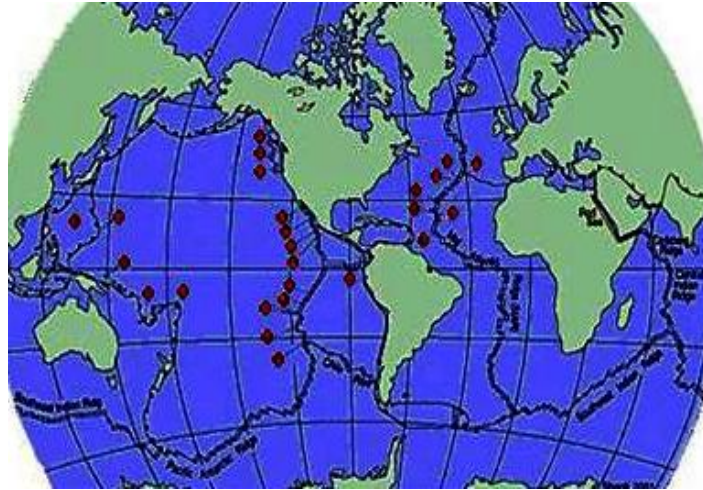
Atatinkamai nuo aplinkos veiksnių ir jų tarpusavio sąveikų visumos biosferoje susiklosto ir pasiskirsto atskirų ekosistemų produktyvumas.



pav...Sausumos ir vandens ekosistemų pasiskirstymas pagal jų produktyvumą (organinės anglies kiekis tenkantis g/m²) biosferoje

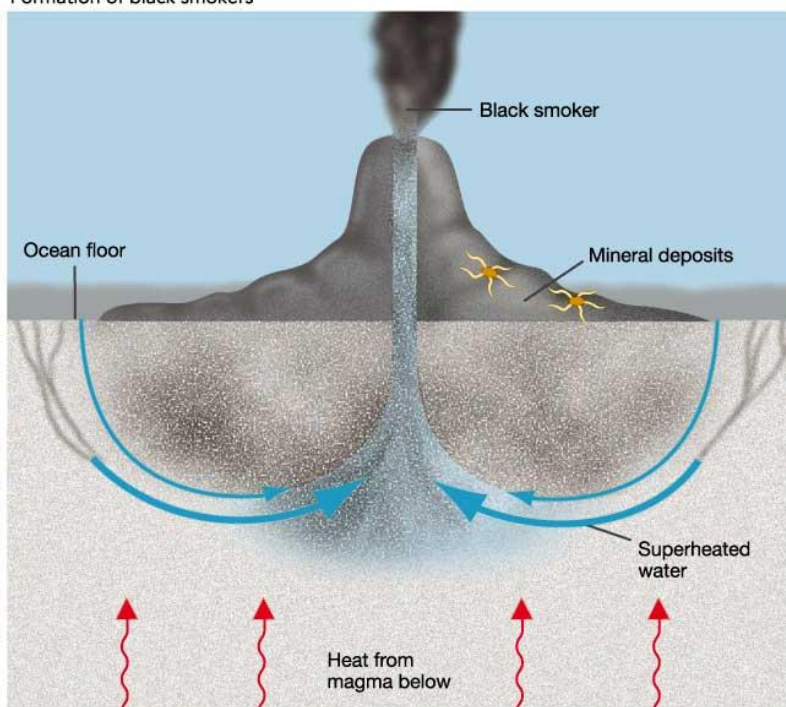
Daugiausia žinome apie sausumos ekosistemas, o apie seniausią egzistuojančias vandenynuose kol kas sukaupta per mažai. Labai mažai žinoma apie geotermalinių versmių susiformavusių riftinėse plokščių sandūros zonose biologinę įvairovę ir dar mažiau apie jų kaitą, būklę ir esamas ar galimas grėsmes.

pav. Žinomos geotermalinių versmių rajonai pasaulio vandenynuose





Formation of black smokers



Džeikobso universiteto (Jacobs University) Bremene (Vokietija) geochemikė A. Košinsky (Andrea Koschinsky) Atlanto vandenyno dugne 3 km gylyje tyrinėtojų grupė aptiko karščiausią Žemėje vandens telkinį. Sunku patikėti, tačiau vandens temperatūra ten siekė nuo $+407^{\circ}\text{C}$ iki $+464^{\circ}\text{C}$, ir buvo vadinamosios superkritinės būsenos (tarpinė būseną tarp skysto ir dujinio būvio). Tokių geizerių („rūkalių“) švirkščiamas vanduo yra tarpinės būsenos – nei skystas, nei dujinis (garai). Šis atradimas galėtų suteikti pirminių žinių apie tai, kaip pagrindiniai mineralai ir medžiagos (pavyzdžiui, varis, geležis ar auksas) išsiveržė iš žemės gelmių ir pateko į vandenynus. Kylant temperatūrai, skysčiai užverda ir virsta dujomis. Kylant slėgiui, dujos vėl virsta skysčiu. Abu šie veiksniai, pasiekus tam tikrą kritinį tašką, sukelia keisto reiškinių atsiradimą – dujos ir skystis

susilieja į vadinamąjį superkritinės būsenos skystį. Vandens atveju, šis skystis būna tankesnis už garus, tačiau retesnis ir lengvesnis už vandenį, kuris superkritinės būklės skysčiu tampa, esant 647 °K temperatūrai ir 22 MPa slėgiui. Tyrėjų įsitikinimu, superkritinės būsenos vanduo iš žemės gelmėse glūdinčių uolienų labai efektyviai „išplauna“ metalus ir kitus elementus – kur kas efektyviau už skystą vandenį ar garus. Auksas, varis, geležis, manganas, siera ir daugelis kitų elementų iš Žemės gelmių išsilaisvina tuomet, kai juos povandeniniai geizeriai iššvirkščia kartu su superkritinės būsenos vandeniu.

Kai kurie iš šių elementų (pavyzdžiui, siera) prie milžiniško slėgio, aukštos temperatūros ir visiškos tamsos prisitaikiusiems organizmams atstoja energijos šaltinį. Analogišką funkciją mažesniame gylyje gyvenančių bakterijų organizmuose atlieka manganas. Geležis yra gyvybiškai svarbus elementas fitoplanktono fiziologiniuose procesuose. Iš povandeninių geizerių galėtų būti kilusi beveik pusė viso pasauliniame vandenyne esančio magnio ir maždaug dešimtadalis geležies. Kadangi superkritinės būsenos skysčių iki šiol gamtoje nebuvo aptikta, kaip konkrečiai vyksta vandenynų „tręšimas“ šiomis tiesiai iš Žemės gelmių pumpuojamomis mineralinėmis medžiagomis, dar nėra žinoma.

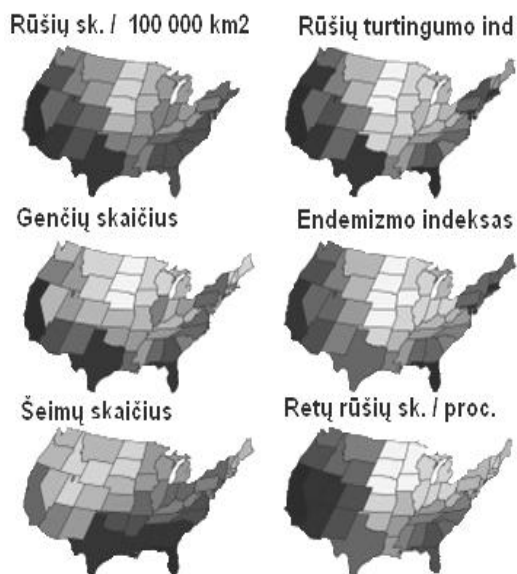
Tokių geizerių aplinkoje susiformavo unikalios biologinės įvairovės formos, kai kurios iš jų unikalios ir niekur kitur nesutinkamos.

KRAŠTOVAIZDŽIO ARBA GEOSISTEMINĖ, ĮVAIROVĖ.

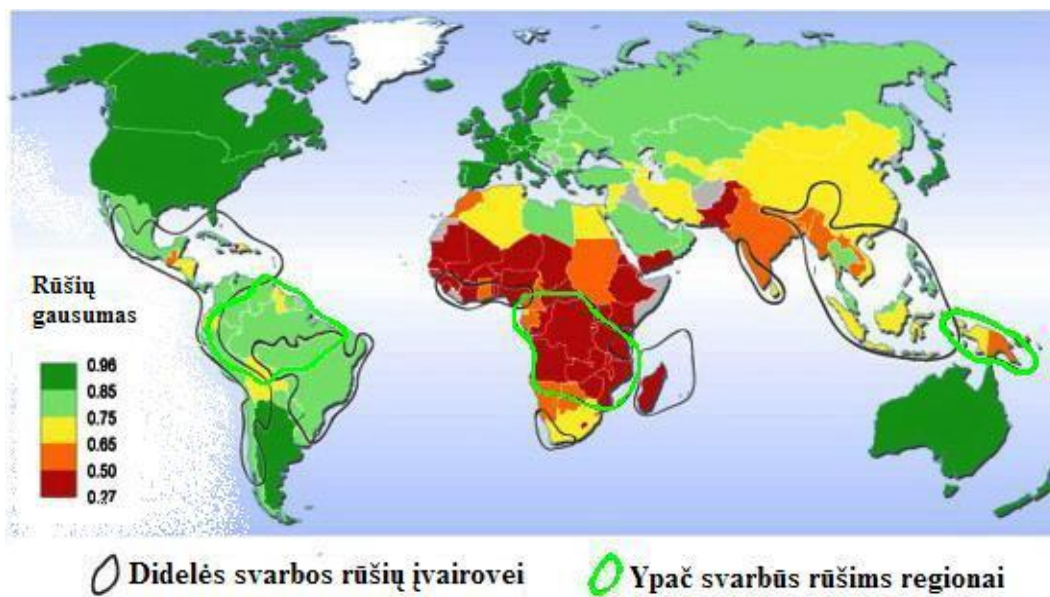
Skirtingos geologinių procesų vyksmo sąlygos, skirtingi tolesni vieno ar kito pasaulio regiono tolesnės raidos ypatumai (tektoninių plokščių slinkties, vulkanizmo, kalnodaros, ledynmečių, erozijos, defliacijos, klimato ir jo kaitos bei kt.) suformavo skirtingą geomorfologinį reljefą. Tolesnis skirtingas ekosistemų erdvinis išsidėstymas, jų įvairovė nulemė tai, kad formavosi ir skirtingi kraštovaizdžiai. Vienokie kraštovaizdžiai Vidurio Europoje, kitokie Vidurinėje Azijoje... Skirtingi kraštovaizdžio tipai ir sudaro pasaulio geosisteminę įvairovę.

Vieno ar kito kraštovaizdžio vidutiniškai siekia tūkstančius kvadratinų kilometrų. Tai reikštų, kad visame Žemės plote, kurį užima sausuma, egzistuoja labai daug skirtingų kraštovaizdžių. Labai tiksliai tai nėra įvardinta, bet apytikris jų skaičius yra penkiaženklė suma. Atskiras kraštovaizdis yra globalios megasistemos - Ekosferos dalis turintis savo funkcionuojančią (medžiagų apykaitos, energijos ir medžiagų kaitos) struktūrą.

Pastovumas ir kaita – tai dvi dialektinės kraštovaizdžio savybės, kurių pažinimas leidžia prognozuoti galimus tolesnės jo raidos kelius. Tai ypač tampa aktuali klausimu XXI a. kylant didžiajai demografiniai bangai.



pav. Biologinės įvairovės kompleksinis įvertinimas visoje administruojamoje teritorijoje teritorijoje JAV pavyzdžiu (pagal Mutke & Barhlott, 1999)



pav. Vertingų ir itin vertingų rūšinės įvairovės atžvilgiu ekosistemų pasiskirstymas (pagal UNDP, 2004, Conservation International)

PROCESŲ, ARBA FUNKCINĖ, ĮVAIROVĖ

Tai sąveikų tarp gyvų ir negyvų ekosistemos komponentų evoliucinis rezultatas. Geriausiai žinomi tokios sąveikos pavyzdžiai yra parazitizmas (vienas organizmas gyvena kito organizmo sąskaita), mutualizmas (arba *simbiozė*, kai vienas su kitu susiję organizmai iš savo sugyvenimo

turi abipusią naudą; pavyzdžiui, mikorizė) bei plėšrūnų-aukų santykiai. Aiškinama, kad procesų įvairovė jungia gyvąjį ir negyvąjį ekosistemos komponentus, palaiko įvairių biologinės įvairovės komponentų tarpusavio harmoniją.

EKOSISTEMŲ TIEKIAMOS PASLAUGOS

➤ Ekosistemų (tiek vandens tiek ir sausumos) teikiamos “paslaugos”, dirvožemio apsauga, augalų apdulkinimas, bioištekiai ir kt.) vertintinos nuo 16 iki 54 trilijonų JAV dolerių per metus, t.y. apytikriai 2 didesnės nei pasaulyje sukuriamas metinis nacionalinis produktas (BVP).

➤ Pusę kasmetinio javų derlingumo padidėjimo lėmė naujos veislės, sukurtos biologinės įvairovės “genetinio fondo” dėka.

➤ Iš 150 pagal receptus JAV dažniausiai išrašomų vaistų net 118 yra pagaminta iš natūralių komponentų.

➤ Kenkėjai sunaikina apytikriai daugiau nei ketvirtį pasaulio žemės ūkio produkcijos. Pakeitus dabartiniu metu naudojamus pesticidus “natūraliais priešais”, galima būtų sunaikinti apie 90% vabzdžių kenkėjų. Vien JAV tokio pakeitimo ekonominis efektas būtų vertinamas 54 mlrd. dolerių per metus.

➤ Dažniausiu pasaulyje paukščių pripažinta naminė višta. Kilusi iš Azijos tropiniuose miškuose gyvenančios bankvinės vištos, domestikuota prieš 5000 metų. Dabar vištiena ir vištų kiaušiniai yra daugelio pasaulio gyventojų baltyminio maisto šaltinis.

➤ Spėjama, kad pasaulyje yra apie 78 mln. paukščių stebėtojų, kurie šio pomėgio vedini keliauja ne tik savo šalyje, bet ir į užsienį. Apskaičiuota, kad užsienio šalyse paukščių stebėtojai kasmet išleidžia apie 78 mln. JAV dolerių.

BIOSFEROS GENETINIAI IŠTEKLIAI IR JŲ TAIKOMOJI REIKŠMĖ

Per savo trumpą istorinį laikotarpį žmogus pasinaudojo tik labai menkučiu biologinės įvairovės galimybių potencialu. Viena iš tokių suteiktų galimybių domestikuotos augalų ir gyvūnų rūšys ir vėliau sukurtos naujos veislės.

lentelė. Žinduolių rūšys, kurių genofondu jau pasinaudota išvedant naujas veisles

LAUKINĖS RŪŠYS IR VEISLĖS	IŠVESTŲ VEISLIŲ APYTIKRIS SKAIČIUS
Kiaulės	350
Ožkos	320
Avys	850
Laukiniai jaučiai (tauras, buivolas ir kt.)	815
Bizonų, stumbrų ir stambiųjų galvijų hibridai	70
Kupranugaris dvikupris	50
Kupranugaris vienkupris	6
Lama	2
Alpaka	2
Arklys	350
Asilų ir arklių hibridai	70

Šuo buvo pirmas prijaukintas gyvūnas. Tai galėjo prasidėti prieš 20 000 – 15 000 metų. Dėl praktinių priežasčių ar/ir dėl žmogaus įnorių iš tos pačios rūšies individų toliau dirbtinai išvestos šunų veislės yra labiausiai vienas nuo kito besiskiriantys gyvūnai žemėje.

Žinomų 350 – 400 šunų veislių amžius vos pora šimtų metų. Tirdami 85 šunų veislių DNR mokslininkai pagal genetinius panašumus jas sugrupavo į keturias dideles kategorijas (grupes), iš kurių matyti kaip veislininkai, kurdami naujas veisles, vėl kryžmindavo protėvių palikuonis. Grupės (vilkiniai, piemenų, medžiokliniai, molosiniai šunys) pavadintos pagal veislės skiriamąjį požymį vyraujantį grupėje, nors jis ne visada būdingas kiekvienos veislės toje grupėje individams.

Teigiama, kad mokslininkai atrado stulbinančios šunų formų ir dydžių įvairovės slaptą receptą, kuris padės išnarplioti sudėtingas žmogaus genetines ligas. Žmogaus ir daugelio žinduolių bet kurį fizinį požymį lemia šimtai genų. Pas šunis šis skaičius keliasdešimt kartų mažesnis.

Pavyzdžiui jų kailio tipą nulemia trijų genų (pavadintais - genas KRT71 - garbanoti plaukai; genas FG5 – ilgi plaukai; genas RSP02 – šiurštūs plaukai) arba jų ypatybių dreinys. Daugiau ištyrus šunų genomą jau tiksliai nustatyta, kad ne tik kailio, bet ir šunų formų, spalvų, dydžių įvairovę didžia dalimi nulemia tik nedaugelio geno sričių pokyčiai. Pvz. skirtumą tarp mažojo takso ir stambaus rotveilerio nulemia vienintelio geno seka.

Veislininkai, siekdami gauti norimą rezultatą, paprastai iš daugelio veislių atrinkdavo pageidaujamus požymius ir taip bandė sparčiau kopijuoti tos pačios veislės jau turimas mutacijas. Paprastai pirmenybė buvo teikiama naujovėms, nes garantavo naujos veislės sukūrimą. Tokia dirbtinė atranka suteikdavo pirmenybę atskiems didesnio poveikio genams ir tai leisdavo įtvirtinti norimus požymius greičiau, nei tai padarytų mažesnio poveikio genų grupės. Pasak vieno iš šunų geno („Canmap“) projekto vykdytojų Stanfordo universiteto genetiko K. Bustamantės (Carlos Bustamante) aprašytas veislės kūrimo veiksmo sutrumpintas variantas kažko primena buitinės aparatūros (televizoriaus, kabelinės TV, stereo grotuvų ir kt.) valdymą nuotoliniu pulteliu – paspaudei vieną mygtuką ir įjungi ar išjungi visus.

Šis atradimas gali padėti suprasti žmogaus genetinius sutrikimus. Atskiros veislės tai jau sukurtos genetiškai izoliuotos populiacijos – tapo labai naudingos mokslininkams. Jau nustatyta, kad dėl tam tikrų genų mutacijų daugiau kaip šimtas šunų ligų. Daugelis jų būdingi ir žmogui. Bet kadangi šunys genetiškai jau išskirti į atskiars veisles, kurios išvestos vos iš kelių pradinių invidų, todėl ir kiekviena veislė turi kur kas mažesnę ligų sukeliančių –žalingų genų rinkinį. Paprastai tai tik vienas ar du rinkiniai. Teigiama, kad atsiranda daug galimybių tiriant atskiras onkologines ligas, kurios gali pasireikšti per 60 proc. dažniau pas atskirų šunų veislių atstovus (ir tik vienam iš 10 000 žmonių).

Lentelė. Paukšių rūšys, kurių genofondu pasinaudota išvedant naujas veisles

LAUKINĖS RŪŠYS IR VEISLĖS	IŠVESTŲ VEISLIŲ APYTIKRIS SKAIČIUS
Bankyvinė višta	>300 iš jų tik per 30 pramoninių veislių
Laukinis kalakutas	>30
Didžioji anti	>65
Laukinės žąsų	>60
Gvinėjos vištos	10 varietetų
Japoniškosios putpelės	>6

Amadina	>20
Karveliai	>150

Sukurtos atskirose šalyse veislės dažnai tampa nacionaliniu to krašto materialios kultūros paveld. Ir Lietuvoje yra sukurtos kelios naminių gyvulių veislės pripažintos nacionaliniu materialiosios kultūros paveldu



pav. Lietuviškos arklių veislės: Lietuvos žemaitukai ir Lietuvos sunkieji



pav. Lietuvos šėmosios ir Lietuvos baltanugarės karvės



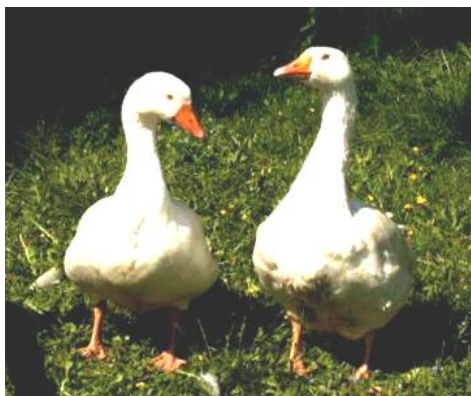
pav. Vietinės kiaulių veislės



pav. Avių - Lietuvos šiurkščiavilnės ir Lietuvos juodgalvės avys



pav. Vienintelė sukurta medžioklinių šunų veislė – Lietuvos skalikai;

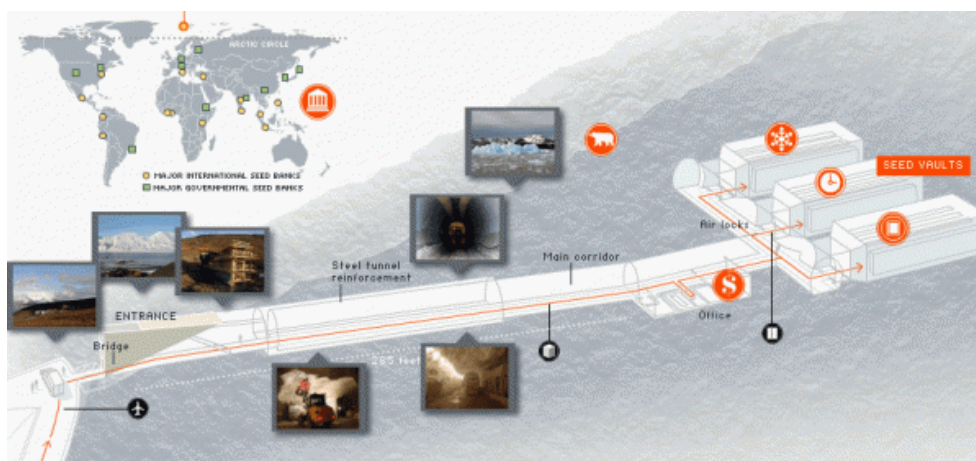


pav. Paukščių – vištinės žąsys.

Nors ir prie žmogaus, bet vis tiek dar laukiniai yra : jakas; indijinis dramblys. Afrikinis ir amerikinis stručiai, daugelis medžioklėje panaudojamų dieninių plėšriųjų paukščių (vanagai, sakalai, ereliai), padedančių žvejoti Pietryčių Azijos regiono žvejams (kormoranai).

Laukiniai, nors galėtų būti labai naudingi žmogui yra: laukiniai jaučiai- bantengas, gauras, kuprėjus, anoa; kai kurie elniniai – briedis, taurusis, dėmėtasis, danielius ir kt. (tiesa, daugelis iš paminėtųjų elninių rūšių, stumbrai, bizonai auginami aptvaruose, dirbtinai kryžminami); daugelis afrikinių antilopių; stambiaji pasaulio graužikai tokie kaip viskaša, kapibara .

Genų bankai savo kolekcijose kaupia atskirus rūšių populiacijų egzempliorius ir jų genetinę medžiagą. Kai kurie bankai vėl ketina sukaupti rūšių ekosisteminius rinkinius (pvz., per medelynų kolekcijas). Rio de Žaneire 1992 m. buvo priimta Biologinės įvairovės konvencija (Lietuva ją ratifikavo 1996 m.), o vėliau Strasbūro, Helsinkio, Lisabonos forumų rezoliucijos dėl augalų genetinių išteklių išsaugojimo ateities kartoms.



pav. Genų bankas įrengtas uoloje amžinajame išale Svalborgo saloje priklauso pasauliniam genetinių išteklių saugyklų (bankų) asociacijai

Svalbordo (Špicbergenų) sala, priklausanti Norvegijai yra pagarsėjusi savo unikalia sėklų saugykla, kuri yra įrengta kalno šlaite tik 1,303 km nuo Šiaurės Ašigalio. Joje saugomos įvairiausių augalų sėklos, kurių dublikatai atkeliavę iš kitų viso pasaulio genų bankų. Jei kuriame iš genų bankų sėklų pavyzdžiai sunyktų, pražūtų - ši saugykla tarnauja garantas (atsarginis variantas). Prasidėjus kuriame nors pasaulio regione didelio masto biologinės įvairovės ekologinei krizei - ši saugykla galėtų suteikti reikalingų augalų rūšių ar veislių sėklų arba pasaugoti jų perteklių.

Pasaulyje ir Europoje augalų genų banko tinklas labai platus. Augalų genų bankai yra Estijoje, Olandijoje, Lenkijoje. Funkcionuoja Šiaurės šalių genų bankas. 1992 metais Lenkijoje įsteigtas savarankiškas „Miško genų bankas“.

Lietuvoje žemės ūkio augalų selekcija pradėta nuo 1922 metų, o miško medžių – nuo 1960-ųjų. Nuo tada ir pradėta kaupti genetinius išteklius, pirmiausia pačių vertingiausių augalų arba tų, kuriems kyla grėsmė sunykti arba jie gali būti sunaikinti. Vertingiausi augalai atrenkami pagal nustatytus kriterijus ir priskiriami augalų nacionaliniams genetiniams ištekliams, kurių apsaugą reglamentuoja įstatymas

Lietuvoje atrinkti augalų nacionaliniai genetiniai ištekliai saugomi: laikant juos natūralios kilmės ar sukūrimo vietose (*in situ*) už kilmės sukūrimo vietų (*ex situ*), tai yra lauko kolekcijose bei augalų genų banke, vietose, kur yra atsiradusios jų naujos savybės (*inter situ*). Augalų nacionaliniams genetiniams ištekliams saugoti *in situ* steigiami genetiniai draustiniai, išskiriami genetinių išteklių plotai ar sėkliniai medynai, atrenkamos populiacijos, pavieniai medžiai ar jų grupės. Augalų nacionaliniams genetiniams ištekliams saugoti *ex situ* įveisiamos lauko kolekcijos bei įrengiamos augalų genetinės medžiagos saugyklos. Du tūkstančiai du šimtai aštuoniasdešimt sėklų pavyzdžių – tiek dabar saugoma Augalų genų banko šaldikliuose.

VISŲ TRIJŲ BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS SUDEDAMŲJŲ DALIŲ INTEGRUOTOS SĄVEIKOS FUNKCINĖ REIKŠMĖ BIOSFEROS MASTU. BIOSFEROS TVARUMAS ŽYMIA DALIMI PRIKLAUSO NUO BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS BŪKLĖS

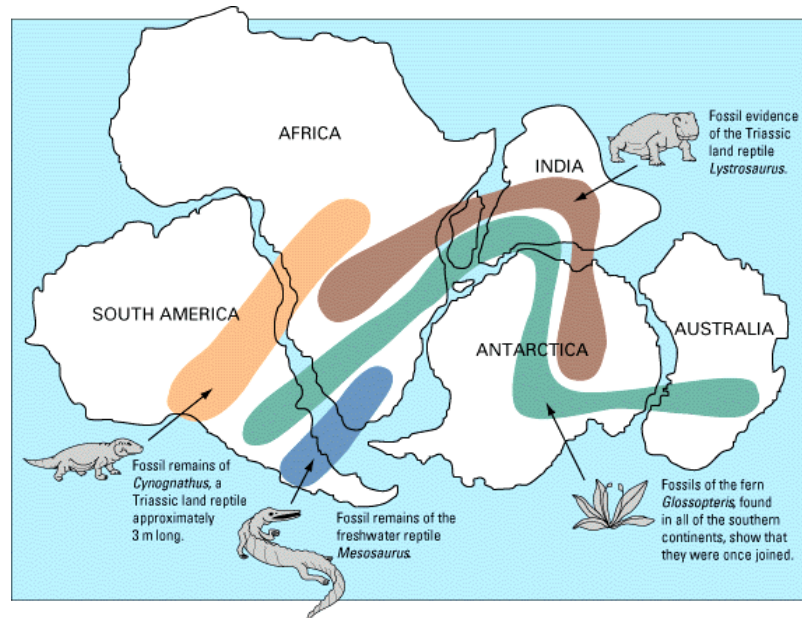
BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS PLĖTROS GRADIENTAI IR ESAMA ĮVAIROVĖ

Pagrindinis biologinės įvairovės pasiskirstymas biosferoje proporcingas ilgumos gradientui. Žemesnių platumų regionuose yra ženkliai daugiau rūšių nei vietovių aukštesiose platumose. Tas reiškinys dažnai vadinama kaip rūšių įvairovės ilgumos gradientas. Nors sausumos biologinės įvairovės sumažėja nuo pusiaujo iki ašigalių, kai kurie faunistiniai tyrimai teigia, kad ši savybė yra patikima tik sausumose ekosistemose esančiai biologinei įvairovei, nes jūrų ir vandenynų biologinė įvairovė ištirta nepakankamai. Apskritai kol kas visi pasiskirstymo dėsningumai išlieka tik sausumos ekosistemose, nes apie pasaulio vandenynų (ir jūros ir vandenynai) biologinę įvairovę kol kas žinome mažiausiai ir pasaulio hidrosistemose šie dėsniai dar nepatikrinti. Beje, paminėtos rūšių įvairovės plėtros dėsningumai ir pasiskirstymas negalioja parazitams.

EVOLIUCINĖS ĮVAIROVĖS REZULTATAI DABARTINĖ DIVERSIFIKACIJA

Ankstyvoje Žemės biologinėje raidoje buvusiuose superžemynuose abiotiniai, ekologiniai aplinkos sąlygų skirtumai daugiau mažiau buvo pasiskirstę teritorinių principu – žemyno pakraščiuose įvairesni ir palankesni, o kuo toliau nuo vandenyno – ekstremalesni. Prieš 180 mln.

metų besidalijančio milžiniško Pangėjos, vėliau Gondvanos, Laurazijos superžemynų persiskirstymo ir tolesnio dreifo padariniai nulėmė jau kitokias aplinkos juose salygas ir kitokius biologinės įvairovės rinkinius.



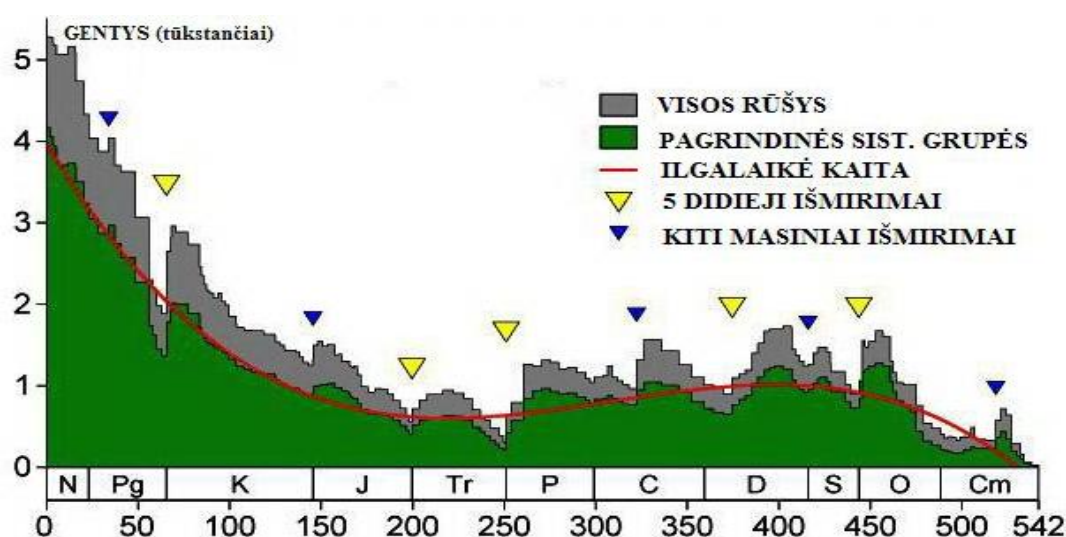
pav. Fosiliniai biologinės įvairovės įrodymai apie kažkada buvusį vientisą superžemyną, vėliau suskilusį ir visi kitaip pasiskirsčiusį žemės rutulyje atskirais žemynais (*pagal USGS Dynamic Earth*)

Biosferos raidoje atsirandantys įvairūs abiotiniai ir biotiniai veiksniai skatino atsirasti skirtinguose žemynuose esančiose panašių ekosistemų panašiose ekologinėse nišose visai negiminingų rūšių rinkinius. "Biosferos gyvybinės galios" apribojo gyvenimo visumą, kuri gali egzistuoti iš karto biosferoje (tebediskutuojama ar egzistuoja tokia riba reguliuojanti rūšių skaičių Žemėje?). Nors surinkti faktai apie biologinę įvairovę sausumoje (vabzdžių, augalų, stuburinių gyvūnų logistiniai augimo modeliai) rodo eksponentinį jų įvairovės didėjimą. Teigiama, kad kai kurios rūšys, plisti ir užimti kuo daugiau ekologinių nišų negalėtų be žmogaus globalios įtakos kitoms taksonominėms grupėms ar rūšims. Kita vertus, biologinės įvairovės pokyčiai fanerozojuje koreliuoja daug geriau (nei palyginti su eksponentiniu ir logistiniu modeliais) su hiperbolistiniu modeliu, kuris plačiai naudojamas gyventojų sociologiniuose tyrimuose (demografija, makrosociologija). [Hiperbolinis pasaulio gyventojų skaičiaus augimo modelis parodo teigiamą grįžtamąjį ryšį tarp gyventojų skaičių ir technologijų (gerbūvio) augimo] Hiperbolinis biologinės įvairovės augimo pobūdis gali būti, panašus tarp rūšinės įvairovės ir visos ekosistemos struktūros sudėtingumo.

Dauguma biologų sutaria, kad žmogaus atsiradimo laikotarpis sutampa su masiniu kitų biologinių rūšių nykimo pavadinto holoceno ekstinkcija įvykiais. Naujos rūšys atrandamos kone reguliariai (nuo 5 iki 10,000 naujų rūšių vidutiniškai kiekvienais metais. žinoma dauguma iš jų – priklauso žemesniems taksonams (kasmet labai daug atrandama ir aprašoma naujų vabzdžių rūšių). Nors kasmet naujai atrandamųjų santykinai yra dideli skaičiai, tačiau iš kitos pusės teigiama, kad dar nėra suklasifikuota beveik 90 proc. visų nariuotakojų). Kaip žinia didžioji dauguma sausumos biologinė įvairovės naujų rūšių aptinkama atogrąžų miškuose.

KAIP GREITAI BIOLOGINĖ ĮVAIROVĖ GALI BŪTI SUNAIKINTA ?

Teigiama, kad šiandien išliko tik vienas procentas nuo visos buvusios įvairovės biosferoje. Naujoje geologinėje epochoje prasidėjo ir nauja lig šiol neregėta žmonijos įtaka planetai. Per paskutiniuosius pusę milijardo metų asteroidai, nepalankūs besikeičiantys klimato veiksniai sukėlė 5 biologinės įvairovės katastrofas biosferoje, Viena iš pirminių tiesioginio rūšių naikinimo formų biologiniame laike įvairios išorės (kosminės kilmės katastrofos: asteroidai, stambūs meteoritai) ir vidaus (vulkanizmas, klimatiniai ekstremumai ir kt.) agresyvių gyvybei abiotinių veiksnių pasekmės. Istoriniame laike atsiradusi nauja agresyvaus biotinio poveikio (žmogaus veiklos) visai kitai biologinei įvairovei augo kol tapo dabartiniais laikais globalia, kuri gali sukelti Žemės istorijoje didelę šeštąją biologinę katastrofą .



pav. Didieji biologinės įvairovės degradacijos (išmirimai) periodai Žemės geologiniame/biologiniame laike

Jau iš biogeografijos žinome, kad sunaikinus 90 proc. gamtinės aplinkos buveinėse, ekosistemose, iš jų dingsta daugiau nei 50 proc. ten egzistavusių rūšių. Dabartinėmis salygomis greičiausiai Žemėje naikinamos atogražų miškų, šlapžemių ekosistemos. Taigi didžiausias išnykusių rūšių kiekis per dešimtmetį gali siekti 11–15 proc, o vidutinis iki 2–5 proc. Jei teigtume, kad Žemėje yra 10 mln. rūšių, tai kasmet potencialus išnykimo pavojus grėstų net 20000–50000 rūšių, iš kurių daugumą sudarytų įvairūs bestuburių sisteminiai taksonai.

Egzistuoja ir kitas liūdny pranašysčių scenarijus. Nuo XVII a. yra žinomas žinduolių, paukščių, aukštesniųjų augalų rūšių išnykimo greitis. Jeigu minėtų grupių rūšių nykimo tempai nesulėtės, tai 4600 žinduolių ir 9600 paukščių rūšių (daugiausia tropinių) išnyks per 200–300 metų, 2200–50000 tropinių augalų (daugiausia palmių) rūšių – per 50–100 metų. Kitų specialistų teigimu paukščių įvairovė turėtų išnykti ne anksčiau kaip po 800–2800 metų.

Nuo dididžiųjų geografinių atradimų pradžios biologinių rūšių išnykimas ėmė sparčiai augti. Tipiška minėto laikmečio pradžios liūdna istorija - atrastož ir sunaikinto neskraidančio karveliama artimo dronto (*Raphus cuculatus*) istorija. Net 23 kg sveriantį neskraidantį panašų į kalakutą karvelį 1505 m. Mauricijaus saloje aptiko pirmieji iš Europos čia apsilankę portugalų jūrininkai. Jau 1681 m. Mauricijoje drontų nebeliko. 1746 m. dar gyveno gretimose Rodrigeso saloje kita drontų rūšis, tačiau iki 1780 m ir jos neliko. Nustatyta, kad viso tuo laiku egzistavo trys drontų rūšys. Deja, apie jas – inome tik iš osteologinių liekanų.





pav. Esami vienos iš kelių drontų rūšių (*Raphus cuculatus*) rekonstrukcijos variantai ir kitų drontų rūšių osteologinės liekanos

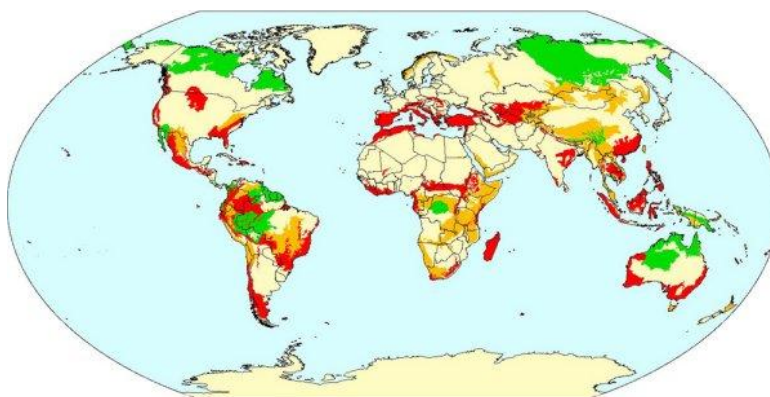
JAV teritorijoje nyksta arba greitai mažėja jų skaičius 1 231 (496 gyvūnų ir 735 augalų) rūšių. Manoma, kad jau XXI a. pradžioje gali išnykti apie 500 rūšių. Kaimyninėje Kanadoje nykstančių ir greitai mažėjančių rūšių sąraše atsidūrė 353 rūšys. Per visai trumpą istorinio laiko požiūriu JAV valstybės gyvavimo istoriją iš jos teritorijos išnyko virš 100 rūšių (*Labrado gaga*, *didžioji alka*, *keliaujantysis karvelis*, *Karolinos papūga*, *sidabrinis upėtakis*, *Vakarų Indianos ruonis* ir šimtai kitų ...).

Keliaujančio karvelio (*Ectopistes migratorius*) sunaikinimo istorija. Pirmosios žinios apie masinę Didžiųjų lygumų Š. Amerikoje karvelių rūšį pasirodė dar 1698 metais pirmųjų žemyno kolonistų aprašymuose. Manoma, kad XVII-XVIII a. a. Š. Amerikoje šios rūšies megapopuliacija siekė apie 3-5 mlrd. paukščių...1871 m. aprašyta Viskonsino karvelių kolonija užėmė 850 mylių² kur perėjo per 135 mln. individų...XX a. pradžioje laisvėje šios rūšies nebeliko. Paskutinis paukštis išgyveno iki 1914 spalio 1 dienos Cincinačio zoologijos sode.



pav. Garsaus amerikiečio gamtininko ir dailininko animalisto Audubono [John James Audubon (*Jean-Jacques Audubon*) 1785-1851 m.], kuris dar regėjo juos gyvus, keliaujančių karvelių porelės piešinys.

1996 metų pasaulinės gamtos apsaugos organizacijos duomenimis beišnykstančių ir jau išnykusių gyvūnų rūšių skaičius pastoviai didėja.



pav. Padidintos rizikos zonos (raudona) kur biologinė įvairovė sparčiausiai nyksta

lentelė. Didžiausios grėsmės biologinei įvairovei Europoje ir Centrinėje Azijoje

GRĖSMIŲ RŪŠYS	POVEIKIO LAIPSNIS ATSKIRUOSE ŽEMYNŲ REGIONUOSE				BENDRAS STRATEGINIS APLINKOS BŪKLĖS ĮVERTINIMAS
	VAKARŲ, CENTRINĖ EUROPA	RYTŲ EUROPA	KAUKAZAS	CENTRINĖ AZIJA	
Klimato kaita	••	••	•••	•••	••
Urbanizacija ir jos infrastruktūrų plėtra	•••	••	•	•	••

Žemės ūkio veiklos intensyvinimas	••	••	•	••	••
Dirbamų žemių apleidimas (sukcesinių procesų paleidimas)	•••	••	?	••	••
Dirvožemių sausėjimas, dykumėjimas	•	•	••	•••	•••
Rūgštėjimas	•	•••	?	?	•
Radioaktyvi tarša		••			
Eutrofizacija	•••	••	•	•	••
Miškų gaisrai	•	••			••
Nelegalūs miškų kirtimai		••	••	•	•••
Nelegali medžioklė/žvejyba		•	•••	•••	
Invazinių rūšių poveikis	••	••	••	•	••

pastabos: * — mažas; * * — pastebimas; *** — ženklus;

Pavojai migruojantiems paukščiams iš Eurazijos link Žemės pusiaujo region vis didėja

Vien Palearktinėje srityje priskaičiuojama per 3 mljrd. migruojančių paukščių individų, kurie kasmet, rudenį ir pavasarį, du kartus keliauja. Pavasarį iš milžiniško Afrikos žemyno, Viduržemio jūros, Artimųjų Rytų regionų buveinių kur randasi jų žiemojimo buveinės per 330 rūšių įvairiais oro keliais pajuda į Eurazijoje šiauriau esančiose srityse esančias veisimosi buveines. Atėjus rudenii – skuba atgal.

Deja, kasmet beveik kiekvienos rūšies populiacijų nuostoliai didėja. Mažėjant tinkamų veisimosi buveinių (o kiekviena rūšis yra prisitaikiusi prie specifinių mikrobiotopų) kasmet neperi ir neuužaugina pakankamą palikuonių skaičių – tos rūšies populiacijų gyvybingumo garantą vis daugiau paukščių rūšių. Tinkamų paukščiams gyventi ir veisti buveinių apsauga jau tapo globalia biologinės įvairovės tolesnio išsaugojimo problema. Buvinių išsaugojimo, sunaikintų atstatymo ir jų tinkamos būklės palaikymo klausimai reikalauja daug lėšų ir laiko. Ypač tai tampa aktualu migruojančių paukščių telkimosi vietose („žaliosios teritorijos”).

Deja, egzistuoja ir kito lygmens problemos, kurių priežastys susijusios su atskirų tautų istoriniais, socialiniais aspektais ar daugiametėmis tradicijomis. Įvardijamos pagrindinės migruojančių paukščių žūties priežastys, tai: žmonių maistas, ūkių (žemdirbystės, sodininkystės, žuvininkystės) apsauga, medžioklė dėl pramogos, neteisėta prekyba. Yra nustatytos („BirdLife international” aliktoje analizėje įvardytos ir šalys, kur anksčiau paminėtų paukščių žūčių nustatyta daugiausia (Ispanija, Marokas, Italija, Sardinijos, Sicilijos, kipro salos, Italija, Serbija, Kroatija, Bosnija, Albanija, Sirija, Jordanija, Irakas, Izraelis, Egiptas, Užsachario Afrikos šalys ir dar eilė kitų, kur pažaidimų mastai kiek mažesni). Kasmet migracijų (ten ir atgal) žūva šimtai milijonų ivairių rūšių individų...

lentelė. Esančių ant išnykimo ribos ir jau išnykusių įvairių klasių gyvūnų rūšių kiekybinė apžvalga

Sisteminis vienetas	Esančių pavojuje rūšių skaičius	Išnykstančių rūšių skaičius	Svyruojantis nykstančių rūšių skaičius	Iškilusi grėsmė rūšių skaičiui	Jau išnykusių rūšių skaičius
Žinduoliai	169	315	612	1096	89
Paukščiai	168	235	704	1107	108
Ropliai	41	59	153	253	21
Varliagyviai	18	31	75	124	5
Vabzdžiai	44	116	377	537	73
Kitos gyvūnų grupės	471	423	1194	2088	343

Antropogenizacijos įtaka keičia ir pačių didžiausių biosferos organizacinius vienetų biomų ir juose esančių tarpinių - ekotonų zonų būsenas. XXI a pradžioje JAV 99 proc prerijų ekosistemų yra jau vienaip ar kitaip transformuotos, 48 valstijose net 95 proc pirmųjų miškų yra sunaikinti, 90 proc senųjų lapuočių (ąžuolų) miškų šiaurės vakarų pakrantėje yra iškirsti, 90–98 proc laukinių ir vaizdingų upių ir jų slėnių yra sunaikinta, 70–90 proc krūmynų ekosistemų kalnų priekalnėse yra transformuotos, 50 proc šlapžemių yra melioruota ar suarta. Pvz., Europoje iš pirmųjų plačialapių mišrių miškų kaip natūralių ekosistemų teliko 1,6 proc., visa kita jau atsodinti miškai.

Taip jau sutapo, kad kuo pasaulis tapo labiau pažinus pasaulio bendruomenėms, tuo jame liko mažiau ir mažiau gyvybinės erdvės kitoms rūšims. Egzistavusių istoriniame laike ir labai greitai išnykusių biologinių rūšių didžiausioji sukaupta statistika prasideda nuo didžiųjų kelionių ir geografinių atradimų amžiaus. Nuo XVII a. vedama išnykusių gyvūnų ir žiedinių augalų apskaita leidžia susidaryti tik bendrą vaizdą apie naikinimo mastus kai kuriuose regionuose, bei jų kaitą.

lentelė. Nuo 1600 iki 1983 metų išnykusių rūšių palyginamoji apskaita žemynų, salų ir vandenynų ekosistemose

Išnykusių žemynuose	Išnykusių salose	Išnykusių vandenynė	Išnyko iš viso	Bendras rūšių Ir porūšių skaičius esantis tame taksone	Išnykusių dalis (%) nuo bendro skaičiaus
Žinduoliai					
30	51	2	83	4000	2,1
Paukščiai					
21	92	0	113	9000	1,3
Ropliai					
1	20	0	21	6300	0,3
Varliagyviai					
2	0	0	2	4200	0,0
Žuvys					
22	1	0	23	19100	0,1
Bestuburiai					
49	48	1	98	1000000*	0,0
Žiediniai augalai					

245	139	0	384	250000	0,2
Iš viso:					
370	351	3	724		

pastaba: * - nėra tikslesnių duomenų

Kiti autoriai pateikia smulkesnės žinduolių ir paukščių klasių rūšių nykimo analizės rezultatus atskiruose žemynuose ir salų grupėse.

pav. Sausumos žinduolių ir paukščių rūšys išnykusios jau istoriniu laikotarpiu (socialinio-politinio laiko skalėje) atskiruose biogeografiniuose vienetuose

Biogeografiniai vienetai	Rūšių arealai	Išnykusių žinduolių rūšių skaičius	Išnykusių paukščių rūšių skaičius
Žemynuose			
	Afrika	11	0
	Azija	11	6
	Australija	22	0
	Europa	7	0
	Š. Amerika	22	8
	P. Amerika	0	2
	Iš viso:	73	16
Salose			
	Arti žemynų esančiose salose ir jų grupėse	8	7
	Didžiajame vandenyne	4	109
	Indijos vandenyne	4	18
	Atlanto vandenyne	23	20
	Viduržemio jūroje	2	1
	Iš viso:	41	155

Išsamūs globalios būklės įvertinimai yra atliktos ne visuose pasaulio biologinės įvairovės sistematiniuose vienetuose ar grupėse. Viena iš geriau ištyrinėtų grupių yra paukščių klasė ir jos rūšių populiacijų būklė biosferoje.



pav. Didžiausių globaliu mastu egzistuojančių grėsmių rūšys lemiančios dabartinę paukščių įvairovės būklę bei tolesnį jos išlikimą.

Europos Sąjungos šalyse Atliktoje studijoje apie sumedžiojamų paukščių statistiką, išanalizuoti iki 2005 metų rugsėjo mėn. 82 paukščių rūšių, įtrauktų į ES Paukščių direktyvos II-ą priedą duomenys ir pateikta sumedžiojimo oficiali metinė statistika 25 Europos Sąjungos šalyse bei Norvegijoje ir Šveicarijoje (į Paukščių direktyvos II-ą priedą yra įrašomos paukščių rūšys, kurių medžioklė yra leidžiama atskirose ES šalyse). Nors paukščių sumedžiojimo stebėseną Europiniu mastu nėra vykdoma, tačiau atskirų šalių oficiali statistika iš esmės parodo bendrą situaciją Europos žemyne.

Atlikta analizė parodė, kad kasmet Europoje oficialiais duomenimis sumedžiojama daugiau nei 100 mln. paukščių! Minėtų 27-ių Europos valstybių tarpe „lyderiauja“ Prancūzija, kur per metus nušauinama 25 mln. sparnuočių, Jungtinė Karalystė (22 mln) ir Italija (17 mln.). Džiugu, jog Lietuva yra šios liūdnos statistikos „autsailerė“, o mažiau paukščių nušauinama tik mažiausioje ES narėje – Liuksemburge.

Reikia paminėti, kad tai tik 27 ES šalių statistika, ir neapima gilių paukščių medžioklės tradicijas turinčių didelių savo plotu (kur gyvena ir veisiasi daugelis Eurazijos paukščių rūšių) valstybių tokių kaip Rusija, Ukraina, Baltarusija. Išeitų, kad paukščių sumedžiojimo mastai visoje Europoje yra žymiai didesni. Analizė atlikta tik pagal gautus oficialius sumedžiotų paukščių skaičius. Deja, įvertinant nelegalios medžioklės mastus, ypač pietinėje Europoje, skirtingų ekspertų vertinimu realiai nušaujamų paukščių skaičius, lyginant su oficialia statistika, yra mažiausiai 1,5-2 kartus didesnis. Jau nekalbant apie saugomas rūšis, kurios oficialiai nėra medžiojamos. Taigi, medžioklės poveikio mastai Europos paukščių, ypač atskirų rūšių, populiacijoms yra žymiai didesni. Atlikta analizė neapima ir sužeistų paukščių, kurių dalis taip pat žūva, todėl poveikis paukščiams, dar įvertinant trikdymo faktorių bei apsinuodijimą švininiais šratais, yra žymiai didesnis.

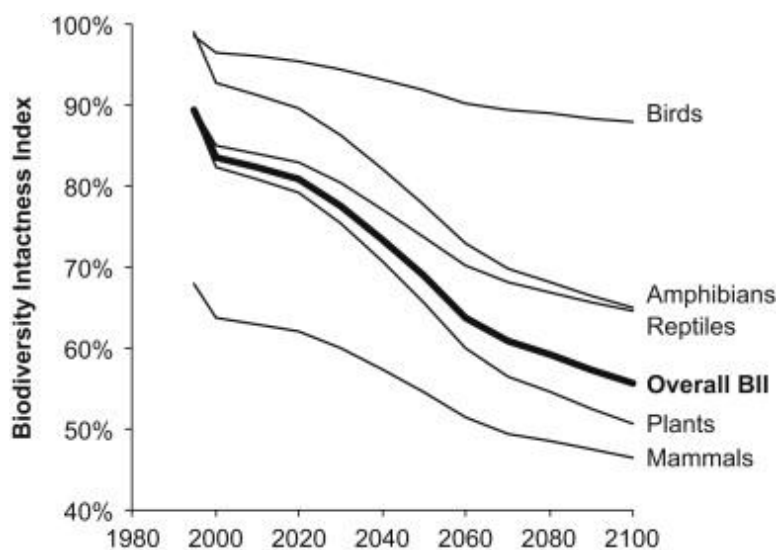
Nereikia užmiršti, kad paukščių ir jų gyvenamųjų buveinių apsaugos jų veisimosi vietose pastangos gali neduoti laukiamo efekto vien dėl medžioklės poveikio jų migracijos kelyje ar žiemavietėse. Jau yra žinoma, kad medžioklė spartina kai kurių paukščių rūšių su nepalankia apsaugos būkle, pavyzdžiui, dryžgalvių kryklių, putpelių, pempių, oželių nykštukų, paprastųjų purpelėlių, dirvinių vėversių, nykimą.

Išsamesnę informaciją galima surasti paskelbtose publikacijose ir specialioje svetainėje:

Hirschfeld, A. & A. Heyd (2005): Mortality of migratory birds caused by hunting in Europe: bag statistics and proposals for the conservation of birds and animal welfare. Ber. Vogelschutz 42./

Hirschfeld, A. & A. Heyd (2005): Jagdbedingte Mortalität von Zugvögeln in Europa: Streckenzahlen und Forderungen aus Sicht des Vogel- und Tierschutzes. Berichte zum Vogelschutz 42.

<http://www.komitee.de/content/aktionen-und-projekte/jagdstrecken-europ>



PATIRIAMI GLOBALŲS BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS NUOSTOLIAI

Kaip rodo bendras ir atskirų konkrečių augalų tiek gyvūnų sisteminių taksonų biologinės įvairovės būklės indeksai pastoviai mažėja

Nuo XVI a. (didžiųjų geografinių atradimų epocha) prasidėjusi ir XXI šimtmečio pradžioje tebesitiesia biologinės įvairovės degradacija. Beveik visi mokslininkai pripažįsta, kad esamas rūšių nykimo lygis yra aukščiausias per visą istorinį laikotarpį ir vienas iš sparčiausiu Žemės biologinėje raidoje. Dar Vokietijos federalinis aplinkos ministras S. Gabriel (*Sigmar Gabrie*)l teigė, kad iki 2050 m išnykti trečdalis (iš jų apie 1/8 sudarytų žinomos augalų rūšys) visų rūšių. Sprendžiant apie pagal buveinių, ekosistemų nykstančių plotų tempus – per per metus galime prarasti apie 140.000 rūšių.

Šie skaičiai netiesiogiai rodo, kad vis dar globaliu mastu naudojamos netvaraus naudojimo, žalojančios gamtinę aplinką technologijos, o beišnykstančių rūšių populiacijoms išgelbėti skiriamas nepakankamas dėmesys.

Pasaulio biologinei įvairovei kyla labai didelė grėsmė – rūšys nyksta 100–1 000 kartų greičiau nei įprasta. Daugiau kaip vienam trečdaliui vertintų rūšių gresia išnykimas, o per pastaruosius 50 metų susilpnėjo maždaug 60 proc. Žemės ekosistemų funkcijų. Šį nykimą sukelia žmogaus veikla: žemės naudojimo pokyčiai, pernelyg intensyvus išteklių naudojimas, netausi veikla, tarša ir invazinių rūšių atsiradimas; todėl buveinės ir rūšys nyksta, skaidosi ir silpsta. Taip pat svarbus veiksnys – klimato kaita.

2001 m. ES pasiryžo biologinės įvairovės nykimą sustabdyti iki 2010 m. ,tačiau, nepaisant didelių pastangų, akivaizdu, kad tikslas nebuvo pasiektas. Biologinės įvairovės nykimo poveikis labai įvairus – nuo labai mažų pokyčių iki ištisu ekosistemų ir jų funkcijų, kaip antai maisto ir vandens tiekimas, klimato reguliavimas, išnykimo, todėl kyla grėsmė mūsų klestėjimui ir gerovei ateityje. Biologinė įvairovė yra būtina siekiant kitų politikos tikslų – visų pirma apsirūpinti maistu ir kovoti su klimato kaita; be to, ji padeda užtikrinti įvairių sektorių (pavyzdžiui, žemės ūkio, žuvininkystės ir turizmo) darbuotojų pajamas. Kaip atskleidė neseniai atliktas ekosistemų ir biologinės įvairovės ekonomikos tyrimas, gamtinės aplinkos nykimas turi tiesioginį ekonominį poveikį, tačiau jo reikšmė nepakankamai įvertinama. Biologinė įvairovė ir ekosistemų funkcijos yra gamtos turtas, labai svarbus įgyvendinant būsimas ekonomines strategijas, kuriomis siekiama skatinti darbo vietų kūrimą ir didinti gerovę. Todėl būtina nustatyti naują biologinės įvairovės apsaugos tikslą, taikytiną po 2010 m.

KONKREČIOS GRĖSMĖS BIOLOGINEI ĮVAIROVEI

J. Diamondas (*Jared Diamond*) įvardina taip vadinamą "blogio kvartetą"- keturias pagrindines priežasčių grupes, kurias nulemia biologinės įvairovės degradaciją :

1. Tiesioginis (fizinis) rūšies naikinimas (tiesioginis ypatingos galios poveikis konkrečiai rūšiai);
2. Gyvenamosios aplinkos (biotopų, buveinių, ekosistemų) sunaikinimas;
3. Invazinių ir naujai introdukuotų rūšių poveikis autochtoninėms;
4. Antriniai pokyčiai (netiesioginis sunaikinimas) susiklostę įvykus ankstesniesiems.

E. Vilsonas aptardamas biologinės įvairovės globalios degradacijos priežastis pirmenybę teikia padidintam buveinių naikinimui, invazinių rūšių poveikiui, taršos pasekmėms, ankstinių žmonių kartų pasekmių palikimui ir biologinių išteklių pereksploatacijai. Šiandien labiausiai autoritetinga laikoma Tarptautinės gamtosauginės organizacijos prie JT (*IUCN*) "pateikiama tiesioginių grėsmių klasifikacija, kuri buvo sudaryta ir priimta daugumos tarptautinių apsaugos organizacijų, („*Nature Conservancy*“, „*WWF*“, „*Conservation International*“, „*BirdLife International*“ ir kt.).

Viena iš tiesioginio naikinimo formų **ANTROPOGENINIAI VEIKSNIAI**. Biosferos biologinės įvairovės pokyčiai siejami jau nuo pat vienos rūšies dominavimo visose ekosistemose pradžios. tai *homo habilis* populiacijų atsiradimas, plėtra ir dominavimo poveikis kitoms biologinėms rūšims. neigiamas poveikis pasireiškiantis esminiais pokyčiais ekosistemose:

- ❖ natūralių biotopų ar ištisų ekosistemų fiziniu naikinimu (miškų kirtimai, degimai, melioracija, dirbtinis drėkinimas, žemių arimas);
- ❖ naudingųjų iškasenų (mineralinės ir organinės kilmės) pajieška ir intensyvi eksploatacija bei fizinis įvairių rūšių – kaip žaliavų šaltinio (maistui ir kitiems tikslams) naikinimas;
- ❖ urbanizuotų teritorijų (miestai, transporto magistralės, pramonės, žemės ūkio kultūrų teritorijos ir kt.) plėtra ir aplinkos globali tarša antropogeninės kilmės nuodingomis medžiagomis;
- ❖ laukinių rūšių domestikacija, modifikacija ir dirbtinis perkilnojimas į kitas ekosistemas, kurių rūšinėje sudėtyje jų anksčiau nebuvo.

Per paskutiniuosius 50 000 metų (vėlyvajame pleistocene) išnyko nemažai rūšių priklausančių 200 genčių, tačiau šie staigūs įvykiai visai nepriminė masinio išmirimo epizodų, kurie buvo Žemės raidoje. Šiame palyginti trumpame geologinio laiko atžvilgiu Pleistoceno periodo atkarpoje išmirė stambūs augalėdžiai (mamutai, mastodontai, milžiniškieji tinginiai, plaukuotieji raganosiai ir milžiniškieji elniai), stambūs grobuonys (milžiniškieji vilkai, kardadančiai liūtai, urviniai lokiai).

lentelė. Pleistoceno pabaigoje išnykę stambieji Amerikos, Australijos ir Eurazijos žinduoliai

Visi augalėdžiai	> nei 1000 kg
75 proc. kitų augalėdžių	100–1000 kg
41 proc. augalėdžių	5–100 kg
< 2 proc. augalėdžių	< 5 kg

Stambiųjų gyvūnų išmirimų datos skirtinguose žemynuose ar regionuose buvo skirtingos iš dalies, sutam tikru pavėlavimu, sutampančios su žmonių (medžiotojų/rankiotųjų) pasirodymu tuose žemynuose ir jų atskiruose regionuose.

lentelė. Stambiųjų medžiojamųjų gyvūnų atskirų rūšių išnykimo pasaulio žemynuose chronologija

Apytikris išmirimų laikas	
Afrikoje ir Pietryčių Azijoje	prieš 50 000 metų
Australijoje	50 000
Šiaurinėje Eurazijoje	13 000
Šiaurės Amerika	11 000
Pietų Amerika	10 000
Vest Indija	4 000
Naujoji Zelandija	900
Madagaskaras	800

Anksčiausią nei kituose žemynuose stambiųjų žinduolių išnykimą Afrikoje manomai galėjo įnicipuoti pirmųjų priešistorinių žmonių veikla, kurie pirmiausia atsirado Afrikos žemyne. Iš žinomų Pleistocene egzistavusių Afrikoje apie 70 gyvūnų rūšių, apie 50 išnyko per pastaruosius 40 000 metų.

Žinoma, kad Australijoje Pleistocene gyveno irgi įspūdingi megafaunos atstovai – grizlio dydžio milžiniškieji vombatai, milžiniškos kengūros bei 100 kg sveriantys g. *Genyornis* neskraidantys paukščiai. Visų jų išnykimo datos sutampa su į Australijos žemyną atkeliavus *Homo sapiens* (prieš 55 000 metų). Iš 19 per 100 kg sveriančių rūšių išnyko visos; iš 38 rūšių, sveriančių nuo 100 iki 10 kg – išnyko 22. Manomai daugelis iš jų tapo pirmųjų dvikojų medžiotojų maisto šaltinio aukomis.

Ir Šiaurės Amerikoje stambiųjų rūšių nykimo pradžia sutampa su pirmųjų žmonių pasirodymu. Čia gana greitai išnyko apie 70 (95 proc.) megafaunos rūšių įskaitant: mastodontus, arklius, tapirus, kupranugarius, pekarius, milžiniškuosius bebrus, didžiuosius vilkus, milžiniškuosius jaguarus, kardadančius liūtus. Š. Amerikoje vis dėlto atskiros megafaunos rūšys (lokiai, briedžiai, elniai vapsit, pumos) išliko

Pietų Amerikoje žmonės pasirodė tūkstantmečiu vėliau – kas irgi sutapo su 80 proc. Megafaunos atstovų (mastodontai, arkliai, milžiniškieji tinginiai) išnykimo pradžia.

Išnykusių rūšių skaičius tam tikrame istoriniame žemės raidos etape, matyt, galėtų būti biologinės įvairovės išlikimo periodo mato vienetu. Biosferos raidoje yra žinomi keli masiško rūšių išmirimo periodai, iš kurių paskutinis buvo vos prieš 60 mln. metų. Ligi antropoceno (nuo holoceno antrosios pusės) periodo biologinės įvairovės kaitą Žemėje nulėmė visai kiti tiek vidiniai tiek išoriniai (kosminės katastrofos) veiksniai. Vienus masinius rūšių išmirimus nuo kitų skirdavo dešimtys ar šimtai milijonų metų, kurių metu biologinė įvairovė atsistatydavo (tiek naujai atsirandančių sistematinių grupių, taksonų, tiek buvusių rūšių populiacijų sąskaita). Kiekvienu atveju tai buvo ilgalaikiai procesai (išskyrus buvusių staigių katastrofų atvejus), dėl ko biologinių rūšių evoliucija sugebėdavo „atsigauti“ ir „produkuoti“ tiek naujas rūšis tiek naujus sistematinius taksonus.

lentelė. Žinoma biologinių rūšių išnykimo chronologija geologiniame laike

Geologinis laikas	Prieš mūsų erą (mln. metų)	Išmirusių rūšių dalis (%) nuo bendrojo skaičiaus
Mioceno viduryje	12	24
Vėlyvajame eocene	35	35
Viršutinės Kreidos pabaigoje	65	76
Viršutinės Kreidos pradžioje (Cenomamyje)	90	53

Apatiniame Kreidos (Aptyje)	116	41
Viršutiniame Juros	146	45
Apatiniame (ankstyvajame) Juros (Plinsbachyje)	187	53
Vėlyvajame Triase	208	76
Vėlyvajame Perme	245	96
Vėlyvajame Devone	367	82
Vėlyvajame Ordovike	439	85

XX a. septintajame dešimtmetyje paleoekologas Polas Martinas (*Paul Martin*) paskelbė savo hipotezę, kuri vėliau buvo kitų autorių cituojama kaip blickryg (žaibiško karo) hipotezė. Jos esmė – tai naujos agresyvios svetimžemės rūšies įvaldžiusios naujas technologijas (ugnis, lankas, ietis) invazija į Amerikos žemynus ir jos totalus poveikis vietinės megafaunos populiacijų gyvybingumui.

Praeito amžiaus pabaigoje (1994 m.) pasirodė australų paleontologo Timo Flanerio (Tim Flannery) veikalas „Ateities ēdikai“ (*The Future Eaters*), kuriame analizuodamas atsikėlusią į Australiją žmonių poveikį aborigeninei megafaunai iškelia kaip pagrindinę jų žūties ekologinę priežastį. Ateiviai prieš 50 000 metų jau medžiojo sukeldami nuolatinius gaisrus. Besiplečiančios gaisravietės nulėmė buvusių miškų, krūmynų, aukštažolynų ir kitų susiformavusių turtingų ekosistemų degradavimą ar net visišką išnykimą – kas savo ruožtu sukėlė tolesnius, hidrologinius, mikroklimatinius pokyčius žemyno regionuose.

Tiesa, abiem hipotezėm dar ir šiandien trūksta tiesioginių įrodymų pilnumo arba jų negalima taikyti visiems ir visuose žemynuose registruotiems visos megafaunos rūšių išnykimo atvejams. Pvz., Australijoje kol kas nėra (ar dar nerasta) archeologinių radinių kur būtų aptikti ir/ar identifikuoti stambiųjų žinduolių kaulų liekanose tuometinių žmonių mechaninio poveikio žymių (suskaldyti, suraižyti, ar lauže apanglėję kaulai, kokie nors įrankiai iš jų kaulų fragmentų ir kt.).

Raganosio dydžio pusantro metro aukščio, trijų metrų ilgio, iki trijų tonų milžiniški vombatai (*Diprotodon optatum*), iki dviejų metrų aukščio didžiosios trumpasnakės kengūros (*Procoptodon goliah*), per šešis metrus siekiantys milžiniški varanai (*Varanus priscus*), vos ne karvės dydžio

dabartiniais koaloms ir vombatams giminingi sterbliniai tapyrų (*Palorchestes azael*), sterbliniai liūtai (*Thylacoleo carnifex*) gana greitai išnyko - maždaug prieš 40 000 metų (tik žymiai mažesnis sterblinis vilkas žmogaus persekiojamas *Thylacinus cynocephalus*) išnyko tik XX a. pradžioje gal būt ir dėl laukiniais tapusių šunų dingo konkurencijos). Į Australijos žemyną žmonės atsikraustė maždaug prieš 50 000 metų.

Mamutai (*Mammuthus primigenius*), gliptodontai (iškastiniai žinduoliai iš š. *Glyptodontidae*), gyvenę P. Amerikoje nuo eoceno iki pleistoceno (*Glyptodontidae*), kardadančiai tigrų (*Smillodon fatalis*), milžiniški žemės tinginiai (*Nothrotheriops shastensis*), už dabartinį grizlį stambesni didieji trumpasnukiai lokiai (*Arctodus simus*), vilkai (*Canis dirus*), briedžiai (*Cervantes scotti*) Šiaurės Amerikos žemynuose išnyko prieš 13-15 000 metų. Milžiniškasis urvinis lokys (*Megatherium americanum*) Pietų Amerikoje išnyko tik prieš 6 -7 000 metų. Teigiama, kad pirmieji žmonės, smukus pasaulio vandenyno lygiui, pasinaudoję atsiradusia galimybe Beringo sąsmaukoje pasiekti Šiaurės Ameriką maždaug prieš 30 000 metų.

Kiek ilgiau megafaunos atstovai išsilaikė labiau izoliuotose salose. Pavyzdžiui, Naujoje Zelandijoje tik praėjus šimtmečiui, kai ten prieš 700 metų atsikraustė polineziečiai tape maoriais, išnyko milžiniškieji moa – neskraidantys paukščiai dinornitai (*Dinornis robustus*). Kartu išnyko ir kiek mažesnis irgi neskraidantis (*Chemiornis calcifrons*) bei juos medžiojęs milžiniškas erelis (*Hieraaetus moorei*). Afrikos ir Eurazijos žemynuose istorija kartojasi, tačiau ji kiek kitokia.

BUVEINIŲ/EKOSISTEMŲ FIZINIS SUNAIKINIMAS IR PALAIPSNIS JŲ SUNYKIMAS (DESTRUKCIJA)

Miškų kirtimas, deginimas ir buvusių natūralių ekosistemų pavertimas žemės ūkio (monokultūrų plantacijos, ganyklomis ir kitokių agrocenozų plotais), kitokios pramoninės/ūkinės/urbanistinės veiklos plėtra, (naudingųjų išteklių gavyba keliai, geležinkeliai, pramonės objektai, hidroelektrinių statyba, gyvenvietės, miestai su visa infrastruktūra aplinkiniuose regionuose ir kt. transformacijos) teritorijomis kelia susirūpinimą dėl tokio padidėjusio žmonių kėsimosi į buvusias natūralių ekosistemų teritorijas, užtikrinusių ekologinį tvarumą (rūšių sunaikinimas, oro, vandens, dirvožemio tarša, mikroklimato regione kaita ir kt.) tame regione.

Atskirų buveinių sunaikinimas – daugeliui rūšių siejamas su jų paplitimo arealo fragmentacija ar mažėjimu. Fiziškai didesnės rūšys ir tos, kurios gyvena specifinėse miškų ar vandenynų buveinėse, ekosistemose jautriau reaguoja į savo gyvybinės aplinkos teritorijų sumažinimą (joms reikalingos žymiai didesnės gyvybinės erdvės). Kaip parodė praktika rūšių „apsigyvendimas“ atkuriamose, tačiau suprastėjusios (ar supaprastintos) struktūros "standartizuotose" ekosistemose (pvz., atsodintų miškų monokultūrose) kur sunaikinta ir jau neatkurta pirmą kartą buveinių įvairovė yra dau lėtesnis, o apsigyvenusių rūšių skaičiai mažesni.

2007 m. JAV Nacionalinio mokslo fondo atliktų tyrimų rezultatai rodo, kad rūšių biologinė įvairovė tiesiogiai priklauso nuo rūšių populiacijų genetinės įvairovės. Sumažinus pastarąją (sunaikinamos atskiros skirtingos populiacijos), prarandamas sukauptas adaptyvusis genetinis potencialas - pradeda dominuoti vienos rūšies homozigotiniai individai. Šiuo metu tarp sparčiausiai labiausiai nykstančių minimos gėlavandenės (ypač atogražų) ekosistemos.

Bendra ekosistemos degradacija prasideda kai išnyksta kelios kartinės sisteminės grupės atsakingos tam tikrų funkcijų ekosistemoje palaikymą (pvz., augalų ir juos apdulkinančių vabzdžių išnykimas lydi kitų grupių populiacijų, bendrijų mažėjimą).

FIZINIS BIOLOGINIS ĮVAIROVĖS NAIKINIMAS - BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS NAIKINIMO PAVYZDŽIAI ĮVAIRIŲ KONTINENTŲ IR REGIONŲ MIŠKŲ (IR KITŲ BIOMŲ) EKOSISTEMOSE :FAKTAI, SKAIČIAI, KOMENTARAI

PAUKŠČIAI:

Žinoma, kad net 2500 paukščių rūšių iš kitų 8000 gyvena tropinių miškų ekosistemų biome. Šių ekosistemų specifiniai bruožai lemia tai, kad čia paukščių biotopinis pasiskirstymas kiek kitoks nei kitose ekosistemose. Pavyzdžiui, amerikiečių ekologai, ištyrę nedidelį tropinių miškų plotą Kosta Rikoje, nustatė kad ten apriktos visos paukščių rūšys pasiskirstę tokiu santykiu:

- ❖ 15 rūšių gyvena ant žemės;
- ❖ krūmuose - 75,
- ❖ ir net 130 rūšių įvairiame aukštyje medžių lajose

Šiandien atogražų tropiniai miškai – labiausiai žmogaus veiklos įtakojami ir greičiausiai degraduojančios biosferos sistemų dalys. Naikinant šias ekosistemas išnyksta ištisos grupės jose prisitaikiusių gyventi ne tik paukščių, bet ir kitų grupių gyvūnų ir augalų rūšių.

Kitas ne mažiau įtakingas veiksnys, tai naujų rūšių tikslinė ar atsitiktinė aklimatizacija. Naujos rūšys dažnai sugeba greitai išnaikinti vietines aborigenines.

Tai atsitinka tiesiogiai – kada jos tampa grobuonių aukomis, ar netiesiogiai – kada poveikis ne iš karto pastebimas, o jo ateities pasekmės sunku prognozuoti. Dažniausiai konkuruojama dėl maisto ar perėjimo vietų (pvz. drevių, senų medžių) arba rūšys-kolonistai (adventyvinės) tampa naujų epizotijų, prieš kurias vietinės neturi imuniteto, šaltiniu. Pavyzdžiui, kai

kuriose Havajų salose vietinės paukščių rūšys išmirė nuo užvežtos kartu su uodais paukščių maliarijos, kuriai neturėjo rezistentiškumo.

Geltonkaktė vikšralesė (*Vermivora bachmannii*) priklauso nedidelei amerikinių vikšralesių grupei. Tai nedideli, sulig mūsiškėmis pečialindomis, judrūs paukšteliai, gyvenantys pietinėje JAV dalyje (Floridoje) esančiuose pelkiniuose miškuose. Maitinasi smulkiais vabzdžiais, kuriuos laibais snapeliais ištraukia iš dumblių kyšančių nuokritų, pašaknių ir ten augančių augalų. Tiek maisto racionas (lesamos vabzdžių rūšys gyvena tik tose pelkėse) tiek pat maisto gaudymas yra labai specializuoti. Žiemą dalis paukščių pasitraukdavo labiau į pietus – Floridos ir Kuboje esančias pelkes. Tačiau intensyviai kolonizuojant ir atatinkamai pertvarkant pirmąsias biotopus į cukranendrių bei kitų maistinių monokultūrų plantacijas šios rūšies gyvenamasis arealas sparčiai mažėjo. Jau XIX a. 20–metyje geltonkaktės vikšralesės nebuvo dažnos Kubos pelkiniuose miškuose, 1937 m. jau nesurasta nė vieno jų lizdo. Dar 1949 m. dar pastebėti vos du egzemplioriai. Nuo 1964 metų ši rūšis Kuboje jau nesutinkama.

Prieš 100 mln. metų intensyviaus kontinentų greifo periodais atsiskyrė nuo dabartinių žemynų ir Seišelių salos. Apie tai šiose Indijos vandenyno salose šiandien mena uolienų klodai, kai kurios primityvių palmių, amfibijų rūšys. Dėl tokios ilgalaikės izoliacijos čia susiformavo savitas paukščių pasaulis nei kituose kontinentuose.

Šiandien Seišelių salyne yra 83 salos užimančios kartu 275 km² plotą. Dėl aktyvios antropogeninės invazijos ir prasidėjusios veiklos smarkiai apnaikintos pirmąsios ekosistemos: iškirsti miškai, atsirado daug naujų adventyvinų rūšių – konkurenčių tiek gyvūnų (kiaulės, katės, mangustos, šunys, žiurkės), tiek augalų (visu pirma nemažai žemės ūkio maistinių augalų ir techninių veislių plantacijų). Rekreacija ir turizmas bei su tuo susijusi infrastruktūra dar labiau sumažino natūralių ekosistemų plotus. Dėl šios priežasties labai greitai išnyko ar baigia išnykti nemažai augalų ir gyvūnų rūšių. Pavyzdžiui, galima paminėti tik kai kurias baigiančias išnykti endemines Seišelams paukščių rūšis ir tai jau sudarytų nemažą sarašą. Mat kiekviena rūšis turi savo istoriją.

Seišelių rojaus musinukės (*Terpsiphone corvina*) biotopas tropiniai miškai pradėti naikinti jau nuo 1770 metų. Ko nepadarė žmonės – baigia atvežtos žiurkės bei sulaukėjusios katės. Šiandien vos 60 paukščių išliko vienintelėje La Digue saloje.

Buvo manyta, kad Seišelių baltaakė (*Zosterops modesta*) jau sunaikinta, bet 1960 metais dar surasta keliasdešimt paukščių neprieinamuose Mahe salos miškuose.

Keičiantis salų kraštovaizdžiui nuo laukinio į kultūrinį nelieka vietos ir kitai endeminei Seišelių stazdų rūšiai – dajalui (*Copsychus sechellarum*). 1981 metais Fregatos saloje jų būta 25–41 paukštis.

Išnykimas gręsia ir Seišeliniam apuokėliui (*Otus insularis*), Seišelių krakšlei (*Acrocephalus sechellensis*), kurių beliko vos 30 paukščių. Seišelių audėjas (*Foudia sechellarum*) kol kas išliko dvejose mažose Cousin (pusbrolio) ir Cousine (puseserės) salelėse. Vos per du kilometrus nuo paminėtų salelių yra didelė Praslin'o sala, kurioje auga garsiosios *Ladoicea* palmės subrandinančios iki 25 kg sveriančius riešutus. Ten gyvena ir tų palmių vaisiais minta juodosios papūgos (*Carocopsis nigra*). Deja šiandien naujai įveistos kultūrinės augalų bei sparčiai plintančios adventyvinės rūšys išstumia aborigenines ne tik augalų, bet ir gyvūnų rūšis, nes ne visi gali susirasti alternatyvius įprastam maisto šaltinius.

Kartais, praėjus keliems dešimtmečiams, tenka konstatuoti, kad būta klaidų ir iš gamtosaugininkų pusės. Pavyzdžiui, biologinei kovai su Seišelių salose išplitusiomis žiurkėmis, buvo atvežtos ir įkurdintos įvairiose vietose liepsnotosios pelėdos (*Tyto alba L.*), kurios Anglijoje sėkmingai medžioja žiurkes. Tačiau, po kurio laiko, pastebėta, kad naujieji plėšrūnai pasirinko lengviau sugaunamą grobį – įvairias Seišelių salų aborigenines paukščių rūšis. Ten kur apsigyveno liepsnotosios pelėdos greitai neliko Seišelių pelėsakalių: jų perimvietes drevėse ir uoksuose užėmė pelėdos, o patys paukščiai dažnai tapdavo stambesnio ir stipresnio kolonisto grobiu. Pačių žiurkių populiacijos, deja, dar daugiau padidėjo. Tai tipingas naujos svetimos rūšies nesuderinamumo naujoje ekosistemoje pavyzdys. Kaip žinia, naujos rūšies "prisiderinimas" jau nusistovėjusioje (kai visos ekologinės nišos yra užpildytos) bendrijoje trunka žymiai ilgiau nei keli dešimtmečiai. Analogiškas atvejis su liepsnotųjų pelėdų dirbtine invazija atsitiko ir Karibų jūros salose. Tik ten analogiška seišeliškajai žvirblinio pelėsakalio rūšis () išliko, nes netapo konkurente su naująja koloniste dėl slėptuvių ir lizdavičių.

Miškų išnaikimas (pavertimas žemės ūkio naudmenomis) Mauricijaus saloje nulėmė daugelio ten gyvenusių rūšių likimą. Naujai atvežtos kolonistų rūšys (žiurkės, šeškai, katės, šunys, kiaulės ir kt.) galutinai išstūmė kai kurias aborigenines rūšis iš jų biotopų. Chrestomatiniu pavyzdžiu tapo ten gyvenusių unikalių, neskraidančių paukščių drontų (š. *Raphidae*) kelių rūšių sunaikinimo istorija. Tai būta stambių, kalakuto dydžio per 20 kg sveriančių, gana patiklių paukščių. Visos drontų šeimos rūšys gyveno Maskerenų salyne. Viena rūšis, kolonistų pavadinta "dodo", o mokslininkų aprašyta kaip *Raphus cucullatus* – gyveno Mauricijaus salos miškuose. Jos išnyko pirmutinė apie 1680/90 metus. Kita, vadinta baltuoju drontu, *R. borbonicus* – gretimoje Rejunjono arba anksčiau vadinamojoje Burbono vardu saloje išnyko XVIII a. viduryje. Trečioji – paskutinė rūšis – drontas–atsiskyrėlis (*Pezophaps solitarius*), besislapsčiusi Rodriges'o salos miškuose, išnyko jau XIX a. pradžioje.

Nuo XVI amžiaus pradėjo nykti dar viena endeminė Mauricijaus salos rūšis mauricijaus pelėsakalis (*Falco punctatus*). Šios rūšies biotopas yra drėgni, tankūs miškai, kurių šiandien belikę tik ant kai kurių užgesusių ugnikalnių šlaitų. Deja ir šituose miškų likučiuose įsikūrė nemažai

adventyvinių rūšių (šernai, elniai, sulaukėjusios kiaulės, žiurkės, katės, bei įvairios paukščių rūšys) – konkurenčių aborigeninėms. Laukinės kiaulės sunaikino miško paklotę, dėl ko sumažėjo ir pasikeitė vabzdžių rūšinė įvairovė, Dėl to greitai sumažėjo ten gyvenusių gekonų, kuriais minta dar kita rūšis – mauricijaus pelėsakaliai. Naujieji imigrantai tokie kaip maina (*Acridotheres tristis*), raudonasis biulbiulis (*Pycnonotus jocosus*) irgi maitinasi tais pačiais gekonais – dėl ko konkurencija dėl to paties mitybinio resurso tapo dar aštresnė. Katastrofiškai sumažėjus senų medžių tų rūšių veisimosi metu keleriopai išaugo konkurencija dėl tinkamų perėti drevių. Šioje kovoje labiausiai nukentėjo vietinės endeminės rūšys. Taip mauricijaus pelėsakalių liko vos 16 porų, o mauricijaus papūgų (*Psittacula echo*) – vos 10, rausvųjų mauricijaus karvelių (*Nesoenas mayeri*) – 20 individų.

Pasaulyje žinoma nemažai padūkėlių (š.*Sulidae*) rūšių. Daugelis iš jų peri vandenynų salose kaip taisyklė ant plikos žemės. Bet, kaip ir kiekvienoj giminėj, pasitaiko netikėtų išimčių. Viena iš jų Aboto padūkėlis (*Sula abbotti*) perintis medžių drevėse Rūšies populiacijos likučiai išliko vienoje iš Indijos vandenyne salelių per 290 km į pietus nuo Javos salos. Kiekvienai porai reikalingos gana erdvios senų tropinio miško medžių 40–50 m. aukštyje esančios drevės.. Šiandien tokių miškų vietoje atsirado milžiniški atviru būdu kasamų fosfatų karjerai. Dar prieš 30–40 metų Aboto padūkėliai perėjo Asumtiono saloje, tačiau pradėjus kasti guano (natūralias fosforines trašas) tose vietose miškų kaip mat neliko. Prasidėjusi dirvų erozija galutinai sunaikino pirmąsias tropinio miško augalų bendrijas. Minėta padūkėlių rūšis šiandien dar egzistuoja Kalėdų salose tebeaugančiuose miškuose. Per dvejus metus viena padūkėlių pora sugeba išauginti vos vieną jauniklį. Nors ši rūšis gyvena 25–30 metų, todėl natūralus populiacijos prieaugis (žinant esamus nuostolius) yra labai menkas arba nekompensuojamas.

Labai įdomi ir be galo savita rojapaukščių (*Paradisaeidae*) šeima. Viso sistematiškai aprašytų 39–43 rūšių daugiausia gyvena Naujosios Gvinėjos kalnų miškuose. Kai kurios rūšys laikosi tik 1100–2000 m. aukštyje augančiuose drėgnuose, tačiau gana vėsiuose tropikų miškuose. Tai nuo zylės iki kuosos dydžio, visaėdžiai paukščiai. Kai kurių rūšių patinėliai savo apdaru panašūs į pateles, tačiau dauguma poligamai – ryškiai skiriasi. Pastarųjų patinai dėvi labai efektingus, nepanašius į visų kitų pasaulyje paukščių, plunksnų apdarus. Ištikus tūkstantmečius vietinės gentys medžiojo puošnius patinėlius ir jų gamino iš jų plunksnų papuošalus, kurie atspindėdavo atatinamą socialinę padėtį bendruomenėje. Rojapaukščių kailiukai Naujosios Gvinėjos aborigenų gentyse buvo ir tebėra piniginiu vienetu.

XVI a. pirmuosius europiečius atplaukusius į dar jiems nežinomas salas, karingos čiabuvių gentys pasitiko pasipuošusios galvas neįprastais plunksniniais apdara. Iš kur tokios nuostabios plunksnos, kas tai per paukščiai ilgai buvo pavydžiai slepiama. Pirmieji į Europą atvežti tokių paukščių kailiukai, iškeistų iš vietinių už kirvius, stiklinius karolius, buvo jau nudirti taip, kad tikty

papuošalams gaminti. Visa kas nereikalinga buvo nupiauta. Taigi Europos gamtininkai gavo lig šiolei nematytus paukščių kailiukus be kojų. Taip gimė, dar vienas mitas – pasakojimai apie nuostabių plunksnų paukščius, visą laiką plasnojančius arti saulės ir niekad netūpiančius ant šakų. Tokia vieta atitiko rojaus įvaizdį, taigi ir jie pavadinti rojaus paukščiais. Per tuos kelis šimtmečius rojapaukščių likimą nulėmė didelė jų kailiukų paklausav pasaulio rinkose. Išaugus moteriškų papuošalų iš puošnių plunksnų gamybai vien XX a antrame dešimtmetyje kasmet į pasaulio rinkas iš Naujosios Gvinėjos buvo išvežama per 80 000 rojapaukščių kailiukų (čia neįskaitomi sumedžiotų vietinių genčių reikalams paukščių kiekiai). Buvusios anksčiau įprastomis tokios rojapaukščių rūšys kaip žydrasis rojapaukštis (*Paradisea rudolphi*), akiniuotasis rojapaukštis (*Macgregoria pulchra*), plačiauodegis rojapaukštis (*Epimachus fastuosus*) neužilgo išnyks.

Rojapaukščių naikinimo priežastys socialinės- ekonominės. Susidariusi rinka pasaulyje diktuoja paklausą ir atitinkamą kainą, dėl ko bet kokios vietinės gamtosauginės priemonės tampa mažai efektyvios. Reikia pridurti, kad iki 1970 m. Papua, kuri priklausė Australijai, žalios spalvos vėliavos fone puikavosi didysis rojapaukštis (*Paradisea apoda*).

Drauge su rojaus paukščiais drėgnuose tropiniuose miškuose gyvena jiems artima, tačiau atskira šeima –palapiniukės (š. *Ptilonorhynchidae*). Jai priklauso 18 genčių. Jų kūno ilgis siekia 23–40 cm, vyraujančios plunksnų spalvos ryškiai geltonos, melsvai juodos ar kitų kontrastingų derinių. Labiausiai žinomi patinėlių meniškai sukrauti lizdai ir aplink juos įrengtose šokių aikštelėse sudėlioti įvairūs blizgučiai: tuščios kriauklelės, ryškūs žiedlapiai, vaisiai, o paskutiniaisiais dešimtmečiais ir įvairios žmonių paliktos ryškios šiukšlės (skudurėliai, kamščiai, spalvoti popiergaliai, folijos, plastiko gabalėliai ir kt.). Sukrautos palapinės būna iki 2,5 m ilgio, 2 m pločio, 1,4 m aukščio.

Per 1000 km į rytus nuo Australijos esančioje Naujojoje Kaledonijoje irgi beatodairiškai naikinami tropiniai miškai. Ten šios ekosistemos egzistavo dar prieš 10 mln. metų. Dar išlikusių miškų tankmėse egzistuoja kažkada įprastos šiose biotopuose kagu (*Rhynchos setos jubatus*) likučiai. Nykimo priežastys nurodomos dvi: beatodairiškas gyvenamųjų buveinių naikinimas ir pačių paukščių medžioklė. Dar XIX a. pirmieji kolonistai masiškai medžiojo šiuos nebaisčius paukščius, vėliau labai daug kagu išgaudė antrojo Didžiojo karo metu japonų kareiviai, o vėliau populiacijas galutinai pakirto paleistos saloje ir sulaukėjusios kiaulės. Bandoma atstatyti nelaisvėje veisiant ir paleidžiant į pirmąsčius miškus. Nustatyta, kad nelaisvėje kagu išgyvena labai ilgai, net 20–30 metų.

Kuoduotųjų ragasnapių (*Rhinoplax vigil*) iš Sumatros ir Borneo tropinių miškų snapai buvo vežami į Kiniją. Ten už juos mokėjo auksu pagal jų svorį. Jų snapai prilygo puikiam dramblio kaului ir buvo paklausi medžiaga juvelyrų kauladirbių tarpe. Kuodotieji ragasnapių yra mažiau žinomi nei kiti didieji ragasnapių (*Buceros rhinoceros*). Pirmoji kiek mažesni; kūno ilgis kartu su uodega siekia

1,2 m. ir sveria iki 3 kg. Viena pora gyvena 300–500 ha brandaus tropinio miško plote. Katastrofinio mažėjimo priežastys tos pačios – miškų naikinimas ir besaikė komercinė medžioklė.

Vakarų Afrikos drėgnuose tropiniuose mškuose, kur drėmė pasiekia iki 100 proc., gyvena labai neįprastos dvi paukščių rūšys. Sistematiškai ši atskira (*Picathartidae*) gentis priskiriama timelijų (*Timallidae*) šeimai. Lietuviškai jas vadintume plikagalvėmis šarkomis. Vienos rūšies populiacijos nuo kitos gyvena per 1100 km. Tiek pilkaklės plikagalvės šarkos (*Picathartes oreas*), tiek baltakalės plikagalvės šarkos (*P. gymnocephalus*) gyvenimo būdas siejamas su šikšnosparniais ir urvais. Miškais apaugusių kalnų šlaituose esantys urvai yra būstas daugeliui šikšnosparnių rūšių. Dažnai viename urve jų kolonijos siekia dešimtis ir daugiau tūkstančių dienojančių individų. Pavyzdžiui, Gabuno vietovėje esančiame viename iš urvų stebimų išskrendančių šikšnosparnių srautas kasdien trunka vidutiniškai 3,5 val... Tokios milžiniškos šikšnosparnių sankaupos, jų paliktos išmatos urvuose šimtmečiais sukūrė specifines salygas susiformuoti atskiromsi autonomišks kaprofagų ir jais mintančių plėšrūnų bendrijoms. Apsigyvenę įvairaus rango skaidytojai priviliojo įvairius vabzdžius, kitus bestuburius. Atsirado ir aukštesniojo rango konsumentų – kelios gyvačių ir viena paukščių rūšis (*Maceirhamphus alcinus*) – įsigudrinusios nutverti skrendančius pro urvo angą šikšnosparnius.

Šiuose urvuose gyvena nedidelėmis grupelėmis ir plikagalvės šarkos. Šie, gana stambūs iki 35 cm., paukščiai maitinasi vabzdžiais ir įvairiais bestuburiais, kuriuos nutveria tarp yrančių šikšnosparnių išmatų ar ropojančius urvo sienomis. Savo lizdus iš surinktų žolių netvarkingai krauna po uolų atbrailomis ir aptepa raudonu moliu. Taip paukščiai sutvirtina nepatvarią lizdo konstrukciją ir puikiai maskuoja savo būstą. Kovo–balandžio mėnesiais padėję du kiaušinius pradeda perėti. Didžiausia žinoma plikagalvių šarkų kolonija sudarė vos dešimt individų. Saptas, tamsių urvų paukščių gyvenimo būdas ir neįprasta išvaizda kėlė vietinių genčių žmonėms mistinę pagarbą. Deja, tai jau praeitis. Šiandien plikagalvių likimą lemia tropinių miškų būklė nuo kurių mitybinių resursų priklauso urvuose gyvenančių šikšnosparnių populiacijų likimas. Išnykus pastariesiems degraduoja ir urvuose susiformavusios bendrijos. Tokioms labai specializuotos urvų paukščių rūšys pasmerktos išnykimui. Šiandien žinomos pilkakalvės kelios gyvenamosios vietos yra Kameruno, o baltakalės plikagalvės šarkos – Gvinėjos, Siera Leonės, Ganos džiunglėse.

Kalbant apie paukščių populiacijų likučius Afrikoje verta priminti vieną rečiausią ir, gal būt jau išmirusę, medšarkių rūšį. Tai tik ant Kupe kalno Kamerune gyvenusi medšarkių rūšis (*Malaconotus kupeensis*). Pirmą kartą, kaip nauja mokslui medšarkių rūšis, aptikta ant šio kalno augančiuose miškuose ir aprašyta 1949 m. Vėliau paskutinį kartą matyta tik 1951 m. Kol kas nėra jokių foto–kino–video stebėjimų dokumentų tik Norman'o Arlot'o spalvotas paveikslas. Išnykimo priežastis – miško, kaip gyvenamosios rūšies buveinės, sunaikinimas.

Kitos Afrikos medšarkių rūšies (*Malaconotus alius*) paplitimo arealas apima irgi tik vieną Uluguru kalnų, apaugusių miškais, masyvą. Keli šios rūšies paukščiai stebėti 1947/65 m. Numanoma nykimo priežastis – mažėjantys mškų plotai.

Madagaskaras dar prieš 70 mln. metų nuo Afrikos ir Indijos atplėšta teritorija žemyno kontinentų dreifo dėka tapo sala. Jos faunai tapus izoliuotai evoliucijos procesai tapo skirtingi nei buvusiuose gimininguose žemynuose. Čia atsirado savitos paukščių rūšys, prisitaikiusios gyventi sausuose Madagaskaro tropiniuose miškuose. Čia gyvenantys *Brachypterteraciinae* genties paukščiai priskiriami žalvarnių (*Coracidae*) šeimai.

Žinomos trys rūšys gyvena miškų tankmėje. Tai stambūs 35–45 cm kūno ilgio (*Brachypteracias leptosomus*, *Br. squamigera*) paukščiai. Savo išvaizda *Uratelornis chimaera* mažai primena mums pažistamą žalvarnį. Ši rūšis, vadinama krūmynų žalvarniu, didžiąją gyvenimo dalį praleidžia bėgiodama krūmynų tankmėje, kur medžioja stambius vabzdžius, įvairius bestuburius ir smulkius stuburinius (gyvates, driežus, chameleonus). Šios rūšys paplitusios tik nedidelėje pietvakarinėje Madagaskaro miškų dalyje.

Nuo XIV a. prasidėjusi šios salos kolonistų veikla destruktvyiai įtakojo ir tebeįtakoja reliktinių miškų ekosistemas. Kirtimų ir degimų vietose prasidėjusi dirvų erozija galutinai sunaikino pirmąsias ekosistemas (miško) palaipsninio (sukcesinio) atsistatymo galimybę.

Kvezaliai (*Pharomachrus*) – patys stambiausi visame trogonų būryje (*Trogoniformes*) paukščiai. Tai labai puošnūs paukščiai: galva, kaklas, nugara blizgančio smaragdo žalumos, krūtinės ir pilvo plunksnos raudonos ar rausvos spalvos. Patinėliai skiriasi labai ilgomis, iki metro, antuodegio plunksnomis. Patinėliai dažnai papučia galvos plunksnas ir atrodo turį kuodelius, keterėles ar žandenas. Nors, atrodo, turintys tokius ryškius plunksnų apdarus kvezaliai turėtų iš tolo išsiskirti, tačiau praktiškai tupintys paukščiai tampa nematomais tarp ryškių žiedų ir smaragdinės miško lapijos. Šiandien aprašytos penkios kvezalių rūšys visos gyvena pusiaujo Amerikos (nuo Pietinės Meksikos iki Šiaurės Brazilijos ir Kolumbijos) kalnuose, virš 1500 m., apaugusiuose drėgnaisiais tropiniais miškais. Klimatas Centrinės Amerikos kalnuose ir Andų priekalnių šlaitų miškuose pakankamai vėsus ir labai drėgnas. Paukščiai gyvena viduriniajame miškų arde (apie 20 m. aukštyje). Maitinasi įvairiu tiek augaliniu (įvairūs vaisiai) tiek gyvūniniu (medvarlės, sraigės, gekonai, anoliai, įvairūs vabzdžiai) maistu.

Garsiausia ir žinomiausia rūšis yra Gvatemalos kvezalis (*Pharomachrus mocino*). Senovės actekai sukūrė mitą apie paukščius, gyvenančius virš miškų debesyse esančioje dievų buveinėje, iš kur buvo valdomas jų pasaulis. Iki Kolumbui atrandant Ameriką actekų kultūroje ir religiniame pasaulyje kvezaliai, kaip paukščiai dievybės simboliai, užėmė svarbią vietą. Analogišką, gal dar didesnę, pagarbą kvezaliui jautė ir senovės majų tauta, gyvenusi Centrinėje Meksikoje. Jų

dvasiniame pasaulyje kvezalio pavidalu tapo dievas Kvetcalkoatl'is. Šiandien jo, kaip milžiniškos gyvatės su jaguaro nasrais, akmeninius atvaizdus galime regėti Teotihuakano šventyklos griuvėsių sienose.

Šiandien kvezalis, tapęs Gvatemalos valstybinės heraldikos elementu, nacionaliniu laisvės simboliu. Kvezalio atvaizdas yra valstybiniame herbe, valstybinėje ir karinio jūrų laivyno vėliavose (ten kvezalio laisvės simbolis siejant su kova už laisvę, atsidūrė greta šautuvo ir kardo). Gvatemalos piniginis vienetas – kvezalis, o aukščiausias nacionalinis apdovanojimas – Kvezalio ordinas.

Deja, tai nieko nereiškia laisvėje gyvenantiems paukščiams. Atvirkščiai, padidėjęs susidomėjimas, skatina nelegalią prekybą sugautais paukščiais, brakonieravimą. Mškų naikinimas kalnų šlaituose, tai tiesioginė šios rūšies išnykimo grėsmė. Gvatemalos kvezalis, kaip saugoma rūšis, įrašyta į pasaulio raudonąją knygą.

Tropinių mškų kirtimas ir deginimas, kaip gyvenamosios aplinkos sunaikinimas, pažeidžia visų ten gyvenančių rūšių populiacijų egzistavimo galimybes. Matuojant antropogeninio poveikio laipsnį, ypač didelis pavojus iškilo toms paukščių rūšims, kurios jau nuo seno, dar prieš mškų kirtimus, jau buvo komercijos objektu. Nuo praėjusio tūkstantmečio populiariausi tropikų džuglių paukščiai, kuriuos masiškai laikė nelaisvėje buvo didžiosios papūgos – aros (*Ara*) ir amazonės (*Amazona*). Nejprastai ryškios spalvos, ilgos uodegos, nejprasti ir stiprūs snapai, o svarbiausia mokėjimas atkartoti, mėgdžioti kai kuriuos garsus lėmė tokį populiarumą ir nora įsigyti geidžiamą daiktą.

Dauguma šių rūšių nedidelėmis, jau izoliuotomis tarpusavyje populiacijomis gyvena atskirų mškų rajonuose. Jei dar prieš pusšimtį metų kai kurių populiacijų likimas priklausė nuo ekosistemose egzistuojančių natūralių veiksnių, tai šiandien jau lemiamu neigiamu veiksniu tapo destruktivi antropogeninė veikla. Neribota medžioklė ir prekyba gyvais suaugėliais, jaunikliais, kiaušiniiais visur ženkliai praretino papūgų populiacijas. Vietiniai indėnai parduoda atvykstantiems tarpininkams, pastarieji gabena į didesnius centrus ir parduoda tiems, kurie verčiasi didmenine nelegalia prekyba. Kol vienas paliegęs paukštis pasiekia galutinį pirkėją 95–97 jo gentainiai nugaišta.

Nekontroliuojama prekyba išretino anksčiau įprastas ir net gausias arų rūšis tiek Vidurio tiek Pietų Amerikos miškuose. Retomis tapo raudonoji arakanga arba makao ara (*Ara macao*), žaliasparnė ara (*Ara chloroptera*), kurių kainos juodojoje rinkoje labai pakilo. Dar retesne tapo 85 cm. ilgio Bechsteino ara (*Ara ambigua guayaquilensis*). Pirmą kartą aptikta ir aprašyta netoli Guajakilio miesto Čongono kalnų miškuose (Vakarų Ekvadoras). Pati didžiausia, per 1 metrą ilgio

siekianti, mėlynoji ara (*Anodorhynchus hyacinthinus*) jau per šimtą metų žinoma paukščių pirkliams.

1978 m. biologai Brazilijos džiunglėse Rasa da Catarina apylinkėse aptiko lig šiolei mokslui nežinomą papūgų rūšį. Tais pačiais metais ji aprašyta ir pavadinta Learo aros vardu (*Anodorhynchus leari*). Tyrinėtojai aptiko tik iš 21 paukščių susidedančią populiaciją, kuri gyvena nedidelėje vos keliasdešimt hektarų teritorijoje – nedidelėje plokštikalnėje. Paukščiai maitinasi daugiausia likario palmių riešutėliais, kuriuos nuskabo nuo šakų ar surenka nukritusius žemėje. Perėti renkasi išsirausdami urvelius šalia esančios upės abraduojamame molio šlaite. Tokia labia nedidelė geografiškai teritorija, labai specializuotos mitybos, prisirišimas prie vienintelės ir gana nepatikimos veisimosi vietos – visa tai nusako apie didelį šios rūšies pažeidžiamumą. Menką, vos egzistuojančią populiaciją gali pribaugti trečiasis – antropogeninis veiksnys; šiandien už vieną Learo arą kolekcionieriai moka per 20000 \$ dolerių. Šis veiksnys, matyt, bus lemiamas, nuo kurio neapsaugos ten sukurtas rezervatas.

Manoma, kad tropiniuose Pietų Amerikos miškuose jau neliko turkio spalvos žydrųjų arų (*Ara glaucus*). Paskutinįjį paukštį džiunglėse regėjo dar 1936 m., o vėliau tik paukščių pirklių ir mėgėjų narvuose.

Katastrofiškai mažėja kitos raudonosios aros (*Ara rubrigenys*) populiacijos skaitlingumas. Ši rūšis gyvena nedidelėje Centrinės Bolivijos provincijoje. Prieš 40 metų ten gyveno 3000 paukščių, tačiau pradėjus šiuos gražius paukščius masiškai eksportuoti, gamtoje, manoma, liko vos penktadalis pirmykštės gausos.

Iš Azijos tropinių miškų atkeliavo į Europą ir visą pasaulį vištos. Iš čia ir gražiosios fazanų rūšys. Tiek vienų, tiek kitų genetinė medžiaga buvo panaudota įvairių hibridų, naujų veislių kūrimui. Deja jų tėvynėje tropiniuose Azijos miškuose ekologinė situacija jiems tampa kritine. Taip vadinami vištiniai fazanai (*g. Lophura*) gyvena pietinės Azijos tropiniuose miškuose. Čia 1923 m. pirmą kartą surastas karališkasis fazanas (*Lophura imperialis*). Europoje laikomas nelaisvėje veisiasi ir susilaukia palikuonių, tačiau tėvyneje likusių gentainių likimas vsai neaiškus. Paskutiniojo karo veiksmų (konfliktas tarp Šiaurės ir Pietų Vietnamo) metu tos teritorijos, kur aptikta minėta rūšis, buvo apipurkštos įvairiais defoliantais, įvairiais nuodingais cheminiais junginiais. Nuodai buvo skirti žmonėms, tačiau daugiausia nukentėjo ekosistemos ir jų gyvosios struktūros; žuvo ir tebežūsta tose apylinkėse augalų ir gyvūnų rūšys. Jau po daug metų Vietnamo tropinių miškų aeronuotraumose matyti tuščios dykros, kurios liko panaudojus nuodus "Agent Orange".

Panašiai susiklostė ir kitos ten gyvenančios karaliaus Eduardo vardu pavadinto fazano (*L. edwardsi*) likimas. Pirmą kartą 1895 m. ją aptiko belgų keliautojai. 1925 m. pirmoji šių fazanų pora

atvežta į Europą. Karo veiksmų metu buvo sunaikinti labai lokaliai paplitusios rūšies buveinės. Ir šiandien apie ją nieko daugiau nežinoma.

1886 m. europiečiai sužinojo dar apie viena labai gražią rūšį – Taivaniao fazaną (*L. swinhoii*). Anksčiau ši rūšis buvo paplitusi visoje miškingos Taivaniao salos dalyje, tačiau, kertant miškus, intensyviai medžiojant, jų beveik neliko. Vėliau buvo sukurtas specialus rezervatas, rūšis įrašyta į pasaulio raudonosios knygos sąrašus ir priimtos atatinamos apsaugos juridinės priemonės.

Dar viena rūšis Mikado fazanas (*Syrmaticus mikado*) susilaukė žmogaus globos. Šią, labai gražią rūšimi per daug domėjosi paukščių prekeiviai, brakonieriai ir turistai. Miško kirtėjai ir angliadegiai stipriai sumažino jė buveinių plotus. Borneo saloje gyvenančio Bulverio fazano (*L. bulweri*) populiacijos būklė irgi rūpi pasaulio gamtosauuginėms organizacijoms.

Naikinant drėgnųjų tropinių miškų ekosistemas nukenčia visų mitybinių grandžių atstovai. Patys negausiausi aukščiausios grandies plėšrūnai tampa dar retesni. Pavyzdžiui, vadinamos beždžionių ereliu harpijos (*Pithecophaga jeffereyi*) pasaulyje liko vos 500 individų.

Šiaurės rytinėje Brazilijos dalyje esančių dygiųjų retmiškių (katingos) zonoje 1978 metų gruodžio mėnesį Rasa da Katarina vietovėje biologai aptiko dar vieną naują papūgų rūšį, kuri buvo pavadinta *Anodorhynchus leari*. Viename drėgname kanjone gyvenančioje šios rūšies populiacijoje buvo vos 21 individas. Kaip vėliau paaiškėjo tai labai riboto išplitimo (rausia urvus ir peri tik viename iš upės skardžių) ir specializuoto maitinimosi (maitinasi ten augančios likario palmių vaisiais) rūšis.

Toje pat Brazilijos Pernambuco provincijoje aptinkama dar viena labai reta papūgų rūšis *Cyanopsitta spixii*. Tiek vienos tiek kitos rūšies plunksnų apdaruose dominuoja mėlynos spalvos.

Šiandien abi rūšys yra įtrauktos į globaliai saugomų paukščių rūšių sąrašus, kur jų šiandieninė būklė apibūdinama kaip kritiška. Didžiausia grėsmė rūšims išnykti slypi vis aktyvesnėje žmonių veikloje šiose anksčiau nelankomose ir visiškai natūraliose vietovėse. Ypatingą ornitologų susirūpinimą kelia kolekcionierių susidomėjimas *Anodorhynchus leari* papūgomis, nes už vieną gyvą egzempliorių mokama 20–30 tūkstančių JAV dolerių suma skatina brakonieriavimą.

Ypatingai greitai žmonių veiklos neigiami padariniai pastebimi mažose izoliuotose (toli nuo žemynų) vandenų salose. Ten susiformavusių naujų endeminių rūšių rūšių ar porūšių populiacijos paprastai yra negausios ir labai specializuotos gyvenamosios (ekologinės) nišos atžvilgiu. Pavyzdžiui, nykštukinėje vos 3,7 km² Laisano saloje (Šiaurės vakarų Havajų salyne) pradėjus eksploatuoti guano (jūros paukščių kolonijų vietose), atvežus ir įveisus medžioklei skirtus laukinius

triušius labai sumažėjo vietinė endeminė Laisano anties (*Anas laysanensis*), kita endeminė Laisano putpelių (*Porzana palmeri*) rūšis 1944 metais visai išnyko.

Naikinant pelkių ir drėgnųjų tropinių miškų biotopus ir įvežant naujas rūšis (konkurentus ar plėšrūnus) bei kartu ir įvairias ligas, kitose mažose Havajų salyno salose (Kauna'i, O'ahu, Moloka'i, Lana'i ir Maui) ten visiškai išnyko nemažai endeminių rūšių: *Myadestes oahensis* – 1825 m., *Moho apicalis* – 1837 m., *Dysmorodrepanis munroi* – 1918 m., *Hemignathus obscurus* – 1969 m., *Paroreomyza flammea* – 1963 m., *Drepanis funerea* – 1907 m.

Net pačioje didžiausiose penkiose Havajų salose (jų plotas virš 10 000 km²) dėl panašių priežasčių jau išnyko havajinė vištelė (*Porzana sandwichensis*) – 1884 m., Kilnioji medsiurbė (*Moho nobilis*) – 1898 m., Tylioji gėlinukė (*Drepanis pacifica*) – 1898 m., Tamsioji gėlinukė (*Hemignathus obscurus*) – 1969 m. ir kt. Dar kitž, tokių kaip Vilsono gėlinukių (*Hemignathus wilsoni*), Kreivasnapių gėlinukių (*Psittirostra psittacea*), Havajų kranklių (*Corvus hawaiiensis*) populiacijų būklė apibūdinama kaip kritiška.

ŽINDUOLIAI:

Šiurpi ir pamokanti Amerikos bizonų (*B. bison*) milžiniškų subpopuliacijų sunaikinimo istorija. Nustatytas XVI amžiaus bizonų paplitimo arealas apėmė beveik visą šiandieninę JAV bei dalį Kanados teritorijų (iki šiaurės vakarų teritorijų, Jukono upės)

pav. Bizono (*B. bison*) arealo mažėjimas Šiaurės Amerikoje nuo XVI a pradžios (pagal National Geographic, 1994)

pastabos: A – ištisinis arealas apie 1500 metus, B – du atskiri arealai apie 1870 metus, C – taškais pažymėtos lokalsios teritorijos kur bizonų XIX a. išliko už pagrindinių arealų ribų (1 – nuo 1 iki 500 ; 2 – virš 500 bizonų).

Masiškas bizonų skerdynes siejamos su aborigeninių indėnų genčių visoje valstijų teritorijoje suvaldymo (priverstinio apgyvendinimo rezervatinėse teritorijose) problema. 1874 m.

Kongrese buvo priimtas įstatymas, praktiškai įteisinantis milijoninių bizonų bandų naikinimą visose valstybės kontroliuojamose teritorijose. Šio įstatymo finansavimui nepritarė tuometinis prezidentas Ulyseses S. Grant, kurio armija, vykdydama priverstinio indėnų genčių suvaymo į rezervatus akcijas, kariaudama prarasdavo 25 kavaleristus vienam indėnų kariui nukauti.

1876 m. iš naujo svarstant Kongrese šį įstatymą oficialusis atstovas iš Texaso James Throckmorton atvirai pareiškė: “Nėra abejonių, kad kol egzistuoja milijoninės bizonų bandos Vakaruose, tol vyriausybė nesugebės įvesti tvarkos indėnų atžvilgiu. Aš manau, kad tolesnis žingsnis link indėnų taikaus ir civilizuoto apgyvendinimo apribotose teritorijose (rezervatuose) yra bizonų egzistencijos apribojimas”

1882 m. Richard Dodge paskelbė didžiųjų bizonų skerdynių rezultatus: ...”Prieš dešimt metų prerijų indėnai apsirūpindavo maistu (medžiodami bizonus) pakankamai. Šiandien viskas pasikeitė – jie tapo elgetomis be maisto, pastogės, apdaro ir apavo, nes – nebeliko bizonų...

1800 m. dar buvo 30 milijonų bizonų, 1870 m. – tik 20 mln., 1889 m. – jų nebeliko! Tūkstančiai medžiotojų žudė juos šimtais. Žinoma istorinė asmenybė batsiuovys Buffalo Bill Cody per 18 mėnesių nužudė 4280 bizonų (vidutiniškai po 7 bizonus per dieną). Dalis jų skerdenų buvo panaudojama maistui, tačiau daugeliui buvo tik nudiriami kailiai. Nutiestais geležinkeliais į prie Didžiųjų ežerų esančius fabrikus buvo vežami tik stambūs bizonų kaulai, dažniausiai kaukolės, kur juos malė ir kaulamilčiais tręšė laukus.

pav. Mičigano kalkių ceche Detroite suvežta malimui bizonų kaukolių kalva

(iš Bartono istorinių nuotraukų kolekcijos, Detroito viešoji biblioteka).

XX amžiaus aušroje (1900 m) įvairiuose soduose, žvėrynuose, privačiose kolekcijose gyvž bizonų buvo like tik kiek daugiau nei tūkstantis. 1950 metais JAV teritorijoje jų suskaičiuota 25 000, 1994 m. – jau per 200 000. 1913 m legendiniam Amerikos žinduoliui (dailininkas piešė išlikusius Bronkso zoologijos sode bizonų atvaizdus) atminti išleista 5 centų nominalo moneta. Nuo bizonų atsirado ir kelios kitų rūšių idiomos: bizonuogė (buffaloberry), bizonžolė (buffalo gras), bizonžuvė (buffalo fish)...

pav. Monetos su bizonu atvaizdas, bizonžuvė, bizonžolė,

Šiandien amerikinius bizonus augina ir privačiose fermose jau įvairiuose žemynuose ne tik kaip retus, bet ir kaip mėsinius gyvūnus. Pavyzdžiui, Havajuose esančiose privačiose fermose auginamų bizonų bandos, o jų skerdenos eksportuojamos į Japonijos rinkas.

VISAME PASAULYJE MAŽĖJA IR LIG ŠIOLEI ĮPRASTŲ PAUKŠČIŲ RŪŠIŲ POPULIACIJOS

Per pastaruosius keletą dešimtmečių net 45 proc sumažėjo labiausiai paplitusių paukščių rūšių. Tokie duomenys buvo publikuoti paskutinėje gamtos apsaugos organizacijos „BirdLife“ („Paukščių gyvenimas“) ataskaitoje. Per 26 metus Europoje pastebėtas žymus 56 iš 124 „įprastų“ paukščių rūšių populiacijų sumažėjimas. Š. Amerikoje per 40 metų beveik dvigubai sumažėjo 20 paukščių rūšių populiacijos, o kai kurių iš jų (pavyzdžiui amerikietišku putpelių) sumažėjo daugiau nei 80 proc. Australijoje žymiai sumažėjo maždaug 80 proc. sėjikinių būrio rūšių populiacijos. Tuo pat metu mažėja ir daugelio rūšių paukščių, kuriems jau ir anksčiau grėsė išnykimas.

Paskaičiuota, kad visame pasaulyje 1226 paukščių rūšys (tai sudaro maždaug aštuntadalį nuo visų paukščių rūšių) priskiriamos sparčiai nykstančių rūšių kategorijai. O 190 rūšių atsidūrė ties visiško išnykimo riba. Ekologai pažymi, kad valdžia privalo padidinti paukščių išsaugojimo darbams skirtą finansavimą. Tyrinėtojai pastebi, kad tokios priemonės yra pakankamai nebrangios, tačiau jos padeda pagerinti situaciją. Per dešimt metų (1994-2004 m.) ekologams pavyko atitolinti 16 paukščių rūšių visiško išnykimo grėsmes.

DIRBTINAI SUKELTOS IR SAVAIMINĖS RŪŠIŲ INVAZIJOS

Viena iš tokio didelio biologinių rūšių, porūšių, varietetų gausos priežasčių yra i geografinis (topografinis) kliūčių (upės, jūros, vandenynai, kalnų grandinės, dykumos) buvimas ir gamtinių aplinkos sąlygų (klimato) įvairovė. Rūšių skverbimasis (invazyvumas) į kitų rūšių užimtas ir apgyvendintas teritorijas vyko ir tebevyksta per visą biologinį Žemės laiką. Tai natūralūs procesai, kurių tempai gana lėti. Kas kita kada ypačnuo XIX a. dėl suintensyvėjusios aktyvios ir globalios antropogeninės veiklos susidarė eilė aplinkybių pašalinusių buvusias kliūtis ir suteikiančių galimybę (o kartais dirbtinai/privelegijuotai leidžiančių) naujoms rūšims greitai pasiekti lig šiolei nepasiekiamas teritorijas ir ten įsikurti.

2003 m. paskelbtoje „Europos strategijoje dėl svetimų invazinių rūšių“ (*European Strategy on Invasive Alien Species*) biologinių rūšių invazijos sudaro rimtą pavojų biologinei esamai įvairovei, pačių ekosistemų, buveinių funkcionavimui bei ir žmonių ūkinei veiklai. Daugelis autorių pripažįsta, kad tai viena iš svarbiausių ekosistemų degradacijos priežasčių globaliu mastu.

2008 metais paskelbtame ES pranešime (*Developing an EU Framework for Invasive Alien Species, 2008*) minima, kad invazinių rūšių sukeliama kasmetinė ekonominė žala Europos Sąjungos šalyse siekia 12 mlrd. €, tačiau kol kas įvertinta tik 10 proc. invazinių rūšių daroma žala. Iš esmės, biologinių invazijų problema yra tarpdalykinė, įtraukianti ne tik biologinius – ekologinius, bet ir techninius, ekonominius bei juridinius aspektus.

Svetimžemių (invazinių) rūšių poveikio aplinkai pasekmė - pakitusi aplinkos kokybė vietinėms rūšims - ten egzistavusiems individams (pvz. naujų parazitų ar patogenais invazija į individo organizmą), populiacijoms (hibridizacija), bendrijoms (struktūriniai pokyčiai), buveinėms (abiotinių sąlygų pokyčiai), ekosistemoms (funkcijų, energijos ir medžiagų srautų pakitimai įvardijama kaip biologinė tarša.

Nekontroliuojamą ar nepageidaujamą genetinės informacijos patekimą į organizmų genomą, kuriame genas neaptinkamas natūraliai; stebimas pernešant genetinę informaciją iš naminių, sulaukėjusių, svetimžemių, invazinių rūšių ar porūšių į vietines laukines populiacijas ar iš genetiškai modifikuotų organizmų į laukines populiacijas, ir sukeliantis genetinius pokyčius populiacijose galima įvardinti kaip genetinę taršą. Čia pravartu prisiminti ir genetinę degradaciją (eroziją) - kaip anksčiau buvusios genetinės įvairovės, potencialiai naudingų alelių praradimą, mažinantį heterozigotiškumo lygį populiacijoje bei jos adaptacines galimybes.

Iš kitų kraštų kilę ir dėl žmonių veiklos į teritorijas, kuriose jie anksčiau neaugo, patekę augalai - paprastai vadinami svetimžemėmis, nevietinėmis – adventyvinėmis rūšimis. Tai rūšys natūraliai ar dėl vienokios ar kitokios žmonių veiklos „įsiveržusios“ į natūralias ekosistemas, buveines. Joms priklauso didžioji dauguma šiandien užregistruotų rūšių. Nevietinių rūšių sąvoka taip pat gali panaudota apibūdinant tos pačios šeimos, genties ar net porūšio introdukciją į vietines (autochtonines) buveines. Iškyla reali naujų hibridinių formų (anksčiau geografiškai izoliuotų) atsiradimo tose buveinėse ir tolesnio populiacijų struktūrų ir tarpusavio santykių persitvarkymo grėsmė (taip jau buvo Lietuvoje su anksčiau sąmoningai introdukuotomis sibirinėmis stirnomis, sibirinėmis voverėmis, kurtiniais. Deja, visus tuos atvejus galima apibūdinti kaip nepavykusias introdukcijas).

Įvertinus Lietuvoje aptiktų svetimžemių induočių augalų įvairovę nustatyta, kad iki 2009 m. užregistruotos 548 svetimžemės rūšys. Iš jų 538 rūšys priklauso magnolijūnų (*Magnoliophyta*) klasei, 8 – pušūnų (*Pinophyta*) klasei ir 2 rūšys – šertvūnų (*Polypodiophyta*) klasei. Sudarytas invazinių ir potencialiai invazinių rūšių sąrašas. Invazinių rūšių grupei priskirtos 44 augalų rūšys. Dar 48 augalų rūšys priskirtos potencialiai invazinių rūšių grupei (Gudžinskas, 2009).

Eurazijos žemyne paplitusių rūšių invazijos mastai į kitų žemynų (ten esančių floristinių karalysčių) floros sudėtį, yra didžiausi ten kur esančios klimatinės sąlygos apibūdinamos kaip artimos arba labai palankios atitinkančios Viduržemio jūros pakrančių klimatui.

lentelė. Adventyvinų rūšių plitimo tendencijos skirtinguose žemynuose, kuriuose sutinkami viduržemio klimatinės zonos regionai

Regionas	Eurazijos augalų dalis (proc) adventyvinų augalų sudėtyje naujame regione
Čilė	84
Kalifornija	72
Pietinė. Afrika	58
Pietinė Australija	63

Žmogaus sukeltas sąmoningas ar atsitiktinis rūšies pernešimas už jos natūralaus istorinio arealo ribų yra vadinamas introdukcija. Rūšys, kurių kilmė negali būti tiksliai apibrėžta kaip vietinių arba svetimžemių yra vadinamos kriptogeninėmis. Procesas, kurio metu svetimžemė rūšis prisitaiko prie naujų aplinkos sąlygų, sudaro pastovias populiacijas ir ima plisti į pažeistas, pusiau natūralias ar natūralias buveines yra vadinamas natūralizacija. Aklimatizuotos rūšys – žmogaus dirbtinai įvestos (introdukuotos) ir sėkmingai egzistuojančios (netgi didinančios savo populiacijas ir toliau plintančios) rūšys už savo natūralaus arealo ribų (pvz., kamčiatkiniai krabai Europos šiaurės epikontinentinėse - Baltojoje, Barenco, Norvegų jūrose; Aliaskos lašišos ir kai kurios Eurazijos elninių rūšys aklimatizuotos Naujoje Zelandijoje).

Ne visos invazinės yra introdukuotos rūšys, nes nebuvo sąmoningai apgyvendintos svetimose joms teritorijose. Toks atvejis yra su moliuskų dreisenų (*Dreisena polymorpha*) invazija JAV vandenyse buvo netyčinio jų patekimo su laivais į Amerikos kontinentą pasekmė. Kaip ir atvirkštinis atvejis su Baltijos jūroje esančio moliusku *Macoma baltica* atkeliavusiu iš Š. Amerikos.

Lietuvos dreisenos plito atsitiktinai ir dirbtinai įveisiant ežeruose 1959-1985, aktyviausiai – 1966-1978 metais. Pradžioje dirbtinai įveista 37 ežeruose, daugiausia

rytinėje Lietuvos dalyje. Dabartiniu metu jos paplitimas arealas mūsų krašto vidaus vandenyse tapo žymiai platesnis.

Grįžtant prie ilgamečių biologinių rūšių invazijų į hidrosistemas stebėjimų galima teigti, kad egzistuoja tam tikri dėsningumai tarp atskirų sistematinių grupių.

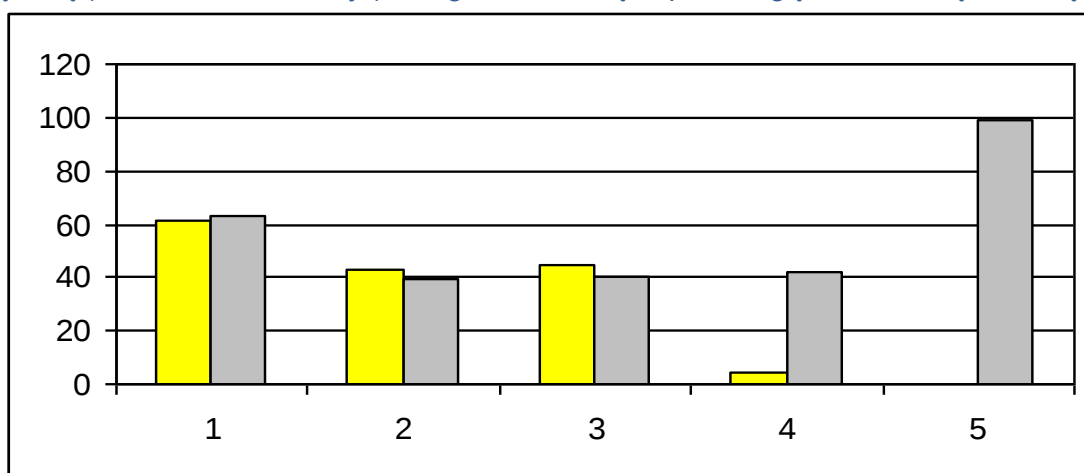
lentelė. Didžiųjų ežerų (JAV) hidrosistemose užregistruotų svetimžemių rūšių paplitimo dinamika per 200 metų (pagal Mills E. ir kt., 1998)

Metai	Dumliai	Hidrofitai	Parazitai	Bestuburiai	Žuvys	Iš viso
1810–49		9			1	10
1850–99		23		4	6	33
1900–49	6	18	1	8	7	40
1950–97	18	9	2	17	12	58
Iš viso	24	59	3	29	26	141

BIOLOGINIŲ INVAZIJŲ REIKŠMĖ EKOSISTEMŲ BUVEINIŲ, POPULIACIJŲ, RŪŠIŲ LYGMENYJE

Visu pirma reikia pabrėžti, kad biologinės invazijos nėra tik antropogeninės veiklos prerogatyva. Tai natūralūs pastoviai vykstantys procesai, tačiau žmogus juos pagreitino ir kartu padidino jų globalius mastus. Dėl vienokių ar kitokių žmogaus tikslų, ketinimų ar susiklosčiusių aplinkybių kai kuriuose sisteminėse biologinių rūšių grupėse atsirado žymiai daugiau invazinių rūšių nei kitose.

pav. Svetimžemių rūšių atsiradimo kiekybinė priklausomybė nuo sąmoningų (tikslinė introdukcija) ir netyčinių (atsitiktinė introdukcija) žmogaus veiksmų tarp skirtingų sisteminių taksonų.



Pastabos: sąmoningai žmogaus introdukuotų rūšių dalis (geltona); – atsitiktai patekusių adventyvinių rūšių dalis (pilka); 1 – sausumos stuburiniai; 2 – žuvys; 3 – moliuskai; 4 – vabzdžiai; 5 – augalų ligų sukėlėjai. (pagal Office of Technology Assessment, 1993)

Nustatyta, kad iš 100 vienais ar kitais keliais ar būdais pakliuvusių į svetimas teritorijas rūšių tik:

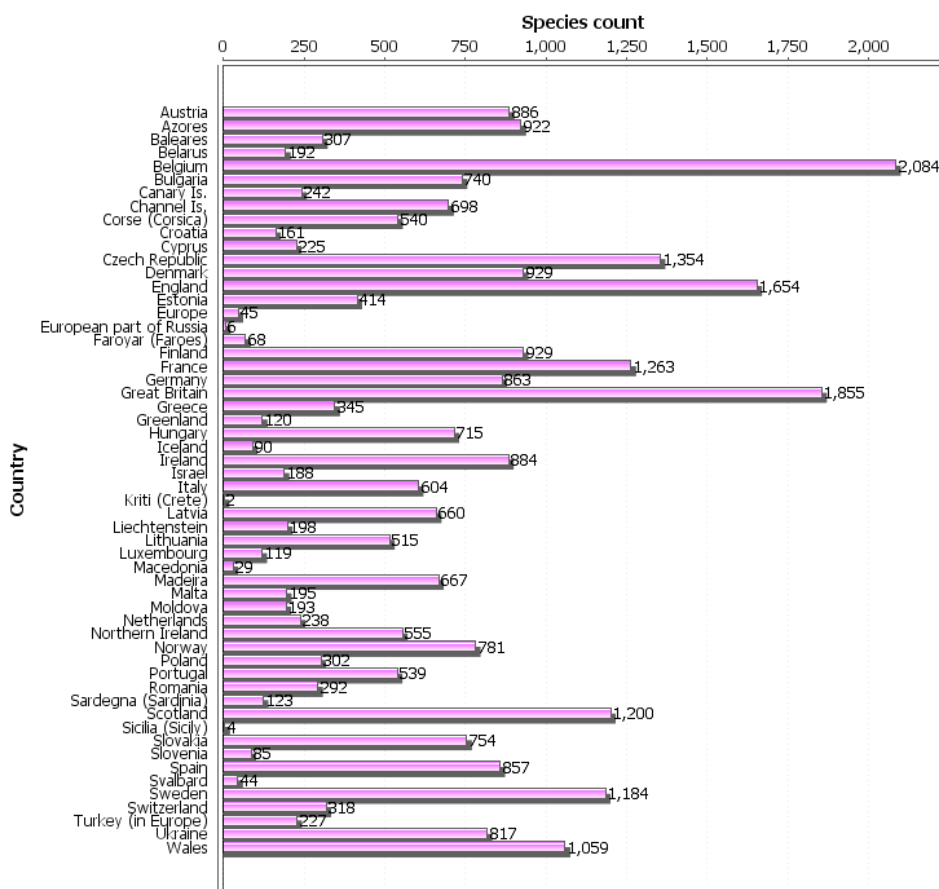
- apie 10 sėkmingai nukonkuruoja vietines (natyvines) rūšis ir kolonizuoja jų teritorijas;

- iš jų tik apie 5 savaime natūralizuojasi (dalinais surasdamos sau ekologines nišas (jei yra laisvų), mažiau konkuruodamos pritampa prie esamų rūšių sastato); [natūralizacijos procesas, kurio metu svetimžemė rūšis prisitaiko prie naujų aplinkos sąlygų, sudaro pastovias populiacijas ir ima plisti į pažeistas, pusiau natūralias ar natūralias buveines].

- ir tik iš jų 2–3 rūšys pasklinda kaip parazitai (sukeldamos naujus pavojus).

Taigi matome, kad šiame procese invazijos mastai yra dideli, tačiau tai nereiškia, kad jos visos bus sėkmingos.

Naujos svetimžemės augalų rūšys daro tiesioginį poveikį vietinėse ekosistemose - keičia vietinių augalų rūšinę sudėtį, jų kiekį, pasiskirstymą ir pakeičia mitybos struktūrą ekosistemose, nes konkuruoja dėl išteklių. Paprastai svetimžemiai augalai naujose teritorijose vietinėse ekosistemose dar neturi specifinių parazitų, kartais būna atsparūs čia paplitusioms ligoms – taip įgydami pranašumą prieš vietines rūšis. Galu gale kai kurios vietinės augalų rūšys būna išstumiamos. Palaipsniui vietinėse buveinėse, ekosistemose mažėja biologinė įvairovė.



..pav. Svetimžemių rūšių skaičius Europos šalyse

INVAZIJOS Į NEPALIESTAS (NESUTRIKDYTŲ CIKLŲ IR RŪŠIŲ TARPUSAVIO SANTYKIŲ SANKLODOS) EKOSISTEMAS

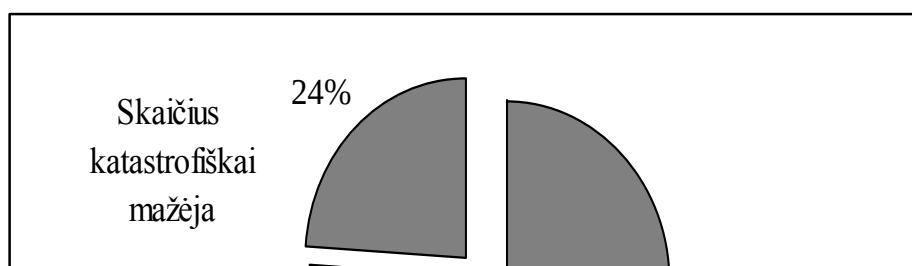
Kaip rodo praktika naujų invazijos į tokias ekosistemas gali labai stipriai destabilizuoti tolesnę jų raidą. Priklausomai nuo ekosistemos struktūros tokios invazijos, prasidėjusi konkurencija dėl įvairių resursų gali destabilizuoti ekosistemoje pagrindinių procesų (pirminės produkcijos dydis, organinės medžiagos kaupimas ir paskirstymas, rūšių mitybinių grandžių ir lygmenų proporcijos ir kt.) eigą bei jų charakterį. Pvz., atvežtos į salas vandenyne sulaukėjusios ožkos nugrauždamos augalinę dangą sunaikino buvusias fitocenozes, tuo pačiu pirminius producentus mitybinių ryšių piramidėje. Palaipsniui tai sukėlė dirvožemio sluoksnio degradacija ir tolesnius vykdomų funkcijų buveinėse ir ekosistemose destabilizaciją. Pasekmėje (nuo besitęsiančios augalinės dangos ir dirvožemio erozijos ir tolesnės defliacijos) geomorfologinio salų paviršiaus kaita.

Pakliuvusios prieš 100 metų į Havajų salas skruzdėlės *Pheidole megacephala* totaliai pakeitė kalnų slėniuose egzistavusią bestuburių fauną (įskaitant vabzdžių–augalų apdulkintojų rūšis, įvairias kitas bestuburių rūšis - buvusius organinės medžiagos destruktorius). Dabartiniu metu tai iš naujo sukelia kita svetimžemė rūšis – argentininė skruzdėlė.

Argentinės skruzdėlės (*Linepithema humile*) nuo XIX a. paskutiniojo dešimtmečio drauge su laivų krovniais ir Pietų Amerikos pradėjo plisti į visus žemynus. Dabartiniu metu jos, prisitaikė prie įvairių klimato sąlygų, o kadangi kilo iš vienos grupės, tai visuose žemynuose įsikūrusios jų superkolonijos yra giminingos (genetinė niveliacija) ir tarpusavyje nekonkuruoja. Globaliame jų paplitimo žemėlapyje išsiskiria ypatingos teritorinės koncentracijos rajonai, tai: Galapagų salos, Kalifornijos pakrantė, Madeira, Kanarų salos, Viduržemio jūros uostai, Australijos pietinės pakrantės uostai, Naujoji Zelandija, Japonijos salos.

Pakliuvę iš Eurazijos į Šiaurės Amerikos (JAV) žemyną eglūnų (*Tamarix*) šeimos augalai greitai nukonkuravo vietines (natyvines) šlapynių rūšis upių slėniuose. Tačiau svetimžemiai naudojo žymiai daugiau vandens nei buvusios rūšys, todėl po kurio laiko buvusios apaugusios eglūnais šlapynės nusaussėjo. Pasikeitus hidrologinei būklei, pamažu kito ir visa likusi ekosistemos struktūra.

Ypač greitai invazinių rūšių plitimas ir tolesni poveikiai pastebimi hidrosistemose. Įkyriosios plūsties (*Salvinia molesta*) invazijos privertė kisti nedideles hidrosistemas. Didžiulė apmirusių augalų masė kaupėsi dugne, o viršuje vis augantys - apmirštantys ir toliau nauji augantys apmirštantys plūdenų sluoksniai greitai vandens telkinį paverčia pelke, pripildo organiniu substratu kur įsikuria jau kitos žolinių ir sumedėjusių augalų rūšys.



pav. Invazinių rūšių poveikio vietinėms rūšims rezultatai JAV teritorijoje 1996 metais (pagal P. J. Bryant, 2002)

BIOLOGINĖS INVAZIJOS Į EKOSISTEMAS PIRMINIŲ SUKCESIJŲ STADIJOS METU.

Prie pirminės sukcesijos sukeliančių veiksnių galima priskirti ledynų atsitraukimą kalnuose ar tundroje, sniego lavinų ar purvo sėlių veiklą, upių meandravimą, jų potvynius ir atoslūgius, ugnikalnių veiklą. Dar daugiau tokių sąlygų sukurama antropogeninės veiklos metu, kada buvusios buveinės, ekosistemos sunaikinamos (arimai, degimai, naujų magistralių, statybų, patvankų ir kt. aplinka) ir sukuriamos dirbtinės dykros – aplinka pionierinėms rūšims įsikurti. Tokiose teritorijose greičiausiai įsitvirtina rūšys (tiek natyvinės tiek invazinės), kurios sugeba geriausiai adaptuotis santykinai skurdžioje maisto resursais aplinkoje, kurios sugeba nugalėti savo konkurentus.. Pavyzdžiui, kaip taisyklė tokiose dykrose ypač trūksta biogeninių junginių, todėl tos rūšys būdamos simbiozėje su atmosferinį azotą fiksuojančiais mikroorganizmais ir taip sugebančios jo gauti, įgyja pranašumą.. dėl šios priežasties ant plikų lavos laukų Havajų salose pirmieji sugeba sumedėję sotvarų (*Myrica faya*) kolonistų krūmai. Taip plinta ir Pietų Afrikoje iš Australijos introdukuotos akacijos (*Acacia*) medžiai. Panašiai elgiasi kazuarinos (*Casuarina equisetifolia*) krūmai Floridoje, dar paskleisdami aplink save prieš kitas rūšis dirvožemyje fitoncidus.

Tokios rūšys ilginiui sukuria jau kitokias nei lig tol buvusių rūšių buveinių struktūras (kitas sukaupiamos biomasės keikis, pirminės antrinės produkcijos kiekiai, kitoks tolesnių sukcesinių stadijų greitis bei pati buveinių biologinė įvairovė). Tokiu pavyzdžiu gali būti Lietuvoje lubinų laukai.

Iš Šiaurės Amerikos kilęs gausialapis lubinas (*Lupinus polyphyllus*) į Lietuvą atvežtas XX a. pr. sėtas miškuose ir pamiškėse žvėrių pašarui, priešgaisrinėms juostoms, dirvožemiui pagerinti. Vėliau savaime išplito žymiai plačiau. Vietovėse, kuriose įsiveisia gausialapiai lubinai, buvusios augalų bendrijos sunyksta, jų vietą užima azotamėgių augalų (daugiausia dilgėlių ir kiečių) sąžalynai. Ypač pavojingas pievų ir smėlynų buveinių biologinei įvairovei.



Pav. Gausialapio lubino ankstesnės (taškeliai) ir vėlesnės (linijos) introdukcijos regionai Europoje

BIOLOGINĖS INVAZIJOS Į EKOSISTEMAS ANTRINIŲ SUKCESIJŲ STADIJŲ METU

Antrinių sukcesijų metu biologinių invazijų tolimesni poveikiai dar visiškai neištirti. Aprašyta nemažai atvejų, kada įsikurusios adventyvinės rūšys kardinalai keitė ekosistemų struktūras. Pvz., įsitvirtinusios Kalifornijos ar Australijos ganyklose krištolinės pluoštagėlės (*Mesembryanthemum crystallinum*) sugebėdavo savo šaknų zonos ribose ir dirvožemio paviršiuje persikirstyti esančius dirvoje druskų kiekius, taip, kad ten kitos žolinių augalų rūšys negalėdavo egzistuoti. Tokios bedruskėjančios ganyklos greitai degraduodavo ir tapdavo druskožemių tyrais, kur galėjo augti tik druskingą dirvą pakenčiančios (halofitinės) rūšys.

Pastebėta, kad hidrosistemose invazinės rūšys gali sėkmingiau konkuruoti ir vėliau greitai globaliai paplisti, jei esamos sąlygos yra artimos kaip jų gimtajame areale. Tokia yra vandeninio hiacinto (*Eichhornia crassipes*) istorija. Tai laisvai plūduriuojantis daugiamečių augalas, formuojantis tankius sąžalynus vandens paviršiuje. Laisvai plūduriuojantis gėlavandenis

makrofitas, užaugantis iki 0,5 – 1 m. aukščio, kur 50 proc. biomasės užima šaknys. Šakniaplaukiai užauga iki 3 metrų ilgio. Dėl gražių žiedynų dažnai auginamas mėgėjų (XX a. pradžioje kaip labai ngražiai žydintys, tuomet dar egzotiški augalai buvo padovanoti Japonijos imperatoriaus imperatoriškajam sodui. Tai buvo pirmas oficialiai patvirtintas introdukcijos atvejis Eurazijos žemyne). Natūralus paplitimo arealas Pietų Amerika - Amazonės baseino vakarinės dalies hidrosistemos, tačiau dabar smarkiai išplitęs ir randamas daugiau nei 50 pasaulio šalių.



pav. Vandeninio hiacinto natūralaus paplitimo arealas.

Ši rūšis pakenčia didelius vandens lygio, biogeninių elementų kiekio, pH, temperatūrų svyravimus, o taipogi dideles toksinių medžiagų (pvz., sunkiųjų metalų) koncentracijas. Optimaliam augimui reikalinga 28–30°C vandens temperatūra ir dideli biogeninių elementų kiekiai, todėl didelius plotus dengiančius tankius sąžalynus suformuoja šiltame klimate.

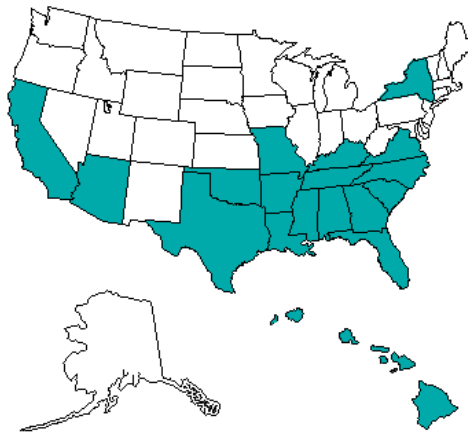
Patekęs į natūralias ekosistemas, vandeninis hiacintas toliau plinta vandens srovių pagalba, vegetatyviškai arba sėklomis, kurias gali pernešti paukščiai, vandens transportas, srovės. Tačiau pasirodė, kad tai gana adaptyvi rūšis toleruojanti :

- ❖ ekstremalius vandens lygio svyravimus
- ❖ sezoninius vandens tekės greičio kitimus
- ❖ biogenų kiekio, pH svyravimus druskingumą, gali augti jūrų priekrantėse, upių deltose.

- ❖ temperatūros ribos: minimali - 12° C; optimali - 25-30° C; maksimali - 33-35° C.

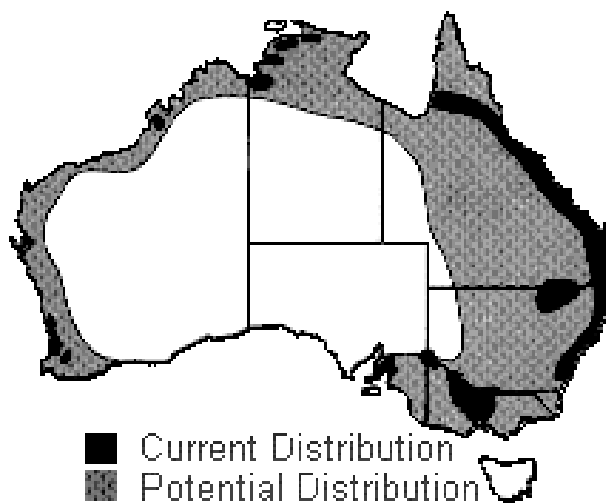
Esant palankioms sąlygoms, šių augalų biomasė gali padidėti dvigubai per mažiau nei dvi savaites (per 6–18 dienų, priklausomai nuo konkrečių sąlygų). Iš 1 ha užaugina iki 500 tonų biomasės. Užimamą vandens akvatorijos plotą, esant palankioms sąlygoms, geba padvigubinti per 6 – 18 dienų. Sėklos išlikti gyvybingos gali net iki 20 metų, todėl vandeniniai hiacintai plinta greitai ir juos išnaikinti labai sunku. Išplito daugiausiai (pradžioje išimtinai) žmogaus dėka, nuo XIX a. buvo plačiai auginamas kaip dekoratyvinis tvenkinių, užtvankų augalas, iš kur ir pateko į natūralias ekosistemas (sėklomis, su išmetamomis augalų atliekomis ir pan.).

Kalifornijoje, Sakramento–San Choakino upių deltoje, *E. crassipes* randamas nuo 1947 m., tačiau ženkliai išplito tik aštuntajame dešimtmetyje, kas siejama užtvankų statyba. Manoma, kad palankiausios sąlygos šiam augalui vystytis susidaro žmogaus paveiktose ekosistemose.



.. pav. Paplitimas JAV valstijose

E. crassipes PANAUDOJIMAS. Nepaisant to, kad vandeninis hiacintas dauguma atvejų yra kenksmingas augalas, jį taip pat buvo bandoma panaudoti žmogaus reikmėms. Kinijoje išplito po to, kai šeštajame dešimtmetyje kaimo vietovėse kilus ekonominei krizei buvo pradėtas auginti gyvulių pašarui ir taip dar papildomai buvo išplatintas. Kenijoje buvo atliekami bandymai mėginant paversti jį trąšomis, tačiau iškilo sunkumų dėl stipriai šarminio pH (>9). Vandens hiacintus bandyta panaudoti bioremediacijai – biogeninių elementų ir sunkiųjų metalų šalinimui iš nutekamųjų vandenų ir nuotekų dumblo, tačiau susidurta su kita problema – kur toliau dėti tokius hiacintus ?



pav. Esamos (juoda) ir galimo (pilka) vandeninio hiacinto paplitimo ribos Australijos žemyne.

E. crassipes DAROMA ŽALA. Po tankia augalo lapija mažėja deguonies ir šviesos kiekis, radikaliai įtakojantis ten esančią gyvūniją ir ypatingai augalijos rūšinę įvairovę (suformuoja tankų vandens paviršių dengiantį sąžalyną, nepralaidų gilyn saulės šviesai). Pakeičia vandens temperatūrą ir pH (>9). Augalo takumo dėka upės paviršiuje mažėja vandens tėkmės greitis; sumažina dujų apytaką vandens paviršiuje, plečiasi eutrofikacijos procesai. Nustelbia („išstumia“) kitus vandens augalus. Daugelis hidrobiontų praranda sąlytį su vandens sluoksniais. Sunaikina arba kardinaliai pakeičia vandens gyvūnų, buveines. Ant apmirusių augalų (kartais iki pat dugno) vegetuojantys nauji sąžalynų sluoksniai užkemša irigacinius kanalus, elektrines, lėtina ar sustabdo vandens tekėjimą. Žlugdoma bet kokia laivininkystė, žvejyba – atneša nemažus ekonominius nuostolius. Sunaikina rekreacinius plotus arba sumažina rekreacinę vandens telkinių vertę. Mažėja kraštovaizdžio estetinė vertė.

KOVOS BŪDAI. Norint pasiekti gerų rezultatų kontroliuojant *E. crassipes* plitimą, visų pirma, būtina sumažinti biogeninių elementų patekimą su nuotekomis ir iš agroekosistemų, bei integruotai

naudoti kelis kovos su juo būdus. Šiuo metu kovai su vandeninio hiacinto plitimu pasitelkiami mechaninės, biologinės ir cheminės kontrolės metodai.

- ❖ Mechaniniai kontrolės metodai – kai vandeninis hiacintas tiesiog pašalinamas. Metodas tinkamiausias nedideliems vandens telkiniams. Kasmet iš Baltojo Nilo pašalinama 50 mln. t vandeninio hiacinto, Panamos kanalas taip pat valomas mechaniškai;



Privalumai – retais atvejais iš telkinio pašalinama dalis biogenų (išvežant nuopjovas). Trūkumai: mažas efektyvumas, kadangi augalas labai produktyvus, greitai atsinaujina, o ekonominiu požiūriu tokie pastovių investicijų reikalaujantys darbai yra brangūs.

- ❖ Cheminiai kontrolės metodai – vandeniniams hiacintams naikinti naudojami įvairūs herbicidai. Šis būdas nėra idealus todėl, kad naudojami herbicidai kenksmingi ir kitoms augalų rūšims; taip pat todėl, kad išpurškus didelius augalų plotus, vandeninių hiacintų biomasė gali nuskęsti, ir jai oksiduoti bus sunaudotas visas vandenyje ištirpęs deguonis, reikalingas vandens gyvūnams;



- Privalumai: ganėtinai staigi ir greita reakcija – augalas išnaikinamas purškiamame areale. Trūkumai: efektyvumas tik laikinas, augalas greitai atauga; negalima derinti cheminės kontrolės kartu su biologine; teršiami vandens telkiniai - išnyksta nemaža dalis kitų konkurenciškai reikalingų vandens telkinio vandens augalų; deja visa organinė medžiaga lieka vandens telkinyje.

- ❖ Biologiniai kontrolės metodai – kovai su *E. crassipes* pasitelkiamos keturios jų natūralių parazitų rūšys – dvi straubliukų (*Neochetina eichhorniae* ir *Neochetina bruchi*) ir dvi drugių (*Niphograpta albiguttalis* ir *Xubida infusela*) rūšys. Straubliukai efektyvesni kiek vėsesniame klimate, tuo tarpu abi drugių rūšys sėkmingai parazituoja jaunus augalus, tačiau jų poveikis dažnai fragmentiškas.



...pav. Drugio *Sameodes albiguttalis* vikšrai.



...pav. Vabalo *Neochetina eichhorniae* vikšrai.

Privalumai: žema kaina ir didelis efektyvumas.

Istorija parodė, kad nors ir buvo bandymų panaudoti šią rūšį žmogaus reikmėms, tiek biologiniu, tiek ekonominiu požiūriu jos daroma žala pranoksta naudą.

Europos šalyse yra labai daug pavyzdžių apie daromą invazinių rūšių poveikį vietinėms ekosistemoms ar tik augalų bendrijoms.

Nemažai tokių svetimžemių jau įsigalėjusių augalų sutinkama ir Lietuvoje.

Iš Šiaurės Amerikos kilusi rūšis - baltažiedė robinija (*Robinia pseudoacacia*) Lietuvoje daug kur auginama parkuose, skveruose. Tačiau pavojų kelia pamiškėse, miškuose, ypač pajūrio kopose augančios robinijos. Gaisrai palankūs robinijų dauginimuisi sėklomis ir šaknų atžalomis. Kuršių nerijoje gaisravietėje jų užimamas plotas kasmet padidėja maždaug 30 proc., sudaro tankius sąžalynus ir visiškai pakeičia buveines.

Iš Rytų Azijos kilusi rūšis raukšlėtalapis erškėtis (*Rosa rugosa*) Lietuvoje auginama nuo XX a. vidurio. Sodinta pajūrio kopose, pakelėse, karjeruose siekiant sustabdyti eroziją ir dėl vertingų vaisių. Dabar ypač ji taip plačiai išplito pajūrio kopose, kad baigia sunaikinti buvusias jų buveines ir kai kuriuos vietinius augalus.

Didelę įtaką visame pasaulyje biologinėms invazijoms bei tolesniems ekosistemų pokyčiams turėjo intensyvus naminių gyvulių ganymas. Tiksliau per didelis nuganymas, sunaikinantis daug rūšių ir sukuriantis palankesnes salygas (mažesnę konkurenciją naujoms įsikurti). Dar didesnę poveikį buveinių degradacijai sukelia kitos antropogeninės veiklos padariniai (melioracija, įvairiausių statybų plėtra, miškų iškirtimas, naujos patvankos, dirbtiniai vandens telkiniai ir kt.) sunaikinantys buvusias buveines, ekosistemas, atveriantys kelius pionierinėms, tame tarpe ir invazinėms rūšims įsikurti.

Kitais atvejais, pavyzdžiui kaip Havajų salose sąmoningai įvykdyta mangustų introdukcija, siekiant sureguliuoti ten atsitiktinai pakliuvusių ir labai paplitusių žiurkių populiacijas, tapo beveik neveiksminga (naktį aktyvios žiurkės nebuvo medžiojamos jų potencialių grobuonių mangustų, kurios medžioja tik šviesiuoju paros metu). Naujai introdukuotos rūšys gali netyčia pakenkti visai kitos grupės vietinėms rūšims, kurios priklauso (atskirose buveinėse yra siejamos mitybinių, simbiotinių ar kitokių ryšių). Pvz., Introdukavus Belgijoje atvežtą iš Rytų Europos laukinių slyvų (*Prunus spinosa*), kurių lapai nukrenta daug anksčiau nei Vakarų Europoje, buvo sutrikdyti drugių – beržinių zefyrų (*Thecla betulae*), kurio vikšrai minta tos genties rūšių lapais mitybos ypatumai – tuo pačių vietinių populiacijų (vabzdžialesių paukščių maitinančių savo jaunikius) gyvybingumas.

VABZDŽIŲ RŪŠIŲ INVAZIJOS

Įvairių vabzdžių invazijų sėkmė priklauso nuo įvairių priežasčių. Invaziniai procesai skirstomi į kelias kategorijas. Visu pirma tai sąmoninga svetimų rūšių introdukcija. Pvz., vien tik į Britanijos salas sąmoningai introdukuotų vabzdžių sąrašas 227 rūšys iš kurių 177 sėkmingai „įsitvirtino“. Tai ir sąmoningos introdukcijos vykdančios kitų kenkėjų biologinės kontrolės programos (pvz., kovai su įkyriąja plūstimi, vandens hiacintu, opuncijomis ir kt. augalų rūšimis). Antra tai atsitiktinės svetimų rūšių invazijos kada:

- naujos rūšys, ieškomos naujų maisto resursų, atkeliauja pačios (skėriai, įvairūs lapgraužiai ir kt.);
- kada keliauja paskui introdukuojamus augalus (pvz., kolorado vabalas paskui bulves);
- kada pasinaudojama antropogeninėmis priemonėmis ar tos veiklos išdavoje (sausumos, vandens, oro transporto priemonės);
- kitų priežasčių visuma skatinanti trumpalaikes invazijas (pvz. Afrikos vabzdžių įmigracija į Europą besikartojant karštomis vasaroms ir kt.).

Trečia, kai Ypač nepageidautinos stichiškos invazijos pasinaudojant antropogeninėms priemonėms. Taip į Š. Ameriką pakliuvo kelios ugninių skruzdėlių (*Solenopsis invicta*) rūšys. Apie 1940 m. iš Brazilijos į JAV Alabamos valstiją, drauge su atvežamais krovniais, pakliuvo ir raudonosios skruzdėlės. Būdamos labai agresyvaus būdo, sugebėjo greitai sunaikinti ne tik vietines skruzdžių rūšis ir pradėjo plisti keldamos grėsmę kitoms bioscenozių rūšims (sunaikina per 40 % ten esančių gyvūnų rūšių), sukeldamos rūpesčių ir žmonėms (keliaujančios voros individų daugybiniai įkandimai yra labai skausmingi).

Dar anksčiau apie 1891 m. į Liuizianą, drauge su brazilijos kavos siuntomis, atkeliavo kiek mažiau agresyvios argentininės skruzdėlės (*Iridomyrmex humilis*). 1905 m. jos gyveno visose pietinėse JAV valstijose iki Kalifornijos. Patekusios į Pietų Afriką ir Australiją jos pamažu pradėjo plisti, kartu sunaikindamos vietines skruzdžių rūšis bei daugelį kitų biocenozės vabzdžių. Prižiūrimos amarus (gaudamos iš jų sirupo ir alkaloidų) jos tuo pačiu didino (palaikė) jų kaip žemės ūkio kultūrų kenkėjų populiacijas.

Afrikinių bičių (*Apis scutellata*), vėliau pavadintų „bitėmis–žudikėmis“, motinėlės iš Afrikos į Braziliją specialiai buvo atvežtos vietos bitininkų 1956 m. siekiant surinkti didesnius medaus kiekius. Pabėgę iš bitynų spiečiai sparčiai plito P. Amerikos žemyne. Vėliau, introdukavus jas šiauriniuose Centrinės Amerikos rajonuose, 1990 m. jos atsirado JAV Teksaso, o 1993 m. ir

Arizonos valstijose. Jų įgėlimas žmogui ne tik labai skausmingas, bet, įkandus didesniame vabzdžių skaičiui, gali būti ir mirtinas. Iki šiol užregistruota per 200 mirtinų sukandimų atvejų.

Į Australijos žemyną jau atkeliavo iš Pietryčių Azijos azijinės bitės (*Apis cerana*). Baiminamasi, kad šiame žemyne nepaplistų tropinės (*A. dorsata*), afrikinės (*A. dorsata*) ar kitos svetimos bičių rūšys sukeldamos grėsmę (naujos bičių ligos, ar tiesiog fizinis sunaikinimas) esamoms natyvinėms rūšims. Dabartinių metų vien tik Vakarų Australijoje esančios bitininkystės metinis pelnas viršija 7 mln. dol., o bendras bičių kaip žemės ūkio kultūrų, vaismedžių apdulintojų atnešamas pelnas Australijos fermeriams viršija 90 mln. \$

AUGALŲ LIGŲ SUKĖLĖJŲ INVAZIJOS - SĖKMINGŲ INVAZIJŲ PAVYZDŽIAI

Visos pražūtingos patogeninių grybų invazijos priskiriamos antropogeninei veiklai, kurios dėka grybai parazitai pakliuvo į visai kitus žemynus.

Jau nuo 1890 metų pražūtingu Š. Amerikos žemyne amerikinių kaštainių (*Castanea dentata*) miškams tapo patogeninio grybo *Cryphonectria parasitica* patekimas kartu su importuojama iš Azijos mediena. Per 50 metų sunyko 91 mln. ha kaštainių miškų. Kaštainiai kaip dominuojanti rūšis sudarė net 25 proc. visų JAV miškų.

Kita pušų šaknis pažeidžiančio grybo *Cronartium ribicola* invazija iš Azijos per Europą pasiekusi Š. Amerikos žemyną nusiaubė Britų Kolumbijos, Kanados spygliuočių miškus. Nustačius, kad šio grybo vystymosi cikle yra ir serbentų (*Ribes*) šeimai priklausantys augalai, teko imtis dar papildomų priemonių (papildomos išlaidos) siekiant kontroliuoti patogeninio grybo invazijas.

Grybas *Ophiostoma ulmi* – žinomas Europoje kaip guobų maro sukėlėjas, apie 1900 m. kartu su medienos eksportu iš Olandijos pakliuvo į Š. Ameriką. Grybo invazijų plėtra Amerikos uosynuose sutapo ir su vabalo – uosių kenkėjo plitimu. 1953–55 m. panaudojus prieš juos pirmuosius chlororganinius insekticidus (žinomi kaip DDT) – žuvo labai daug vabzdžiausių paukščių rūšių. Tai buvo vieni iš pirmųjų neigiamų insekticidų poveikio kitiems ekosistemos komponentams įrodymai.

Tuo pat metu (apie 1900 m.) Japonijoje išplitus medieną graužiančiai nematodai *Bursaphelenchus xylophilus*. Tai irgi sutapo su kitų vabalų–pušų kenkėjų populiacijų staigiu padidėjimu. Teigiama, kad tuomet Japonijos salose vien tik nuo nematodų kaltės žuvo per 10 mln. pušų.

Grybo *Phytophthora cinnamoni* invazija iš vakarų hemisferoje esančius žemynus atnešė nesuskaičiuojamus nuostolius tų bioregionų ekosistemoms. Ši patogeninė rūšis parazituoja daugiau kaip ant 100 įvairių augalų rūšių šaknų. Ypač Šis grybas pakenkė Australijos eukaliptų

(kur dominuojanti rūšis *Eucalyptus marginata*), Papua Naujosios Gvinėjos (kur dominuojanti rūšis *Notofagus*) miškams.

Labai dažnai atsitinka, kad vietinės (kartais tai būna endeminės – tik toje, dažnai nedidelėje teritorijoje) neatlaiko konkurencijos ir jų populiacijos sunyksta ar visiškai išmiršta.

Invazinės rūšys gali priklausyti įvairiems mitybos lygmenims ekosistemoje - būti tiek gamintojais tiek plėšrūnais, parazitais. Apskritai visos pakliuvusios naujos rūšys tampa konkurentės vietinių rūšių atžvilgiu kovoje dėl maisto medžiagų, vandens, šviesos.

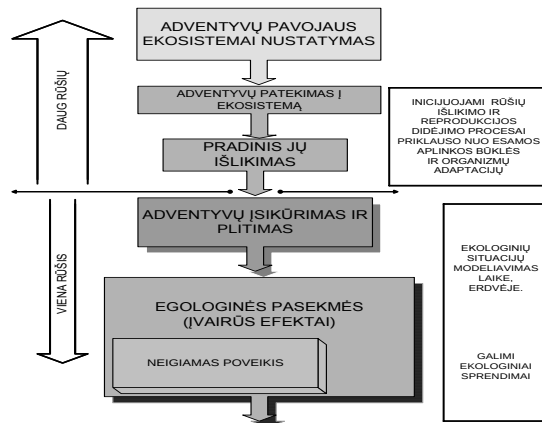
Šiuo metu kai kurios šalyse introdukuota tiek daug svetimžemių (ypač žemės ūkio kultūrų, dekoratyviniai augalai), kad jų pačių vietinių faunos ir floros kiekybinė įvairovė gali tapti mažuma. Daugeliu atveju invazinių rūšių poveikis vietinėms buveinėms ir ekosistemoms tampa pavojingesniu net už žmogaus veiklą.

lentelė. Pagrindinės priežastys nulėmusios kai kurių stuburinių gyvūnų rūšių iš atskirų sistematinių taksonų išnykimą.

Sisteminiai taksonai	Tiesiogiai sunaikino žmogus	Dėl adventyvinų rūšių invazijos	Natūralių buveinių sunaikinimas	Kitos
Žuvys	3	25	29	
Reptilijos	32	42	5	
Paukščiai	11	22	20	
Žinduoliai	24	20	19	
Iš viso	70	109	73	
Iš viso (%)	27,1	42,3	28,3	2,3

Prevenčinės priemonės ir kova su pavojingomis ir galimai pavojingomis invazinėmis (adventyvinėmis) rūšimis siekiant išsaugoti biologinę įvairovę įtrauktos į daugelio šalių gamtosaugines programas.

pav.



GENETINĖ TARŠA

Pastebėta, kad endeminėms, retoms rūšims gresia išnykimas ir dėl vykstančios taip vadinamosios „genetinės taršos“ - nekontroliuojamai pažengusios tose teritorijose hibridizacijos ir genų perkrovos iš naujai atkeliamų rūšių. Anksčiau buvusios genetinės įvairovės, potencialiai naudingų alelių praradimas, sumažinantis heterozigotiškumo lygį populiacijoje bei populiacijos adaptacinės galimybės. Nekontroliuojamas ar nepageidaujamas genetinės informacijos patekimas į organizmų genomą, kuriame genas neaptinkamas natūraliai; stebimas pernešant genetinę informaciją iš naminių, sulaukėjusių, svetimžemių, invazinių rūšių ar porūšių į vietinės laukinės populiacijas ar iš genetiškai modifikuotų organizmų į laukinės populiacijas, ir sukeliantis genetinius pokyčius populiacijose. Gausiai paplitusi gali sukryžminti su giminingomis vietinėmis retomis rūšimis. Paveldimas neigiamas genetinis krūvis, kada genetinis kintamumas, mažina vidutinį populiacijos prisitaikomumą, lyginant su (teorine) maksimalia ar optimalia reikšme. Genetinė tarša veda prie vietinių rūšių skirtingose populiacijose esančių genomų homogenizacijos arba jų dirbtino pakeitimo.

BIOLOGINIŲ IŠTEKLIŲ PEREIKVOJIMAS (HIPEREKSPLOATACIJOS PASEKMĖS)

Tai atsiranda kai biologiniai ištekliai vartojami viršijant jų natūralią atsistatymo gebą. Tai nesitęsia ilgai ir gali baigtis tos rūšies atskirų populiacijų išnykimu ar net visos rūšies individų skaičiaus katastrofiškų mažėjimu, kurio blogiausia pasekmė – išnykimas.

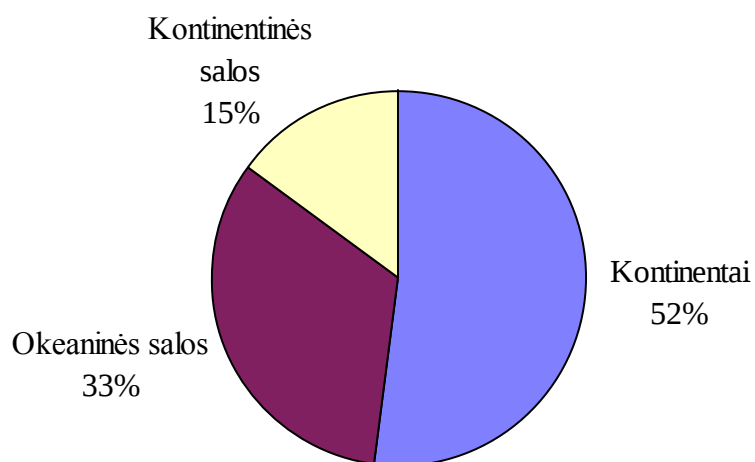
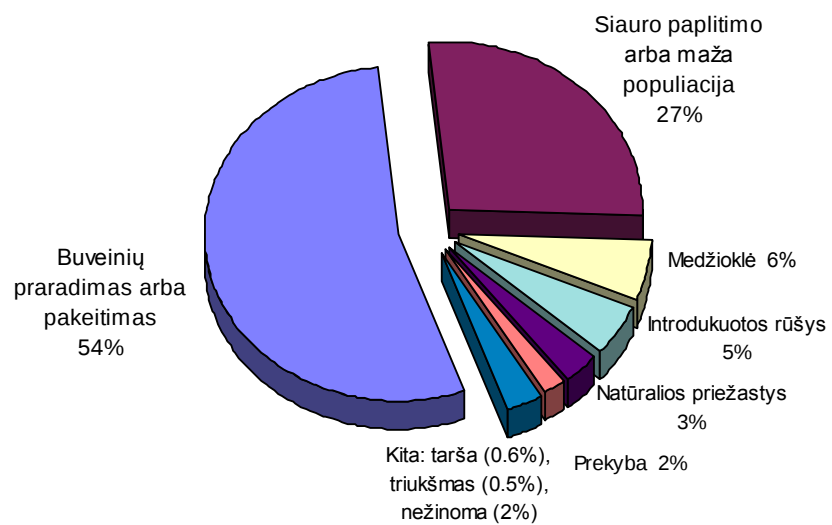
Tai atsitinka dėl netinkamų žemėnaudos formų naudojimo, pernelyg intensyvios medienos ruošos, žvejybos, medžioklės, prastos dirvožemio apsaugos, neteisėtos prekybos laukiniais gyvūnais, augalais. Gamtos apsaugos draugijos Azijos programų direktorius J. Walstonas (*Joe Walston*) pastarąją pavadino "viena iš didžiausių grėsmių nykstančioms biologinės įvairovės rūšims Azijoje. Nelegali tarptautinių sindikatų valdoma prekyba nykstančiomis rūšimis yra antra pagal pelnų dydį ir prilyginama prekybai narkotikais ^[94] .

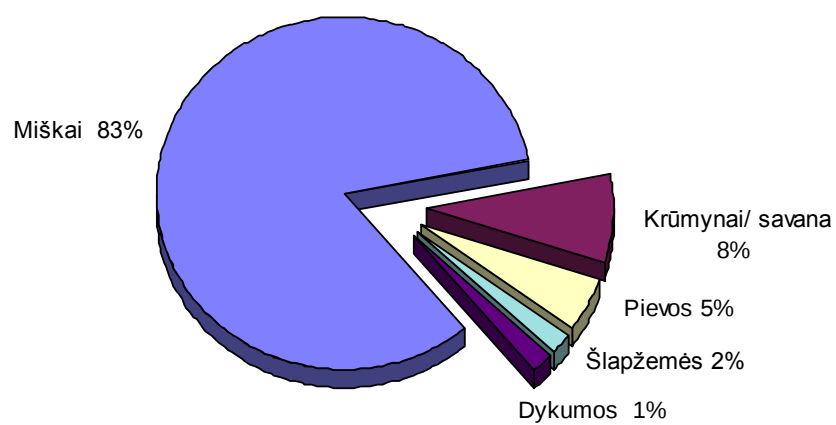
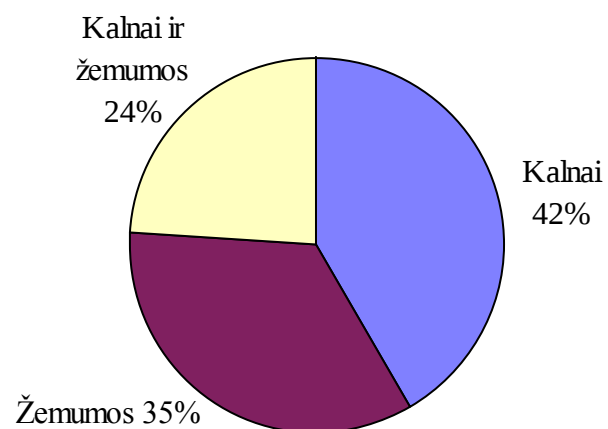
.....

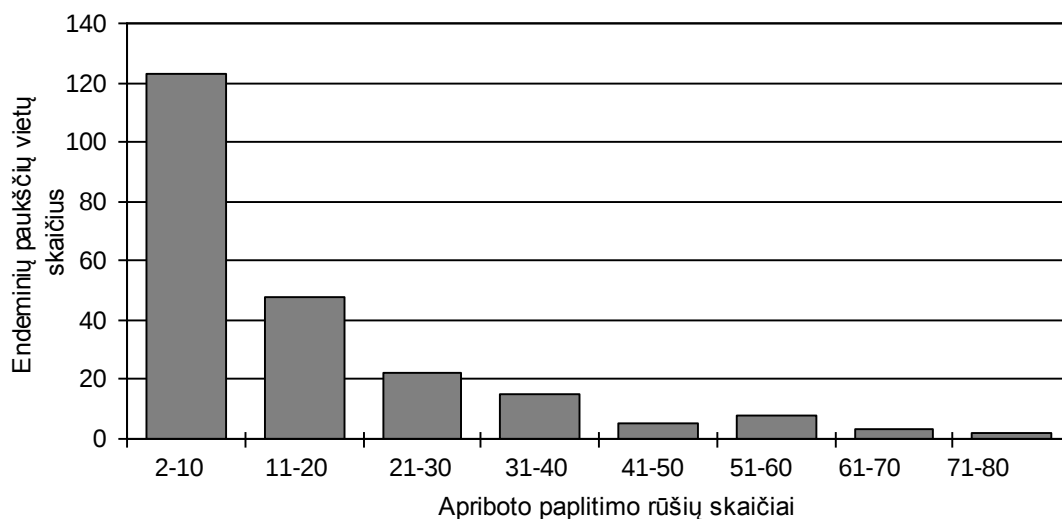
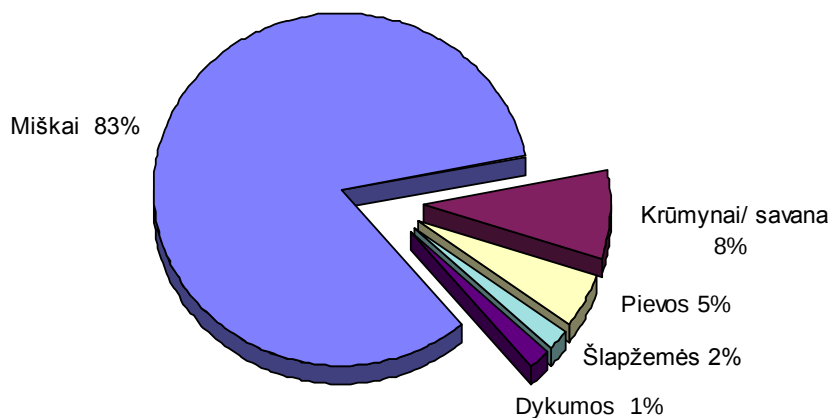
[dėti pvz. ... kaip atsitiko su stambiaisiais plėšrūnais (su daugelių kačių šeimos rūšimis), raganosiais, afrikiniais dramblių ir daugeliu kitų gyvūnų ir augalų rūšimis, kurios virto nelegaliose pasaulio rinkose itin paklausia žpreke).

Ketvirtadalyje pasaulio žvejybos plotų pereikvoti biologiniai ištekliai. Tų teritorijų hidrosistemų esamoji biomasė yra daug mažesnė dar ilgai tokia išliks, net maksimaliai sumažinus žvejybą sužvejotų žuvų kiekis nedidės.

Apriboto paplitimo paukščių rūšių būklė



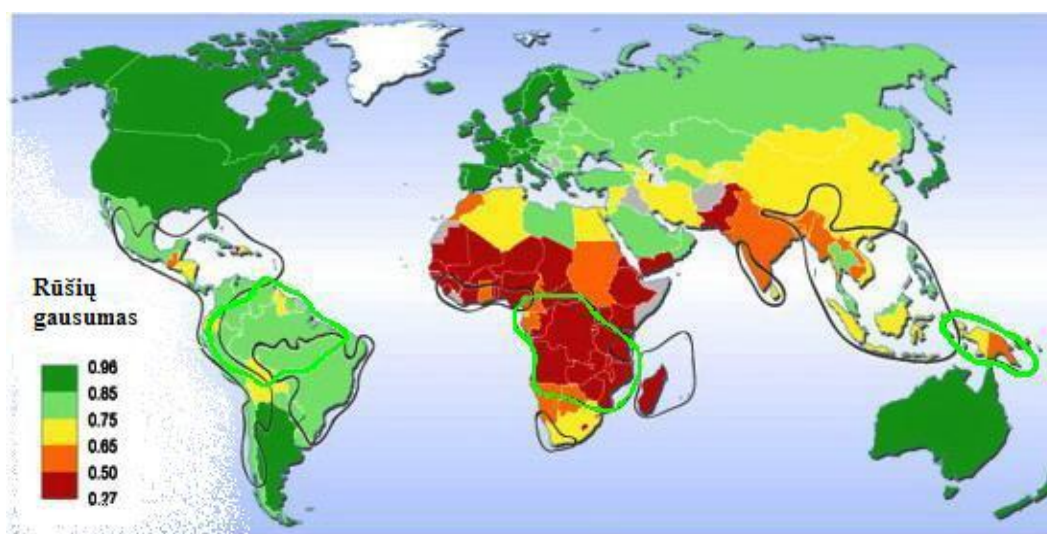




Dar 1997 metais buvo pabandyta kiekybiškai įvertinti biologinės įvairovės (gyvosios gamtos kapitalo) nuostolius (tiekiamų prekių ir paslaugų) žmonių bendruomenei. Apskaičiavus tik 17 konkrečių ekosistemų funkcijų ekonominę vertę bendra suma viršijo 33 trilijonus \$ (arba 3.3×10^{13} per metus). Nuo to laiko biologinės įvairovės tiekiamų paslaugų vertė tik auga...

MANYTA, KAD ŠIOS RŪŠYS SENIAI IŠNYKUSIOS AR BUVO IŠNAIKINTOS, TAČIAU

„Gyvoji iškaskena” – latimerija. Tai riešapelekės žuvis, užimančios tarpinę grandį tarp žuvų



○ Didelės svarbos rūšių įvairovei

○ Ypač svarbūs rūšims regionai

: UNDP 2004, Conservation International 2004

EKOSISTEMŲ TIEKIAMOS PASLAUGOS

➤ Ekosistemų (tiek vandens tiek ir sausumos) teikiamos “paslaugos”, dirvožemio apsauga, augalų apdulkinimas, bioištekčiai ir kt.) vertintinos nuo 16 iki 54 trilijonų JAV dolerių per metus, t.y. apytikriai 2 didesnės nei pasaulyje sukuriamas metinis nacionalinis produktas (BVP).

➤ Pusę kasmetinio javų derlingumo padidėjimo lėmė naujos veislės, sukurtos biologinės įvairovės “genetinio fondo” dėka.

➤ Iš 150 pagal receptus JAV dažniausiai išrašomų vaistų net 118 yra pagaminta iš natūralių komponentų.

➤ Kenkėjai sunaikina apytikriai daugiau nei ketvirtį pasaulio žemės ūkio produkcijos. Pakeitus dabartiniu metu naudojamus pesticidus “natūraliais priešais”, galima būtų sunaikinti apie 90% vabzdžių kenkėjų. Vien JAV tokio pakeitimo ekonominis efektas būtų vertinamas 54 mlrd. dolerių per metus.

➤ Dažniausias pasaulio paukštis – naminė višta (killusi Azijos džunglių) domestikuota maždaug prieš 5000 metų. Dabar vištiena ir vištų kiaušiniai yra daugelio žmonių baltyminio maisto šaltinis.

➤ Spėjama, kad pasaulyje yra apie 78 mln. paukščių stebėtojų, kurie šio pomėgio vedini keliauja ne tik savo šalyje, bet ir į užsienį. Apskaičiuota, kad užsienio šalyse paukščių stebėtojai kasmet išleidžia apie 78 mln. JAV dolerių.

KAIP GREITAI BIOLOGINĖ ĮVAIROVĖ GALI BŪTI IŠNAIKINTA ?

Pasaulio biologinei įvairovei kyla labai didelė grėsmė – rūšys nyksta nuo 100 iki 1 000 kartų greičiau nei įprasta.

Pasaulio gyventojų skaičius išaugo nuo 2,5 mlrd (1950 m) iki daugiau kaip 7 mlrd. (2012 m) Ir apie XXI a. Viduryje gali pasiekti daugiau kaip 9 mlrd. Savaime suprantama,

kad masinis vienos rūšies populiacijos augimas ir jos veiklos dominavimas biosferoje yra daugiau nei bet kuris kitas neigiamas veiksnys, darantis esminį poveikį visai biologinei įvairovei " [106] [107]

BIOLOGINĖ ĮVAIROVĖ IR KLIMATO KAITA

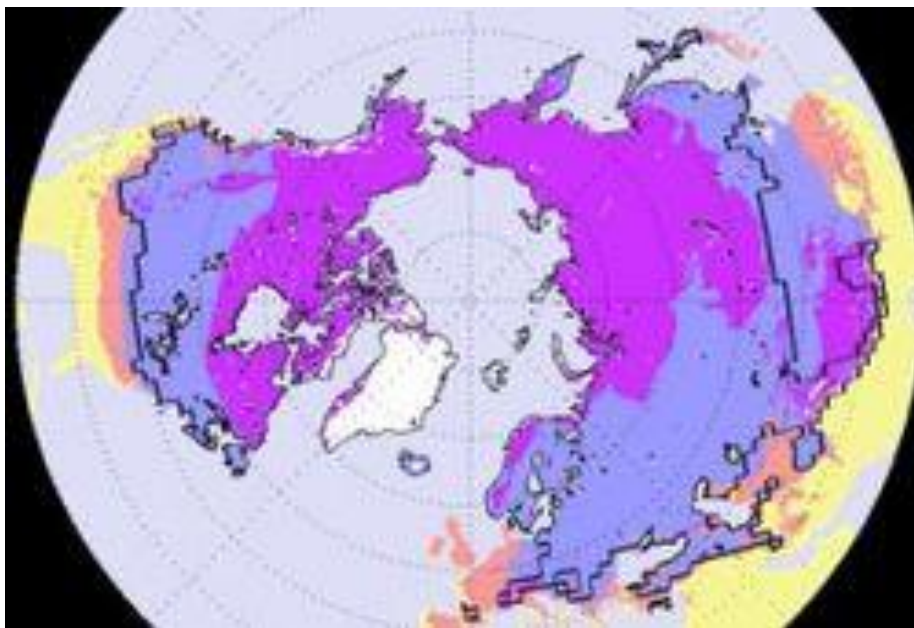


Visuotinis biosferos klimato šilimas ir tolesnė globali jo kaita yra laikomas didele grėsme pasaulio biologinei įvairovei. 2004 metais atlikus tarptautinio bendradarbiavimo tyrimas keturiuose žemynuose Apskaičiuota, kad 10 proc. Rūšių išnyks iki 2050 m. Pvz., koraliniuose rifuose pusė biologinės įvairovės, bus prarasta per 20 iki 40 metų, jei globalinis atšilimas ir toliau vyks dabartiniais tenpais .¹



Besitraukiančio dėl globalinio atšilimo Aletsch ledyno iš Šveicarijos Alpių padėtis 1979, 1991 ir 2002 m), .

Amžinojo įšalo zona nuo Sibiro iki Aliaskos ir Kanados gali pradėti tirpti tris kartus greičiau, nei buvo manyta.



.Mokslininkų teigimu tai lemia spartėjantis Arkties vandenyno ledynų tirpsmas. Atlikto tyrimo rezultatai liudija, kad jūros ledo tirpimas, kuris praėjusią vasarą pasiekė rekordinį lygį, daro poveikį žemyno regionams, esantiems net už 1600 kilometrų nuo kranto, kur žemę kausto amžinasis įšalas. Kuo mažesnis Arkties ledo plotas, tuo mažiau saulės šviesos jis atspindi (mažesnis/silpnesnis albedo reiškinys), o tai reiškia, kad išalęs Žemės paviršius vis labiau įšyla. Dėl to, mokslininkų manymu, aplink Arktį esančių žemynų sričių įšilimo koeficientas gali padidėti 3 kartus. Tyrimai rodo, kad jei per kelerius artimiausius metus jūros ledas ir toliau sparčiai trauksis, Arkties rajone vis greičiau kils ir oro temperatūra. Pagreitės ir amžinojo įšalo tirpimas“. 2007 m., rudenį jūros ledo plotas Arkties vandenyne sumažėjo daugiau nei 30 proc., lyginant su vidutiniu sezoniniu rodikliu. Tuo tarpu oras Arkties regione lyginant su vidutine metine 1978–2006 m. temperatūra sušilo 2 laipsniais. Amžinojo įšalo tirpimas kelia pavojų, kad bus suardyta žmogaus sukurta esama infrastruktūra (keliai, naftotiekiai, pastatai, kurie buvo statomi atsižvelgiant į amžinojo įšalo sąlygas). Iškil grėsmė ir vietinei biologinei įvairovei. Be to, šis procesas gali išlaisvinti žemėje susikaupusias „šiltnamio dujas“, kurios dar labiau paspartins globalinį atšilimą.

JAV Nacionalinio sniego ir ledo tyrimų centro mokslininkai sukūrė kompiuterinius modelius, kurie padėjo išsiaiškinti, kad dėl jūros ledo tirpsmo gali pakilti oro temperatūra, o tai savo ruožtu lems amžinojo įšalo nykimą. Ypatingą dėmesį jie skyrė iš įšalo išsivadavusio grunto dariniams, esantiems tarp sezoniškai atitirpstančio žemės paviršiaus ir apačioje esančio amžinojo įšalo sluoksnio. „Tokie dariniai susiformuoja, kai žemyn vis labiau besiskverbianti vasaros šilumos banga

pasiekia didesnę gylį, nei atitinkama šalčio banga žiemą. Todėl tokia grunto sritis žiemą neužšąla, o paviršiaus įšalas dėl gelmėje besikaupiančios šilumos pradeda tirpti. Dėl tokių „salų“ amžinajame įšale šiluma greičiau kaupiasi grunte, ir ilgainiui amžinasis įšalas pradeda mažėti. Amžinojo įšalo zona apima beveik ketvirtadalį planetos šiaurinio pusrutulio teritorijos, o Arkties regiono žemės gelmėse yra apie 30 proc. pasaulinių anglies telkinių. „Svarbus ir iki šiol neatsakytas klausimas – kaip jautri Arkties ekosistema reaguos į tokį spartų atšilimą, Kas mūsų laukia, jei jūros ledas ir toliau taip greitai trauksis? Krantų erozijos sustiprėjimas, didesnės metano emisijos į atmosferą ar, tarkim, spartesnis krūmokšnių įsigalėjimas samanų/žolių tundroje?“

Neseniai rusų mokslininkai išsakė katastrofinę situacijos raidos prognozę: jų vertinimais po kelių dešimtmečių Alpės liks be ledynų, daugelyje Afrikos ir Pietryčių Azijos šalių žemdirbystė bus nebeįmanoma, 3 milijardus žmonių kamuos geriamojo vandens trūkumas. Be to, daugybė žmonių bus priversti palikti savo namus dėl potvynių. „Praėjusį dešimtmetį oro temperatūra pakilo 0,2 laipsnio, per paskutiniuosius 100 metų – 0,74 laipsnio, tačiau dabar galime konstatuoti, kad procesas spartėja. Ekonominės ir demografinės situacijos raidos scenarijai prognozuoja dvi visuotinio atšilimo XXI a. pabaigos klimato prognozių perspektyvas. Pagal minimalų variantą temperatūra pakils 1,8 laipsnio, pagal maksimalų – iki 4,6 laipsnių. Panašūs tyrimai, kurie Rusijoje buvo vykdomi nuo 7-ojo praėjusio amžiaus dešimtmečio, leidžia tvirtinti, kad „taškas, iš kurio sugrįžti jau nebeįmanoma“, jau pasiektas, ir tai nutiko 1980 metais“. Ir dar: „2010 m. atmosferos kritulių sumažės 70 proc., tuo tarpu jūros lygis pakils net 20 cm, bangos sieks 20 metrų, ir daugelis pakrančių miestų atsidurs po vandeniu.“

Pasak mokslininkų, Rusijos teritorija turinti tam tikrų pranašumų – čia klimatas amžinojo įšalo regionuose taps švelnesnis, prasidės navigacija Šiaurės Ledinuotame vandenyne, kuriuo šiuo metu laivai plaukioti gali tik kelias savaites per metus. Tačiau pirmiausia atkreipiamas dėmesys į perspėjimus apie „klimatines migracijas“. Specialistai mano, kad šiuo metu vykstantys pokyčiai gali išsprūsti iš tarptautinių organizacijų kontrolės, ir Rusija dėl besikeičiančio Sibiro klimato labiau nei kitos šalys gali susidurti su masinės europiečių ir azijiečių imigracijos banga.

Tačiau yra ir nesutinkančių su tokiomis prognozėmis, A. Kapica (Andriej Kapica), vienas žymiausių Rusijos geografo, tvirtina, kad tokios kalbos – tai moksliniais svarstymais dangstomi mitai. „Visiškai klaidinga teigti, kad klimatas keičiasi tik dėl anglies dvideginio emisijų; akivaizdu, kad priežastis čia supainiota su pasekme. Anglies dvideginio kiekis atmosferoje svyruoja priklausomai nuo sezoninių pokyčių, ir tai labiau susiję su dideliais gaisrais ir ugnikalnių išsiveržimais šiame regione“. Anot A. Kapicos, anglies dvideginio koncentracijos atmosferoje didėjimas teigiamai atsiliepia žemės ūkio gamybai. „Verta pastebėti, kad dėl istorijos su ozono „skylė“, kuri tapo šiek tiek nebemadinga, stambios JAV įmonės, gaminančios ekologiškai saugias dujas buitiniams prietaisams, vien tik 2005 m. uždirbo 220 milijardų dolerių“...

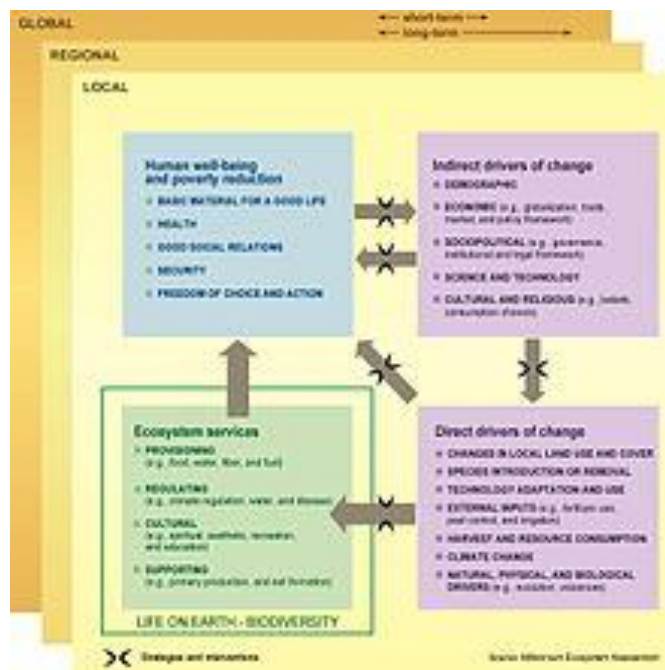
Šeštasis išmirimas

Nuo mūsų planetos veido kasmet išnyksta 13 mln.ha miškų (plotu tai prilygsta 2 Lietuvoms), nors tuo tarpu visuotinai pripažįstama, kad miškai yra efektyviausia priemonė sukaupti atmosferos anglies dvideginį, dėl kurio pertekliaus susimaišė pasaulio orai, kyla

daug stichinių nelaimių, nyksta pati biologinė įvairovė. Kasmet vien dėl žmogaus veiklos Žemėje išnyksta 30 000 organizmų rūšių. Visam laikui! Per šį amžių galime prarasti pusę visų planetos rūšių. Daugelis mums yra labai svarbios. Pavyzdžiui, kasdien išnyksta viena augalų rūšis, galinti pagydyti mirtiną ligą ir tik 5 procentų pasaulio augalų vaistinės savybės yra žinomos.

Paskutinį kartą rūšys taip smarkiai nyko tik prieš 250 milijonų metų. Tai buvo Žemės stichinių nelaimių ar asteroido sukeltas Penktasis išmirimas. Jo metu išnyko 90 procentų biologinės įvairovės, kuri visiškai atsistatė tik po 10 milijonų metų. Dabar mokslininkai prakalbo apie Šeštąjį išmirimą, sukeltą žmogaus.

IŠSAUGOJIMO PROBLEMOS (Biologinė gamtosauga)



pav. iliustruojantis tiesiogines priklausomybes (ryšius) tarp biologinės įvairovės tiekiamų ekosistemų funkcijų, žmonių gerovės ir jų skurdo .

Kartu parodoma kokios strategijos ir veiksmų planų reiktų imtis siekiant išsaugoti pakankamai stabilią biologinės įvairovės būklę. Brandintos XX -ojo amžiaus viduryje ekologų , gamtosaugininkų ir kitų šakų mokslininkų mokslinių tyrimų ir jų sprendžiamų klausimų rezultatais įdėjos, susijusių su pasaulio biologinės įvairovės apsauga, pradėjo reaguoti per politinius

tarpvalstybinius susitarimus, rūpimais visoms šalims klausimais. Biologinių vertybių išsaugojimo etika pasisako už, tvarų gamtinių išteklių valdymą, palankų rūšims, ekosistemoms, evoliucijos procesams pasaulio žmonių bendruomenės labui. Kai kurioms žmonijos kultūroms būdingas susiformavęs savotiškas moralinis kodeksas, kurio būtinas etinis principas - rūpintis biologine įvairove.

Nepaisant to, į klausimą, kodėl reikia ir būtina išsaugoti biologinę įvairovę visą atsakyti nėra taip paprasta. Ir čia daugiausia vyrauja kasdieninis pragmatiškumas. Teigiama, kad tokią būtinybę apsprendžia žmogaus poreikiai:

- ❖ poreikis praktiškai panaudoti biologinės įvairovės elementus kaip ištelius savo gyvenimo reikmėms (dabar ir/ar ateityje);
- ❖ palaikyti biosferos (visu pirma kaip žmogaus gyvenamosios aplinkos) funkcionavimą;
- ❖ galop ir rekreacinis/estetinis biologinės įvairovės poreikis (atskirų rūšių ar visų ekosistemų) bei žmonių pasaulėžiūros etiniai aspektai.

Prarandant biologinę rūšį negrąžinamai prarandamos galimybės pasinaudoti tos rūšies suteikiamomis galimybėmis. Kartais nuo to ekosistemų lygmeniu gali sumažėti jų rezistentiškumas (atsparumas), adaptyvumas (prisitaikomumas) bei sugebėjimą atsistatyti (renatūralizuotis)...

Akivaizdu, kad dabartiniu metu panaudojama tik nedidelė biologinių resursų dalis, tačiau ir kiti esantys biologinės įvairovės elementai potencialiai yra labai svarbūs, apie kurių naudą ir reikšmę mes dar nežinome. Tai ir skatina rinktis tokią gamtosaugines ištategijas, kurios padėtų išsaugotų visą esamą biologinę įvairovę.

Dalies biologijos kaip mokslo reformavimasis į taikomąją gamtosauginę biologiją kuriant strateginius planus, siekiant apsaugoti pasaulio biologinę įvairovę tapo naujos mokslo šakos prioritetu (strateginiai apsaugos ir veiksmų planai, skirti vykdyti viešąją politiką ir interesus veikiančius bendruomenių vietas, regioniniu ir pasauliniu mastu, siekiant išsaugoti tiek gamtinės ekosistemos tiek vietinės kultūras). Kuriamose tokių veiksmų planuose nustatomi ir pagrindžiami konkretūs būdai, kaip palaikyti žmogaus gerovę ir jam dirbančio „gamtinio kapitalo“ tinkamą būklę, harmonizuoti kapitalo rinkos ir ekosistemų tiekiamų funkcijų santykius "

PAVIENIŲ (ATSKIRŲ) RŪŠIŲ INDIVIDUALI APSAUGA:

Kada visomis juridinėmis, ekonominėmis, gamtosauginėmis priemonėmis siekiama išsaugoti vieną kurią nors beišnykstačią rūšį. Tam rengiamos plataus masto

gamtosauginės akcijos, skubiai pradedamos įgyvendinti dirbtino veisimo ir apgyvendinimo buvusiose gamtinėse buveinėse priemonės, plečiama informacinė visuomenės gamtosauginė propaganda ir ekologinis švietimas vienos ar kitos rūšies apsaugos atžvilgiu. Tai gana brangiai atseinančios programos. Visame pasaulyje žinomiausių, sėkmingai įgyvendintų išsaugotų beišnyktančių rūšių programų paminėtinos šios: amerikinės gervės (*Grus americana*), amerikinio (juodakojų) šeško (*Mustela nigripes Audubon et Bachman*), baltojo raganosio (*Ceratotherium simum Burchell*), Aravijinio orikso (*Orix leucoryx Pallas*) rūšių išsaugojimo programos.

AREALO, KURIAME EGZISTUOJA SAUGOTINOS RŪŠIŲ POPULIACIJOS APSAUGA:

Arealo, kuriame gyvena viena, kelios ar keliasdešimt saugotinių rūšių populiacijų, ribų nustatymas ir tolesnė reikalingų tomis rūšims gamtinių sąlygų apsauga kuo ilgesnį periodą – yra žymiai saugesnis nykstančių rūšių biologinės įvairovės išsaugojimo būdas. Norint nustatyti tokio arealo ribas ir galimą rūšių egzistavimą jame tam tikrą laiką, reikalinga žinoti ten veikiančių atskirų biotinių veiksnių funkcijas ir jų visumos galimo poveikio įvairias kombinacijas ateityje. Į šias nuostatas galima įtraukti sekančius arealo požymius:

- * galimas esančių buveinių „turtingumas“ rūšimis netolimoje ateityje;
- * kiek jis yra tipingas – pažymintis galimu bendrų visoms ir individų buveinių atskiroms rūšims gausa, galintis „talpinti“ rūšis, kurios iš čia praplės savo individualių arealų ribas;
- * jo unikalumas – parodantis kiek apriboto paplitimo (endeminių, reliktinių), mažėjančio skaičiaus (nykstančių) rūšių yra ir gali jame gyventi;
- * jo išnykimo grėsmės laipsnis – parodantis kiek jame gyvena vis mažėjančių, nykstančių dėl biotopų naikinimo rūšių skaičius;
- * jo genetinė (kaip atskirų sisteminių taksonų genofondo išsaugojimo) svarba taksonominėje rūšių išlikimo hierarchijoje;
- * jo populiacinė vertė – parodanti kokia vienos ar kitos nykstančios rūšies populiacijų skaičiaus, bendros dalies buvimą tame areale.

Stengiantis išsaugoti rūšis arealo ribose pirmiausia apsaugos priemonės yra skiriamos esamos aplinkumos jame arba esamų natūralių buveinių apsaugai. Tačiau, deja, ideali aplinkumos apsauga dabartiniu metu yra neįgyvendinama, todėl kiekvienu atveju kuriamos taktinės apsaugos priemonės. Pavyzdžiui kuriama teritorinė „ekologinio tinklo“ sistema, leidžianti atskiroms rūšims plisti, migruoti ir tuo pačiu išlaikyti savo populiacijų gyvybingumą.

Pirmiausia

ITIN DIDELĖS BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS TAM TIKRAME AREALE IŠSAUGOJIMAS

Visiškai akivaizdu, kad reikia užtikrinti saugą kuo ilgesniame laikotaryje tuose ekosistemose, kurių atskirose buveinės (biotopose) yra pati didžiausia rūšių įvairovė. Tam reikalinga kuo idesnė informacija apie visus vertingiausius biotopus, kurių vertę apsprendžia ten egzistuojančių itin retų rūšių (dažniausiai endeminių) populiacijos. Dažnai minimų rūšių arealų topografinės ribos nesutampa su administracinėmis vienos ar kitos valstybės ribomis. (pavyzdžiui, kai kurios rūšys Ekvadore ir Peru palitulos)

GLOBALI PAUKŠČIŲ KLASĖS BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS

ŠIANDIENINĖS BŪKLĖS ANALIZĖ:

RIBOTAI PAPLITUSIOS PAUKŠČIŲ RŪŠYS

Tokie apribojimai kai kurioms paukščių rūšims plačiai paplisti atsirado, palyginti labai neseniai, vos prieš 1,5 – 2 milijonus metų – kvartero periode. Šiandien teigiama, kad iš 2623 sausumos paukščių rūšių 28 proc. (27 proc. nuo visų pasaulio rūšių) rūšių paplitimo arealai yra labai apriboti. Žmonių istoriniais laikais jų maksimalūs dydžiai neviršijo 50 000 km². Tai reiškia, kad biosferoje aptinkama 7100 plačiai paplitusių paukščių ir 2623 apriboto paplitimo paukščių rūšių., iš kurių jau 62 laikomos išnykusiomis.

Toliau tyrinėjant apriboto paplitimo (riboto arealo) rūšių pasiskirstymą papaiškėjo, kad tokių rūšių yra beveik po lygiai žemynuose (47 proc.) ir įvairiose salose (53 proc.). Tarp paplitusių salose 69 proc. rūšių tenka okeaninėms saloms ir 31 proc. žemyninėms saloms.

Paukščių rūšių, turinčių apribotus arealus kiekybinis paskirstymas, dažnai tampa keblia problema nes keičia jų pasiskirstymo santykį. Pavyzdžiui, taip suskirstytos rūšys yra sugrupuojamos sekančia tvarka: žemynuose apriboto paplitimo rūšys sudaro iki 47 proc., taip vadinamose žemyninėse salose – apie 17 proc., okeaninėse salose – 36 proc. Šiuo atveju žemyninėmis salomis vadinamos kontinentinio šelfo zonoje (arčiausiai iki 200 m nuo kranto) esančios salos. Šiuo atveju okeaninėmis salomis vadinamos niekada tiesiogiai su žemynais nesijungusios, dažniausiai vulkaninės ar kitos kilmės salos esančios toli vandenyne.

Žvelgiant sistematiškai tarp sausumos paukščių net 96 šeimose iš žinomų 145 aptinkamos lokalaus apriboto paplitimo rūšys (J. Morony ir kt., 1975). Tačiau kai kuriose šeimose šis skaičius, dėl susiklosčiusių evoliucinių aplinkybių yra žymiai didesnis. Pavyzdžiui, tarp *Drepanidae* šeimos atstovų adaptyvios radiacijos būdu palitusių tik Havajų salose; tarp *Zosteropidae* šeimos atstovų – kolonizavusių mažas salas vandenyne; tarp *Paradisaeidae* šeimos atstovų apsiribojančių

tik tam tikrais kalnų miškų rajonais Naujojsios Gvinėjos saloje; tarp *Rhinocryptidae* šeimos atstovų paplitusių tik Pietų Amerikos drėgnuose tropiniuose miškuose apie 1000 m virš jūros aukštyje.

lentelė. Paukščių būrio šeimos, kuriose yra didelė dalis apriboto paplitimo (apriboto arealo) rūšių. (pagal A. Stattersfield et al., 1998)

Paukščių šeimos	Rūšių skaičius šeimoje	Iš jų riboto paplitimo	Jų dalis šeimoje (%)
š. <i>Drepanidae</i> (<i>Daldiasnapiai</i>)	30	30	100
š. <i>Mesoenatidae</i> (<i>Madagaskaro vištelės</i>)	3	3	100
š. <i>Zosteropidae</i> (<i>Baltavokiai</i>)	99	79	80
š. <i>Todidae</i> (<i>Todžiai</i>)	5	4	80
š. <i>Paradisaeidae</i> (<i>Rojaus paukščiai</i>)	44	29	66
š. <i>Rhinocryptidae</i> (<i>Tapakulos</i>)	32	19	59
š. <i>Megapodidae</i> (<i>Didžiakojai</i>)	19	11	58
š. <i>Tytonidae</i> (<i>Liepsnotosios pelėdos</i>)	17 (11)	9	53
š. <i>Hirundinidae</i> (<i>Kregždės</i>)	89	8	9
š. <i>Paridae</i> (<i>Zylės</i>)	53	5	9
š. <i>Anatidae</i> (<i>Antys</i>)	158	11	7
š. <i>Ardeidae</i> (<i>Garniai</i>)	66	4	6
š. <i>Meropidae</i> (<i>Bitininkai</i>)	26	1	4
š. <i>Threskiornithidae</i> (<i>Ibisai</i>)	34	1	3

Grupuoju minėtų rūšių skaičių pagal jų esamą gyvenamąją aplinką paaiškėjo, kad daugumos biotopai yra: įvairių tipų miškų ekosistemose – 71 proc., įvairių tipų krūmynai – 13 proc., įvairių tipų pievos – 4 proc., įvairių tipų pelkės – 3 proc., atželiančių krūmynų ar miško biotopai – 3

proc., žemdirbystės plotai – 3 proc., kalnai – 1,8, savanos – 0,9 proc., dykumos – 0,4 proc. ir kt. (0,5 proc.).

ENDEMINIŲ PAUKŠČIŲ RŪŠIŲ AREALŲ PRIORITETŲ IŠSKYRIMAS BIOLOGINIS REIKŠMINGUMAS

Biologinis vienos ar kitos endeminės rūšies arealo reikšmingumas globaliame tokių rūšių apsaugos kontekste įvertinamas atsižvelgiant į kelis svarbiausius kriterijus:

- * esamas (išlikęs) vienos ar kitos endeminės rūšies arealų atskirų skaičius ir jų izoliatumas pasaulio endeminių paukščių arealų plotų registre (kuo jų išlikęs didesnis skaičius ir mažiau izoliuoti tarpusavyje, tuo potencialesnė tikimybė rūšiai rūšiai išlikti artimiausiu laiku. Paprastai ji yra nuo 20 iki 12 proc. – izoliacijos indeksas).
- * taksonominis tos ar kitos rūšies unikalumas (apsprendžia jos kilmė (vieta) filogenetiniame klasės raidos medyje. Pavyzdžiui, gyvenančios Naujosios Kalėdonijos saloje vienintelės kagu (*Rhinocheti*) pobūrio šeimos *Rhinochetidae* atstovo *Rhinochetus jubatus* taksonominis unikalumas bus šimteriopai didesnis nei panašiam biotope gyvenančios gausios nendrinukių šeimos atstovės Seišelių nendrinukės (*Acrocephalus sechellensis*). (taksonominio unikalumo indeksas).
- * užimamo arealo ploto dydis (paprastai didesnis išlikęs buvusio arealo plotas suteikia daugiau vilčių, kad tą ar kitą rūšį pavyks išsaugoti)

Biologinis vienos ar kitos paukščių rūšies reikšmingumas atliekamas sekančia tvarka:

Biologinis reikšmingumas yra lygus apriboto paplitimo rūšių rango apskaita A + apriboto paplitimo rūšių rango apskaita B + apriboto paplitimo rūšių rango apskaita + apriboto paplitimo rūšių rango apskaita C ir t.t.,

kur kiekviena apriboto paplitimo rango rūšis = izoliacijos indeksas X taksonominio unikalumo indeksas

kur: Izoliacijos indeksas = endeminių arealų, kuriuose ši rūšis paplitusi skaičius; Unikalumo indeksas = $\sqrt{(\text{rūšių skaičius gentyje} \times \text{genčių skaičius šeimoje})}$

Pavyzdžiui: apriboto paplitimo rūšis endeminės rūšies izoliuotumo ir unikalumo indeksai yra lygūs 1, taigi jos biologinis reikšmingumas būtų $1/1 = 1$. Jei šie santykiai, sakykime, būtų skirtingi kaip antai $1/2$, tai tada tos rūšies biologinis reikšmingumas būtų $1/2 = 0,5$. Anksčiau minėtos monospecifinės kagu rūšies gyvenančios tik Naujoje Kaledonijoje biologinis unikalumas būtų $\sqrt{(1/1 \times 1/1)} = 1$, o kitos įprastos Seišelių nendrinukės, kur gentyje yra 34 rūšys ir net 270 genčių šeimoje, o šis indeksas būtų $\sqrt{(1/34 \times 1/270)} = 0,01$.

lentelė. Paukščių rūšių endeminių arealų prioritetų išskyrimas pagal jų biologinį reikšmingumą

Biologinio reikšmingumo apskaita	Biologinio reikšmingumo lygmuo	Endeminių arealų šiuolaikinis skaičius pasaulyje
> 2 x esamo rūšių skaičiaus	* * *	51
> 1 – 2 x esamo rūšių skaičiaus	* * 0	58
< 1 x esamo rūšių skaičiaus	* 0 0	109

RŪŠIES IŠNYKIMO GRĖSMĖS LYGIS IR JO ĮVERTINIMAS:

Tai ar kitai rūšiai kiekviename iš jos užimamų endeminių arealų esamo grėsmės lygio apskaičiavimas susideda iš:

- * tos rūšies užimamo areale sumažėjimo pastaraisiais dešimtmečiais (santykio tarp benykstančio arealo ploto ir jo biologinės vertės procentinė išraiška)
- * benykstančios rūšies kategorijos (nykstančios rūšys suskirstyto į tris kategorijas: kritinei kategorijai priskiriamos tos, kurių apie 50 proc. visų populiacijų išnyko per paskutiniuosius 10 metų /čia priklauso ir tos kurių 70 proc. populiacijų išnyko per paskutiniuosius 100 metų; nykstančių kategorija – kurių 20 proc. populiacijų sumažėjo per paskutiniuosius 20 metų; pažeidžiamų (nesaugių) kategorija – sumažėjo 10 proc. per paskutiniuosius 100 metų.

Esamas grėsmės lygis teritorijoms priklausančioms retoms nykstančioms pasaulyje endeminių rūšių populiacijoms apskaičiuojamas sekančiai:

Grėsmės lygis teritorijai = [(kritinių kategorijos rūšių skaičius x iš 1) + (nykstančiųjų kategorijos rūšių skaičius x iš 0,7) + (pažeidžiamųjų kategorijos rūšių skaičius x iš 0,1)] x 100 visų esamų (gyvenančių) toje teritorijoje rūšių skaičiaus

lentelė . Paukščių rūšių endeminių arealų prioritetų išskyrimas pagal jų išnykimo grėsmės kriterijus

Esamo išnykimo grėsmės lygis apskaita (išskirtų endeminių arealų plotų sunykimas % per pastaruosius 100 metų)	Išnykimo grėsmės lygmuo	Endeminių arealų šiandieninis skaičius pasaulyje
> 30 proc.	* * *	55
>5 iki 30 proc	* * o	60
0 – 5 proc	* o o	103

GLOBALUSIS BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS INDEKSAS

XX a pabaigoje XXI a. pradžioje (1970-2006 m) atlikti globaliu mastu atskirų rūšių populiacijų tyrimų rezultatų suvestinėse matyti, kad daugelio stuburinių gyvūnų populiacijos visame pasaulyje sumažėjo vidutiniškai 31 proc. Tame tarpe ypatingai grėsmingai mažėja – 59 proc. Atogražų klimatinų biotų ekosistemose ir gelavandenėse hidrosistemose (41 %) gyvenančių rūšių populiacijos.

Pasinaudojant globaliu biologinės įvairovės indeksu (G.....) 16 metų (1970-2006 m) visame pasaulyje vykdytas tarp 2300 stuburinių gyvūnų rūšių (ne pačios rečiausios ar beišnykstančios žinduolių, paukščių, reptilijų, amfibijų ir žuvų rūšys) 7100 jų populiacijų monitoringas. Visų rūšių populiacijų statistiniai pokyčių rezultatai lyginti su jų būkle 1970 metais (1970 = 0). Sutarta, kad tuometiniai tiriamų rūšių populiacijų būklės lygiai būtų laikomi pakankamai stabilūs – nekeliantys grėsmės rūšių populiacijoms mažėti. Nors, galutiniu sprendimu, tai dar nereiškia, kad biologinės įvairovės degradavimo tendencijos jau sustabdytos. Visu pirma tokia informacija labai nepilna, apimanti tik vieną nedidelę (tik kai kurias stuburinių gyvūnų tipo rūšis) biosferos biologinės įvairovės dalį.

pav. Globalaus biologinės įvairovės indekso () kaita per šešiolikos metų
(šaltinis – Pasaulio gamtos fondas, Londono zoologų draugija)

Kaip matyti bendras globaliu mastu indekso sumažėjimas nuo 1970 metų vidutiniškai siekė 2006 m 30 proc. Atogražų ekosistemose gyvenančių atskirų stuburinių rūšių populiacijos sumažėjo net 60

proc. Galima pasidžiaugti, kad vidutinio klimato juostos ekosistemose minimi rodikliai 15 proc. Padidėjo. Deja, ir čia bendra situacija nėra labai gera ar optimistinė, tačiau jau dėl visai kitų priežasčių. Tiesiog vidutinio klimato biomų ekosistemose biologinė įvairovės degradacija vyko ne ka mažesne apimtimi, ką dabartinių metu stebime atogražų ekosistemose, tačiau tas jos degradacijos periodas buvo kur kas ilgesnis ir sutapo su istoriniu aktyvios gamtinės aplinkai antropogenės veiklos (poveikio) periodu. Dabartiniu metu stebimi kai kurie aktyvios gamtos auginės veiklos rezultatai.

Deja, stebimos kai kurios neigiamos rūšių populiacijų būklės tendencijos, kurios tampriai siejamos su jų specifinės gamtinės aplinkos – atskirų ekosistemų tipų būklės blogėjimo (degradacijos) požymiais:

- Nuo 1980 metų Europos žemyne perpus (50 %) sumažėjo žemės ūkio kraštovaizdyje gyvenančių paukščių populiacijos;
- Nuo 1968 iki 2003 metų Šiaurės Amerikos žemyne 40 proc. sumažėjo žemės ūkio kraštovaizdyje (pievų ir ganyklų ekosistemose) gyvenančių paukščių populiacijos. Tiesa, kai kur sausringesnėse teritorijose (kur sumažėjo vystoma ūkinė veikla, tų rūšių populiacijų būklė kiek pagerėjo, tačiau nepakankamai;
- 1200 stebėtose vandens ir pelkių paukščių populiacijose jų mažėjimo dydžiai siekė 44 proc.

Apibendrinant globaliu mastu daugelio rūšių populiacijų būklę galima teigti, kad dar jos labiau priartėjo prie išnykimo ribos. Ypač didelis pavojus iškilo toms rūšims, kurias žmogus naudoja maistui, vaistų, kaip žaliavos kitų paklausių vartojimo prekių gamybai, naikina kaip konkurentus (plėšrūnai), nei toms kurios nyksta nuo netiesioginių antropogeninės veiklos pasekmių.

Tarptautinės Raudonosios knygos (International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List), kur surinkta informacija apie 47 677 retas pasaulyje gyvūnų ir augalų rūšis duomenimis daugiau nei trečdalis (36 %) iš jų būklė priskiriama prie grėsmingų (itin jautrių poveikiui), greitai nykstančių ar atsidūrusių kritinėje būsenoje. Tarp 12055 esančių sąrašuose augalų rūšių net 70 proc. išskylusi išnykimo grėsmė/

pav. . Kiekybinis rūšių, kurių populiacijų būklė globaliu mastu patenka į įvairias rizikos grupes pasiskirstymas (informacijos šaltinis IUCN...) 3 diagrama

BENDRAS PRORITETŲ IŠSKIRIMAS:

Atsižvelgiant tiek į atskirų rūšių biologinio reikšmingumo tiek į jų esamų arealų nykimo grėsmę išskiriamos atskiros saugomų teritorijų kategorijos (kritinės būklės zona, neatidėliotinių

veiksmų zona, aukšto pavojaus zona), kuriose planuojami skirtingų gamtosauginių priemonių darbai.

lentelė.

BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS APSAUGOS IR JOS ATSTATYMO METODAI

1948 m. įkurta Pasaulinė gamtos apsaugos organizacija (*International Union for Conservation of Nature*, IUCN) - tarptautinė, pelno nesiekianti organizacija, užsiimanti planetos biologinės įvairovės problemų sprendimu, rengianti naujienas, kongresus, vykstančius įvairiose valstybėse, rūšių, kurioms reikalinga ypatinga apsauga įvairiose planetos regionuose, sąrašus. Organizacija turi JT Generalinės Asamblėjos stebėtojo statusą. Sąjunga apima 82 valstybes, 111 vyriausybinių organizacijų, daugiau nei 800 nevyriausybinių organizacijų ir apie 10 tūkst. mokslininkų ir ekspertų iš 181 pasaulio šalies. IUCN misija yra įtakoti, skatinti ir padėti visuomenei visame pasaulyje, siekiant išlaikyti gamtos vientisumą ir įvairovę ir užtikrinti, kad bet koks gamtos išteklių naudojimas būtų teisingai ir ekologiškai subalansuotas. Organizacijos būstinė įsikūrusi Glande (Šveicarija).

Tikslingas pesticidų ir kitų pavojingų cheminių junginių naudojimo mažinimas leidžia daugiau rūšių išgyventi agrocenozių aplinkoje ir urbanizuotose vietovėse. Naudojami tik tam tikrame rajone gamtosaugos metodai yra mažiau naudingi saugant migruojančias rūšis regioniniu mastu. Vienas iš strateginių požiūrių yra sukurti natūralių ekosistemų (laukinės gamtos) koridorius, atitinkančius gyvūnų/augalų judėjimo savitumus rajoniniu ir regioniu mastu. (pvz., vykdomi europiniai projektai „Natura 2000“ Paneuropinis ekologinių koridorių tinklas ir kt).

Naujai atsiradusios viename ar kitame regione invazinės rūšys, pripažintos kaip pavojingi konkurentai, kenkenkėjai ekonomiškai svarbioms vietinėms rūšims gali pradėtos naikinti ar imtasi priemonių jų keliamam pavojui mažinti (egzistuoja sudaryti jų

identifikacijos taksonominiai sąrašai skaitmeninės automatizuotos identifikavimo sistemos pvz., „Daisy” . Dingstančios rūšys gali būti identifikuojamos taipogi panaudojant duomenų bazes (pvz., „Gyvybės enciklopedijos”, ir „Pasaulio biologinės įvairovės informacinę priemonę”), tačiau, deja, tokiai sistemai sukurti trūksta pradinių duomenų – mes lig šiolei nežinome kiek biosferoje egzistuoja rūšių, todėl galime imtis apsaugos veiksmų tik žinomų rūšių atžvilgiu. Vienas iš tokių regioninės biologinės įvairovės pavyzdžių yra Australijos „Gimtosios augalijos vadybos sistema; Neseniai genetikai iš Kembridže esančio Sangerio centro ir jų kolegų iš penkiolikos kitų tarptautinių mokslo institucijų pristatė pasauliui „Žmonijos knygą“ – visą *Homo sapiens* genetinį kodą. Planko institute genetikai atkūrė neandertaliečio genomą.

BIOLOGINIŲ IŠTEKLIŲ PASKIRSTYMAS

Sutelkiant dėmesį į ribotų aukštojo potencialaus biologinės įvairovės srityse žada didesnę nedelsiant investicijų grąžą nei prasto išteklių tolygiai arba sutelkiant dėmesį į šiek tiek įvairovės, bet didesnę susidomėjimą biologinės įvairovės srityse.

Antroji strategija orientuota srityse, kurios išsaugo didžiąją jų pradinę įvairovę, kuri paprastai reikalauja mažai **arba visai nėra atkuriamas. Tai** paprastai yra ne urbanizuotos, ne žemės ūkio paskirties žemė. Atogrąžų sritys dažnai tinka abu kriterijus, atsižvelgiant į jų gimtoji didelė įvairovė ir santykinis trūksta plėtros.

KEIČIANT ŽEMĖS PASKIRTĮ PRARANDAMA BIOLOGINĖ ĮVAIROVĖ IR NYKSTA DIRVOŽEMIO FUNKCIJOS

Kaip paaiškėjo pagrindiniai žemės dangos tipai XXI a. Europoje yra miškai – 35 proc., ariamoji žemė – 25 proc., ganyklos – 17 proc., pusiau natūrali augmenija – 8 proc., vandens telkiniai – 3 proc., pelkės – 2 proc. ir urbanizuotos teritorijos – 4 proc. Žemės dangos pokyčių tendencijos 2000–2006 metais yra šiek tiek panašios į 1990–2000 m. laikotarpį. Vis dėlto, metinis 0,2 proc. pokytis 1990–2000 m. buvo didesnis, lyginant su 0,1 proc. 2000–2006 m. Miestų teritorijos išsiplėtė dar ir visų kitų (išskyrus miškus ir vandens telkinius) žemės dangos rūšių, , sąskaita. Urbanizacijos ir transporto tinklo plėtra ir toliau skaido gamtinių ekosistemų, buveinių vietumą, o gyvūnų ir augalų populiacijos, dėl migravimo ir plitimo sutrikdymo, darosi mažiau rezistentiškos antropogeniniam poveikiui, dažniau tampa pasmerktos išnykimui. Šie žemės dangos pokyčiai veikia ekosistemų teikiamas paslaugas. Dėka savo savybių dirvožemis atlieka esminį vaidmenį vandens, maistinių medžiagų ir anglies cikluose. Sausumoje daugiausia anglies nusėda į dirvožemio organinėje medžiagoje (humuso sluoksnyje), todėl jo vaidmuo tampa svarbiu mažinant

klimato kaitą. Organinių medžiagų koncentracija didžiausia durpingame dirvožemyje ir šiek tiek mažesnė ekstensyviai tvarkomose pievose bei miškuose: praranda Šių buveinių praradimas yra susijęs ne tik anglies atpalaidavimu, bet ir su sumažėjusia vandens sulaikymo geba, padidėjusia dirvų erozijos, staigių potvynių grėsme bei sumažėjusiu rekreacinių zonų patrauklumu.

Teigiama, kad ir nežymiai, bet didėja miškų plotai, tačiau didelį susirūpinimą kelia nykstančios natūralios ir pusiau natūralios buveinės, įskaitant pievas, pelkes, viržynus ir šlapynes kuriose sudėtyje yra sukaupti dideli organinių medžiagų kiekiai.

INTENSYVIAI EKSPLOATUOJAMI YRA MIŠKAI, O SENŲ MIŠKŲ DALIS TAMPA KRITIŠKAI MAŽA

Miškai yra labai svarbūs biologinei įvairovei ir ekosistemų funkcijoms palaikyti. Tai ir gausi biologinė rūšių, buveinių, ekosistemų įvairovė išsaugo kitus abiotinius komponentus (dirvožemį, vandens telkinius ir kt.) nuo degradacijos, palaikantys kai kurias ciklų grandis (anglies, hidrologinį ciklą, reguliuoja klimatą) ir yra didelės rekreacinės ir kultūrinės vertės kraštovaizdžio komponentai. Miškai yra labiausiai paplitusi natūrali augmenija Europoje, tačiau pirmykščio miško išlikę vos 2 proc. Visi kiti su nedidelėmis išimtimis (itin saugomose teritorijose tik 5 proc. Europos miškų ploto šiuo metu laikomi žmonių nepaliestais) visi kiti yra intensyviai eksploatuojami. Tokiuose miškuose paprastai nėra daug didesnių sausuočių ir senesnių medžių, kurie gali būti tam tikrų rūšių buveinėmis, ir juose dažnai galima rasti daug nevietinių medžių rūšių (pvz., didžiąją pocūgę, sibirinį maumedį). Teigiama, kad mažiausia seno augimo miško būtina dalis, siekiant išlaikyti labiausiai nykstančių miškų rūšių populiacijų gyvybingumą yra 10 proc. Didžiausi seno miško plotai ES šalyse yra Bulgarijoje ir Rumunijoje. Seno miško praradimas kartu su padidėjusiu kitų miško želdinių suardymu iš dalies paaiškina besitęsiančią menką daugumos miškų rūšių gamtosaugos būklę Europoje. Kadangi rūšys gali išnykti daug vėliau po buveinių suirimo, kuris yra rūšių nykimo priežastis, susiduriame su „ekologine skola“ – dėl to buvo pripažinta, kad egzistuoja didelė tikimybė, kad ilgainiui gali išnykti keli tūkstančiai ilgaamžių borealinio (šiaurinio) miško rūšių. Gera tai, kad dabartinis bendras medienos derlius išlieka gerokai mažesnis už metinį prieaugį ir bendras miško plotas didėja. Tai patvirtino socialinės ekonominės tendencijos ir valstybinės politikos iniciatyvos gerinti miško ūkio valdymą, susietą su Europos miškų struktūra – 46 šalių bendradarbiavimo programa ministerijų lygyje, įskaitant ES šalis. Valdant miškų ūkį ne tik siekiama apsaugoti medieną, bet atsižvelgiama ir į plačią miškų funkcijų sritį, taip užtikrinant biologinės įvairovės apsaugą ir ekosistemos funkcijų išsaugojimą miškuose. Tačiau dar yra daug sprendimų klausimų. Naujausioje ES Žaliojoje knygoje rašoma apie galimą klimato kaitos įtaką miškų ūkio valdymui ir apsaugai Europoje bei būtinybę stiprinti monitoringą, ataskaitų teikimą ir keitimąsi

žiniomis. Taip pat išreiškiamas susirūpinimas dėl ateities pusiausvyros tarp medienos pasiūlos ir paklausos 27 ES valstybėse narėse, atsižvelgiant į planuojamą bioenergijos gamybos didinimą.

Dirbamosios žemės plotai mažėja, tačiau naudojimas intensyvėja ir dėl to mažėja turtingų rūšimis pievų

Ekosistemų teikiamų paslaugų koncepcija turbūt akivaizdžiausiai gali būti suvokta kalbant apie žemės ūkį. Pagrindinis tikslas – apsirūpinimas maistu, tačiau dirbamoji žemė teikia ir daugiau

ekosistemos paslaugų. Tradicinis Europos žemės ūkio paskirties kraštovaizdis – tai svarbus kultūros paveldas, padedantis skatinti turizmą ir siūlyti rekreacines galimybes gamtoje. Dirbamosios žemės dirvožemis atlieka svarbiausią vaidmenį mitybinių medžiagų ir vandens apykaitoje. Europos žemės ūkiui būdinga dvejopa tendencija: vienuose regionuose didelio masto intensyvinimas, o kituose – žemės apleidimas. Intensyvinimu siekiama padidinti derlių, tad reikalingos investicijos įrengimams, drenažui, trąšoms ir pesticidams. Intensyvinimas taip pat būna susijęs su supaprastintomis sėjomainomis. Jeigu dėl socialinių, ekonominių ir biofizinių

aplinkybių to padaryti neįmanoma, žemės ūkis išlieka ekstensyvus arba žemės ūkio veikla metama. Tokį vystymąsi lemia keli veiksniai, įskaitant technologines naujoves, politinę paramą ir tarptautinės rinkos plėtrą, taip pat klimato kaitą, demografines tendencijas ir gyvensenos pokyčius. Žemės ūkio produkcijos koncentracija ir optimizavimas turėjo didelių pasekmių biologinei įvairovei, kas tapo akivaizdu matant mažėjančias laukų paukščių ir drugių populiacijas. Žemės ūkio paskirties vietovės, kuriose yra didelė biologinė įvairovė, pavyzdžiui, plačios ganyklos, vis dar sudaro apie 30 proc. Europos žemės ūkio naudmenų. Nors jos gamtinė ir kultūrinė vertė Europos aplinkosaugos ir žemės ūkio politikoje yra pripažįstama, šiuo metu,

siekiant išvengti tolesnio mažėjimo, pagal Bendrąją žemės ūkio politiką (BŽŪP) taikomų priemonių nepakanka. Dauguma (apie 80 proc.) didelę gamtinę vertę turinčios dirbamosios žemės yra už saugomų teritorijų ribų. Likę 20 proc. žemės saugoma remiantis Buveinių ir Paukščių direktyvomis. Iš ES Buveinių direktyvose nurodytų Bendrijos svarbos 231 buveinių tipų 61 yra susijęs su žemės ūkio valdymu – daugiausia ganymu ir šienavimu. Pagal Buveinių direktyvą ES valstybių narių pateiktos vertinimo ataskaitos rodo, kad šių žemės ūkio buveinių apsaugos būklė yra blogesnė nei visų kitų. Potencialiai palankesnės priemonės pagal kaimo plėtros reglamentą – antrąjį BŽŪP ramstį – sudaro mažiau nei 10 proc. visų BŽŪP išlaidų ir atrodo, kad jos nėra tikslingai panaudojamos didelės gamtinės vertės dirbamajai žemei apsaugoti. Didžioji dalis BŽŪP paramos vis dar yra naudinga intensyvaus produktyvumo sritims ir žemės ūkio sistemoms. Subsidijų atsiejimas nuo gamybos ir privalomas kompleksinės paramos susiejimas su aplinkosaugos teisės aktais gali tam tikru mastu palengvinti žemės ūkio poveikį aplinkai. Tačiau to nepakanka siekiant užtikrinti nuolatinį valdymą, būtina veiksmingai apsaugoti didelės gamtinės

vertės dirbamąją žemę. Žemės ūkio intensyvinimas kelia grėsmę ne tik antžemei biologinei įvairovei, bet ir tai jos daliai, kuri gyvena dirbamosios žemės dirvožemyje. Bendras mikroorganizmų, esančių po vidutiniu pievų dirvožemio hektaru, svoris gali viršyti 5 tonas – tiek pat, kiek sveria vidutinio dydžio dramblys – ir tai dažnai viršija ant žemės esančios biomasės kiekį. Ši flora ir fauna dalyvauja daugelyje svarbiausių dirvožemio funkcijų. Dirvožemio apsauga yra pagrindinė aplinkosaugos problema, nes dirvožemio nykimo procesai yra plačiai paplitę Europos Sąjungoje.

Bioenergijos gamybos augimas, pavyzdžiui, ES tikslas iki 2020 m. padidinti transporto srityje naudojamos atsinaujinančiosios energijos dalį iki 10 proc., taip pat padidino grėsmę žemės ūkio paskirties žemės ištekliams ir biologinei įvairovei. Dėl kultūrų keitimo į kai kurias biokurui naudojamas kultūras, intensyviau naudojamų trąšų ir pesticidų toliau didėja tarša ir nyksta biologinė įvairovė. Daug kas priklauso nuo to, kur pradedama auginti kitas kultūras ir nuo to, kiek Europos produkcija prisideda prie biokuro tikslo. Turima informacija rodo, kad tendencija žemės ūkį telkti derlingiausiuose plotuose ir dar intensyviau veiklą, kad didėtų našumas, gali tęstis.

NEPAISANT SUMAŽINTO TARŠOS KRŪVIO, SAUSUMOS IR GĖLO VANDENS EKOSISTEMOMS VIS DAR GRESIA PAVOJUS

Be tiesioginio žmogaus veiklos poveikio biologinei įvairovei keičiant žemės paskirtį ir ją eksploatuojant, žemės ūkis, pramonė, atliekų susidarymas ir transportas (ypač oro), dirvožemio ir vandens tarša daro ir netiesioginį, vis didėjantį poveikį. Įvairūs teršalai, įskaitant biogeninių medžiagų perteklių, pesticidus, mikrobus, pramoninius chemikalus, metalus ir farmacijos produktus, patenka į dirvožemį, gruntinius ir paviršinius vandenis. Eutrofikuojančių ir rūgštinančių medžiagų atmosferinės nuosėdos, įskaitant azoto oksidą (NOX), amonį (NHX) ir sieros dioksidą (SO₂), dar pajvairina teršalų mišinį. Ekosistemas neigiamai veikia tiek miškų ir ežerų rūgštėjimas, buveinių nykimas, tiek dėl per didelio mitybinių medžiagų prisotinimo žydintys dumbliai ir rūšių nervinės ir endokrininės sistemos sutrikimus sukeliantys pesticidai, steroidiniai estrogenai ir pramoniniai chemikalai, pavyzdžiui, polichlorinti bifenilai (PCBs).

Didelė Europos duomenų apie teršalų poveikį biologinei įvairovei ir ekosistemoms dalis yra susijusi su rūgštinimu ir eutrofikacija. Viena iš Europos aplinkosaugos politikos sėkmių buvo nuo aštuntojo dešimtmečio pastebimai sumažintas rūgštinančio teršalo SO₂ kiekis. Nuo 1990 m. rūgštinančių teršalų paveiktų teritorijų plotai dar sumažėjo. 2010 m. 10 proc. EAA 32 natūralių ekosistemų ploto vis dar yra veikiamas rūgštinančių iškritų, viršijančių kritinių apkrovų ribas.

Nors sieros teršalų išmetimas mažėja, žemės ūkio išskiriamas azotas dabar yra pagrindinė rūgštinanti medžiaga mūsų ore. Žemės ūkis taip pat labai svarbus eutrofikacijos šaltinis dėl per didelio naudojamų mitybinių medžiagų, azoto ir fosforo, išmetamo kiekio. Per paskutinius metus

žemės ūkio mitybinių medžiagų balansas daugelyje ES šalių pagerėjo, tačiau daugiau kaip 40 proc. pažeidžiamų sausumos ir gėlo vandens ekosistemų teritorijų vis dar yra veikiamos atmosferos azoto iškritomis, viršijančiomis kritinių apkrovų ribas. Manoma, kad dėl žemės ūkio veiklos ir toliau bus išmetama daug azoto, nes planuojama, kad iki 2020 m. azotinių trąšų naudojimas ES padidės maždaug 4 proc.. Fosforo kiekis gėlo vandens sistemose didėja dėl žemės ūkio nuotekų ir buitinių nuotekų valymo įrenginių. Fosfatų koncentracija upėse ir ežeruose gerokai sumažėjo daugiausia dėl laipsniško Miestų nuotekų valymo direktyvos įgyvendinimo nuo 10-ojo dešimtmečio pradžios. Dabartinė fosfatų koncentracija, deja, dažnai viršija minimalią

eutrofikaciją. Kai kuriuose vandens telkiniuose fosfatų koncentracija yra tokia didelė, kad norint pasiekti gerą būklę pagal Bendrąją vandens politikos direktyvą (BVPD), reikės didelių patobulinimų. Kad iki 2015 m. būtų pasiekta gera būklė pagal BVPD, visų pirma daugelyje Europos vandens telkinių reikia sumažinti perteklinį maistmedžiagų pateikimą bei atstatyti tolydumą ir hidromorfologines sąlygas. Į upių baseinų valdymo planus, kuriuos pagal BVPD sudarė valstybės narės ir kuriuos būtina pradėti vykdyti iki 2012 m., įeina ir ekonomiškai efektyvių priemonių programa, skirta spręsti visų taršos mitybinėmis medžiagomis šaltinių problemą.

Šiam tikslui pasiekti taip pat reikės konkrečių politinių pastangų, kad aplinkosauginiai aspektai būtų toliau integruojami į BŽŪP. Be to, visiškas Nitratų direktyvos įgyvendinimas ir laikymasis Paukščių ir Buveinių direktyvų nuostatų – tai pagrindiniai gretutinės politikos veiksmai, remiant BVPD.

JŪRINĘ APLINKĄ STIPRIAI VEIKIA BENDROJI TARŠA IR ŽUVŲ IŠTEKLIŲ PEREKSPLOATAVIMAS

Didžioji pirmesniame skyriuje nurodyta gėlo vandens teršalų dalis galiausiai išleidžiama į pakrančių vandenį, todėl žemės ūkis taip pat yra pagrindinis azoto apkrovų šaltinis jūrinei aplinkai. Vis daugėja nusėdančio atmosferinio amoniakinio azoto (NH_3), kurį išskiria žemės ūkis, ir NO_x , kuris išmetamas iš laivų. Jis gali sudaryti 30 proc. arba didesnę visos azoto apkrovos dalį jūrų paviršiui. Maistmedžiagėmis prisotintas vanduo kai kur greitina fitoplanktono augimą, todėl yra didelė jūrų aplinkos problema. Ši problema gali pakeisti prisotintame vandenyje gyvenančių jūrinių organizmų sudėtį ir gausą, o galiausiai būtų išeikvotas deguonis ir žūtų dugne gyvenantys organizmai. Per paskutinius 50 metų labai paspartėjo deguonies išeikvojimas: nuo maždaug dešimties užregistruotų atvejų 1960 m. iki mažiausiai 169 atvejų 2007 m. visame pasaulyje. Manoma, kad ši problema plis, nes dėl klimato kaitos padidėjo jūros temperatūra. Europoje maistmedžiagėmis prisotinto vandens problema ypač akivaizdi Baltijos jūroje, kurios ekologinė būklė yra tarp prastos ir blogos. Jūrinę aplinką taip pat stipriai veikia žūklė. Žuvys – svarbiausias

pajamų šaltinis daugeliui pakrančių bendruomenių, tačiau pereksplotavimas kelia grėsmę ir Europos, ir pasaulio žuvų 21 proc. biologinio saugumo ribos yra peržengtos. Šiaurės rytų Atlanto vandenyno teritorijose žuvų biologinio saugumo procentiniai dydžiai skiriasi nuo 25 proc. Arkties rytuose iki 62 proc. Biskajos įlankoje. Viduržemio jūroje apie 60 proc. žuvų kyla išnykimo grėsmė, o keturiose iš šešių teritorijų ši grėsmė viršija daugiau kaip 60 proc. Pereksplotavimas ne tik mažina bendrą komercinių rūšių išteklių skaičių, bet turi įtakos amžiaus ir dydžio pasiskirstymui žuvų populiacijose, taip pat ir rūšių sudėčiai jūrinėje ekosistemoje. Vidutinis sugautų žuvų dydis sumažėjo. Taip pat labai sumažėjo aukštesnių mitybos lygių didžiųjų plėšriųjų žuvų rūšių. Tokių pokyčių padariniai jūrinei ekosistamai vis dar menkai suvokiami, tačiau gali būti dideli. Nors 2002 m. Bendrosios žuvininkystės politikos (BŽP) reformoje buvo keliami gamtosauginiai tikslai, tačiau pripažinta, kad jie nebuvo pasiekti. ES Žaliojoje knygoje dėl BŽP reformos 2009 m. nurodyta atlikti visą žūklės plotų valdymo reformą. Žaliojoje knygoje buvo pripažinta, kad žuvų ištekliai yra pereksplotuojami, laivyno pajėgumai yra per dideli, didelės subsidijos, mažas ekonominis gebėjimas atsistatyti, o Europos žvejų sugautos žuvies biomasė mažėja. Šis konstatavimas yra svarbus žingsnis siekiant įgyvendinti ekosistemos funkcionavimo principais pagrįstus metodus, kuriais būtų reguliuojamas jūrinių išteklių eksploatavimas, žvelgiant iš daug platesnės ekosistemų teikiamų paslaugų perspektyvos.

ŽMONĖMS LABAI SVARBU IŠSAUGOTI BIOLOGINĘ ĮVAIROVĘ VISAME PASAULYJE

Biologinės įvairovės apsauga suprantama kaip gyvų organizmų ir jų gyvenamosios aplinkos (buveinių) bei joje vykstančių procesų įvairovių visumos saugojimo problemų visuma. Teoriškai išskiriamų jos lygmenų (genetinio, rūšinio, ekosisteminio, geosisteminis, arba kraštovaizdžio, regioninio, kartais dar – funkcinio) atskiros ir kompleksinės saugojimo problemos.

Praktiškai, vertinant ekosistemos įvairovę, dažniausiai kalbama apie rūšių įvairovę ir jų apsaugą. Deja, ir šiandien dar beveik neįmanoma identifikuoti, suskaičiuoti visas gyvojo pasaulio rūšis, porūšius, jų formas, egzistuojančias praktiškai visose Žemės sferose;

Laikomasi supaprastintos taisyklės - saugoma visų gyvenimo sąlygų egzistuojančių buveinėse ir pačių buveinių - kas sudaro prielaidas ir visų lygių biologinei įvairovei egzistuoti ...

Biologinės įvairovės praradimas galiausiai sukelia pragaištingų padarinių žmonėms, nes įtakoja ekosistemų teikiamas paslaugas. Dėl didelio masto natūralių sistemų kultivavimo ir nusausinimo padidėjo anglies dvideginio išmetimas į orą ir sumažėjo dirvos gebėjimas sulaikyti anglį ir vandenį. Dėl klimato pokyčių padidėjo nuotekio greitis, o padažnėjus krituliams kyla potvyniai, kuriuos patiria vis daugiau žmonių. Biologinė įvairovė įtakoja žmonių gerovę, nes teikia rekreacines galimybes ir patrauklius gamtovaizdžius – derinį, į kurį vis labiau atsižvelgiama

projektuojant miestus ir planuojant teritorijas. Galbūt mažiau pastebimas, tačiau ne mažiau svarbus, yra ryšys tarp rūšių ir buveinių pasiskirstymo bei užkrato pernešėjų platinamų

ligų. Šiuo atveju, grėsmę gali kelti invazinės svetimos rūšys. Dėl prekybos globalizacijos, klimato kaitos ir dėl padidėjusio žemės ūkio monokultūrų pažeidžiamumo rūšys gali lengviau plisti ir tapti invazinėmis. Dėl globalizacijos gamtinių išteklių naudojimo poveikis yra erdvinio

požiūriu išskaidytas. Pavyzdžiui, Europos žuvų išteklių išsekvojimas nesukėlė vietinių maisto atsargų trūkumo – tačiau jis buvo kompensuotas didėjančia priklausomybe nuo importo. Kadangi iki

1997 m. ES iš esmės turėjo pakankamai nuosavų išteklių (kai bendras sugautų žuvų kiekis išaugo iki 8 mln. tonų), 2007 m. vietinis tiekimas sumažėjo beveik 50 proc. (5,5 mln. tonų vietinių žuvų iš sunaudotų 9,5 mln. tonų) (48). Gali būti daug importuojama javų (maždaug 7,5 mln. tonų),

pašarų (maždaug 26 mln. tonų) ir medienos (apie 20 mln. tonų) irgi darant įtaką ne Europos biologinei įvairovei (pavyzdžiui, kertant atogrąžų miškus). Be to, sparčiai didėjanti biodegalų paklausa gali dar padidinti Europos ekologinį pėdsaką visame pasaulyje. Dėl tokių tendencijų vis didėja grėsmė pasauliniams ištekliais. Apskritai vis labiau pastebima, kiek prie žmogaus gerovės prisideda biologinė įvairovė. Vis dažniau su biologine įvairove siejamas maistas, drabužiai ir statybinės medžiagos. Tai gyvybiškai svarbūs ištekliai, kurie turi būti tvariai valdomi ir saugomi, kad savo ruožtu saugotų mus ir visą planetą. Tuo pat metu Europos gyventojai suvartoja dvigubai daugiau to, ką gali gauti iš savo žemės ir jūros.

Šios realybės suderinimas yra pagrindinė ES siūlomos 2050 metų vizijos ir 2020 metų pagrindinio tikslo esmė. Norint pasiekti pažangą, būtina, kad aktyviai įsitrauktų visi piliečiai, ne tik šiame vertinime paminėtų ekonominių sektorių atstovai ir veikėjai.

BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS FUNKCINĖ REIKŠMĖ EKOSISTEMOSE GLOBALIU BIOSFEROS MASTU

Pagrindiniai tokių lokalaus naikinimo, regioninės degradacijos ir globalių pasekmių sąsajų teiginiai būtų :

- ❖ genetinės įvairovės kaip atskirų rūšių populiacijų bendrame rūšies areale praradimas sumažina rūšies adaptyvumą aplinkos pokyčiams kartu susiaurindamas prie naujų abiotinių ir klimato kaitos, nepalikdamas galimybių toms rūšims dar kartą apgyvendinti paliktas buveines;

- ❖ naujų rūšių atsiradimas senbuvų išnykimas sukelia tolesnio buveinių, ekosistemų funkcionavimo pokyčius; ypač tai svarbu kada su tam tikra rūšių kaita keičiasi ir ekosistemose medžiagų ir energijos srautų apykaita (pvz., azoto fiksacija, naujų invazinių rūšių įsigalėjimas pasinaudojant sukauptais ištekliais ir kt.); tai patvirtina taip vadinamųjų kertinių rūšių – palaikančių vienos ar kitos sistemos gyvybingumą buveinėse, ekosistemose svarbą;
- ❖ žinoma, kad ekosistemų rezistentiškumo (atsparumo/pasipriešinimo) gebos laipsnis įvairiems ekstremaliems aplinkos būklės pokyčiams yra proporcingas nuo jose egzistuojančių rūšių skaičiaus;
- ❖ dirbtinai supaprastinta sistema (pvz., agrocenozės) siekiant gauti maksimalią produkciją (pvz. grūdai) ir pastoviai naudojant papildomas investicijas (sėklos, sėjomainos, kovos priemonės su ligomis, parazitais, kenkėjais ir kt.) yra trumpalaikė ir be žmogaus priežiūros ir negyvybinga (prasideda naujų rūšių invazijos ir tolesnės sukcesijos pakeičiančios buvusias agrocenozes į gamtinės buveines);
- ❖ Ypač jautrios antropogeninei veiklai ekosistemos randasi aridiniuose žemės regionuose, vandenynų salose, aukštų platumų ekosistemose; padidėjęs jose esamų funkcinių ryšių jautrumas aiškinamas labai mažu reprezentuojamų rūšių kiekiu, kurios dalijasi tarpusavio santykių palaikymu ir, tuo pačiu, būtinų ekosistemose funkcijų palaikymo vykdymo būtinybe (medžiagų/energijos mainai ir apytaka);
- ❖ Kraštovaizdžio ir ekosistemų pažeidimai sukelia tolesnius gilesnius pokyčius kitų smulkesnių komponentų (bendrijos, populiacijos) tarpusavio santykiuose; kintant rūšių balansui, sumažėja ilgai gyvenančių, o padaugėja trumpai gyvenančių rūšių skaičius – tokios permainos kaičia ekosistemos talpumą (keičiasi biogenų, anglies kaupimo, apsaugos nuo invazinių rūšių mechanizmai ir dar daug kitų rūšių tarpusavio santykių; vertinant tokius ilgalaikius atskirų ekosistemų pokyčius regionų kraštovaizdžių mastu – egzistuojančios ekologinės problemos išsiskyla jau į biomų, taigi į globalųjį rangą;

BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS REIKŠMĖ EKOSFEROJE ir svarba žmogui

Kad galėtume apčiuopiamiau įvertinti biosferos biologinės įvairovės vertę, pasitelksim jos tiekiamų paslaugų žmonėms vertinimą. Visas šias paslaugas galima būtų suskirstyti :

- - BIOLOGINIŲ IŠTEKLIŲ TIEKIMO – arba materialių įvairių prekių, atnešančių tiesioginę naudą, kurią galima įvertinti ir pinigine išraiška, žmonėms tiekimas (mediena, vaistai, įvairiausi maisto produktai ir kt.);
- GYVYBINĖS APLINKOS OPTIMIZAVIMO – arba įvairių gyvybinių funkcijų, kurias atlieka ekosistemos palaikymo aplinkoje. Deja kol kas ne visos iš jų įvertintos materialiai tradicinėse kainų rinkose. Tai ir mikro ir regioninių klimatų reguliavimas (CO₂, vietinių kritulių kiekių reguliavimas, esančių įvairių teršalų filtracija iš oro ir vandens, apsauga nuo stichinių nelaimių – nuošliaužų ir štormų jūrų pakrantėse ir kt.);
- KULTŪRINĖS DVASINĖS – natūralus kraštovaidis, jo ekosistemos asocijuojasi su sveika gamtinė aplinka ir atskiromis patraukliomis biologinėmis įvairobės vertybėmis, kurių naudą ir teikiamas paslaugas kol kas vertiname tik iš dalies per rekreacines/turizmo teikiamas paslaugas;
- KITOS PAPILDOMOS PASLAUGOS – kurių teikiama nauda lyg ir neatneša tiesiogiai įvertinamos naudos, tačiau jų visuma yra būtina visų ekosistemų funkcionavimo sąlyga, Pastarosios yra kitų anksčiau išvardintų paslaugų tiekėjos (pvz., dirvožemio derlingojo sluoksnio – humuso formavimas, augalinės dangos augimo ir plėtos procesų kūrimas ir palaikymas ir kt.).

TIESIOGIAI IR NETIESIOGIAI SUTEIKIAMA NAUDA ŽMOGUI

Biologinė įvairovė palaiko ekosistemos paslaugas, įskaitant oro kokybės klimato švelninimo (pvz., CO₂ sumažinimas), vandens valymo, augalų apdulkinimas, erozijos, defliacijos prevencijos. Nuo akmens amžiaus, intensyvisi eksploatuojant rūšių biologinius išteklius - jų nuostoliai paspartėjo išaugo viršydami savaiminio atsistatymo galimybių ribas. Rūšių nykimo tempų vertinimai teigia, kad dabartiniu metu tokia degradacija vyksta 100-10,000 kartus taip greičiau nei ankstesnėse erose vykusių masinių išmirimų metu

ŽEMĖS ŪKIS

Kultivuojamų kultūrų įvairovė yra būtina kaip atsvara monokultūroms apsaugant pasėlius nuo ligų ar parazitų. Keletas skausmingų istorijos pamokų, kada šios nuostatos nebuvo laikomasi:

1846 m. prasidėjęs Airijoje bulvių maras („juodoji kojėlė“), kurį sukėlė grybas bulvinis puvinys tapo itin skaudžiu nacijai socialiniu veiksniu inicijavusiu dvi žalingas pasekmes

- apie milijoną žmonių mirčių;
- apie milijono emigracija į kitas šalis;

Viso to priežastis - buvo leidžiama (kultivuoti) sodinti tik dvi bulvių veisles, kurios buvo neatsparios naujai pasirodžiusiai ligai.

Kai 1970 m. ryžių žolinis kaskadininkų virusas iš Indonezijos „smogė“ ryžių laukams Indijoje, natūraliai buvo išbandytas 6 273 veislių atsparumas. pasirodė, kad tik viena iš jų žinoma tik nuo 1966 m buvo atspari. Šios veislės suformuoti hibridai su kitomis veislėmis dabar plačiai auginami.

Kai 1970 m. Kavos rūdys „užpuolė“ Šri Lankos, Brazilijos ir Centrinės Amerikos kavos plantacijas - Etiopijoje. buvo rasta atspari veislė

Monokultūros auginimas, platinimas ir jos dominavimas regione tapo dominuojančiu veiksnių (pagrindine priežastimi) daugelyje žemės ūkį ištikusių nelaimių, įskaitant Europos vynininkystės nuopolį XIX a. pabaigoje ir po to siautusios 1970 m JAV Pietų Corn Leaf Blight epidemijos priežastimi.

Nors apie 80 proc. žmonių maisto racione paprastai yra tik kiek daugiau nei 20 augalų rūšių – pasaulio žmonija galėtų naudoti bent 40 000 augalų rūšių.

Daugelis gyventojų yra priklausomi nuo labai nedidelės atskirų rūšių (iš jų išvestų veislių) būklės ir produktyvumo, nes tai pagrindiniai jų maisto, pastogės ir drabužių ir kt. būtinų produktų tiekėjai.

Didėjantis Žemės gyventojų skaičius kelia naujus – išgyvenamumo ir biologinės įvairovės išteklių (įvairių maisto ir kitų produktų, pakankamumo, vaistų tinkamumo ir atitikimo normoms žmonėms, jų efektyvumo ir kt.) problemas. Iš kitos pusės stebima ir kiekybiškai įvertinama, kad bendras biologinės įvairovės potencialas mažėja.

POVEIKIS ŽMONIŲ SVEIKATAI

Įvairi miško kupolo Barro Colorado Island, Panama, davė šį terminą skirtingomis kalbomis vadinamiems atogražų miško vaisiams....

Biologinės įvairovės svarba žmogaus sveikatai yra tampa tarptautinis politinis klausimas. Remiantis mokslinių tyrimų rezultatais kaip įrodymais, apeliuojama į biologinės įvairovės poveikį pasaulio gyventojų sveikatai. Ši problema betarpiškai siejama ir su globalia klimato kaita, kaip ir daugelis kitų numatomų klimato kaitos sukeltų pavojų žmonių sveikatai. Tai gali būti siejama ir naujai atsirandančių (dėl klimato kaitos) palankių sąlygų ligų pernešėjams atsirasti ir plisti naujuose regionuose ir su globalizacijos procesais (pvz., kraujasiurbų vabzdžių ir jų pernešamų ligų sukėlėjų plėtra, naujų rūšių invazijos ar/ir jų

introdukcijos mastų augimas visame pasaulyje, gėlo vandens trūkumas ir jo netinkamos kokybės išteklių naudojimas žmonių poreikiams, dirvožemio pedobiontų [dirvožemio sluoksnio biologinė įvairovė] bendrijų degradacija ir derlingų dirvų pažėjimas pasaulyje skatinantis papildomai naudoti dirbtines trašas ir chemines kovos prieš kenkėjus priemonės ir kt.). Žemės ūkio sektoriuje kultivuojamų kultūrų biologinės įvairovės mažėjimas (kelių maistinių kultūrų globalus dominavimas) atsiliepia tiek maisto ištekliams tiek jų maistiniam visavertiškumui.

Labiausiai tikėtina, kad pirmiausia išnyksta rūšys kurios egzistavo kaip nuo infekcinės ligos perdavimo buferis, o išlikę rūšys yra potencialiai linkusios būti vienos ar kitos ligos pernešėjais. To pavyzdžiu tapo Vakarų Nilo viruso, Laimo ligos, Hanta viruso plitimo tyrimai atlikti F. Keesing (Atkinsono tvarios aplinkos ateities centras - ACSF) H. Drew (Kornelio universitetas) .

Auganti maisto paklausa ir tinkamo geriamo vandens stoka, infekcinių ligų plitimas atskiruose regionuose, jau tapo rimta problema žmonių sveikatos švaram vandens padidėjimo pasiskirstymas, kai kuriose pasaulio dalyse vis dar nevienodas. Pagal atskirų metų duomenis (*2008 m. Pasaulio gyventojų duomenų lapas*) didžiausia problema yra aridinių sričių šalių teritorijose, kur didžioji dalis vandens išteklių panaudojama irigacinėje žemdirbystėje. Kol kas mažiausiai išsivysčiusiose šalyse tik 62 proc gyventojų apsirūpina švariu vandeniu.

Biologinė įvairovė siejama su kai kuriais sveikatos klausimais, įtakojontys bendrą gyventojų sveikatos būklę, mitybos ir mitybos saugumo, infekcinės ligų, vaistinių išteklių, socialinės ir psichologinės sveikatos problemomis .

Žinomas biologinės įvairovės vaidmuo mažinant ekologinių nelaimių riziką, ir po jų atkūriant palankią ir sveiką žmonėms aplinką.

Biologinė įvairovė yra tas rezervas naujų vaistų, vaistinių preparatų atradimui bei esamų ir naujai sukurtų vaistų ištekliams . Kaip žinia didelė dalis vaistų yra gaunami tiesiogiai arba netiesiogiai iš biologinių išteklių. Net 50 proc. į JAV rinkoje esančių farmacinių junginių yra gauti iš augalų, gyvūnų ar panaudojant mikroorganizmus. Net apie 80 proc. pasaulio gyventojų naudoja ir yra priklausomi gamtinių vaistinių preparatų (didžioji dauguma tai daro dėl ekonominių sunkumų, kiti – naudojami kaip modernios ar tradicinės medicinos praktikos pasiekimai). Dar ir šiandien tik labai mažos dalies laukinių - potencialiai vaistingųjų biologinių rūšių yra ištirtas medicininis potencialas.

BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS TECHNOLOGIJŲ/BIOTECHNOLOGIJŲ POTENCIALO PANAUDOJIMAS

Biologinė įvairovė gali lemiama pažangos ir naujo požiūrio įrankiu inžinierijos srityse. (atsirado nauja mokslo šaka bionika, pateikianti ir įdiegianti socialinėje ir ekonominėje sferose naujus pažangius atradimus - technologiniai sprendimai pastatuose, įrengimuose, technologijose ir kt. adaptuoti iš atskirų biologinės įvairovės struktūrinių komponentų).

Rinkos analizės ir biologinės įvairovės mokslo įrodymai teigia, kad farmacijos sektoriaus produkcijos mažėjimas nuo 1980 metų gali būti siejamas su perėjimu prie gamtinių produktų, nes natūralūs produktai ir jų gydomosios galios jau turi ilgą istoriją nei ekonomiškai remiamos ir didelį poveikį žmonių sveikatai turinčios sintetinės naujovės. Jūrų ekosistemos yra itin svarbios, nors kol kas mažai ištirtos.

VERSLAS IR PRAMONĖ

Daugelis pramonės žaliavų gauti tiesiogiai iš biologinių šaltinių. Tai apima statybinių medžiagų (kalkakmenis, kreida, mediena, pluoštai, dažų, gumos ir kt.), energetinių išteklių (akmens anglies, naftos, durpių, medienos atliekos, žoliniai augalai metanolui gaminti ir kt.). Biologinė įvairovė yra svarbi atsinaujinančių išteklių (pvz., geriamo vandens kokybė, mediena, skaidulingos kultūros, įvairaus augalinio ir gyvūninio maisto ištekliai) saugumui palaikyti. Esamas biologinės įvairovės mažėjimas yra reikšmingas rizikos veiksnys verslo plėtrai ir grėsmė tam pačiam ilgalaikiam ekonomikos tvarumui .

BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS REKREACINĖS, KULTŪRINĖS, ESTETINĖS VERTYBĖS

Biologinė įvairovė ne tik praturtina pasaulio gyventojų laisvalaikio veiklas, bet ir sukuria ištisą globalią rekreacinių paslaugų industriją. Daugelio pasaulio kultūrų palikime matome jas ir save kaip neatskiriamą gamtos pasaulio dalį. Pasaulio kultūriniame lobyje labai daug muzikos, vaizduojamosios dailės kūrinių, literatūros, kitų meno rūšių šedevrų, kurių autorius įkvėpė nuostabi biologinė įvairovė. Tai tebesitęsia lig šiolei ir šis procesas neturi pabaigos.

Galima paminėti ir daug sričių, kur biologinė įvairovė davė postūmį naujiems verslams ir atskirų žmonių grupių tebesitęsiantiems pomėgiams (sodininkystė, gėlininkystė, daržininkystė, šunininkystė ir kt.).

Kai kurie žmonių pomėgiai padėjo išgelbėti kai kurias beišnykstančias augalų ir gyvūnų rūšis, tačiau atsitinka ir atvirkščiai. Dažnai egzotinių gyvūnų ir augalų komercinių

kolekcionierių, tiekėjų, veisėjai, skleidėjų ir tų, kurie skatina jų supratimą ir malonumą santyčiai yra sudėtingi ir sunkiai suprantami.

Filosofiškai galima teigti, kad biologinė įvairovė turi kiekvienam iš mūsų ir visai žmonijai vidinę estetinę ir dvasinę vertę. Ši idėja gali būti naudojama kaip atsvara teiginiui, kad biologinė įvairovė reikalinga mums tik kaip mūsų gerbūvio ekonominis potencialas.

EKOLOGINĖ PASLAUGA - EKOSISTEMŲ TEIKIAMOS PASLAUGOS

Jungtinių tautų iniciatyva ir užsakymu 2005 metais išleistame „Tūkstančio ekosistemų įvertinime“ („Millenium Ecosystem Assessment“) apie šio amžiaus gamtinės aplinkos ateitį yra išdėstytos mintys apie naują *Homo economicus* (žmogaus priklausančio nuo ekonominių paslaugų, kurias pastoviai teikia Gamta) gyvenimo filosofiją. Kaip teigia Gundo ekologiškosios ekonomikos instituto (JAV) vadovas prof. R. Costanza - Gamta tai galingas ekonominis veiksnys, jei ne visa ekonomika. Jo įsitikinimu rinka yra kur kas galingesnės ekonomikos – biosferos padalinys.

Biologinė įvairovė teikia labai daug taip vadinamų ekosisteminių paslaugų, kurios dažnai nėra matomas, nes mes priimame tai kaip savaime suprantamą mūsų gyvensenos dalį. Vadovaudamiesi šia idėja, kaip visiškai nauju požiūriu į supančią aplinką (biosferą), mokslininkai kuria naujus skaičiavimus, į kuriuos įeina ir tai, kas iki šiol nebuvo minima jokiose sąskaitose ir neturėjo kainos, todėl galėjo būti laisvai naudojama neatsižvelgiant į jokiais etines ar ekonomines pasekmes.

Nauji skaičiavimai atskleidė, kad jeigu Žemė būtų pramoninis fabrikas, dėl tokio ligšiolinio elgesio su biologiniais ištekliais jo vadovas jau seniai būtų priverstas atsistatydinti. Tūkstančius trunkantis nemokamas naudojimasis teikiamomis paslaugomis ir prekėmis neliko be atsako. JT ataskaitose surinkti duomenys skelbia, kad jau 2/3 ekosistemų teikiamų paslaugų yra prastesnės nei anksčiau, nes jų sukaupti ištekliai yra pakirsti, o atskiros funkcijos stipriai pažeistos.

Apskaičiuoti biosferos teikiamų paslaugų kainą pakankamai sudėtinga. Galima ekstrapoliuoti kai kurias jos teikiamas paslaugas ir bandyti įvertinti jų kainas jeigu tai reikėtų sukurti dirbtinai. Pavyzdžiui, kiek kainuotu sukurti mechanizmus ir priemones, kad galėtume kurti :

- fotosintezę, gaminti maistinius produktus ir aprūpinti jais žmoniją...

- akumuliacines priemonės ir stabilizuoti CO₂ kiekį atmosferoje ...
- reikalingą oro sudėtį ir švarų geriamą vandenį ...
- veiksmingas stabilizacinės klimato kaitos priemonės ...
- gaminti dirvožemį ir stabilizuoti jo eroziją ...
- kaupti naudinguosius esamus (salyginai greitai atsinaujinančius) biologinius ir kitus energetinius išteklius ...
- lokalizuoti epidemijas ...
- stabilizacinių sistemų kompleksus ir palaikyti gyvybingas ekosistemas globaliu mastu ...?

Ar tai šiandien įmanoma misija ? Dar 1997 m. jau minėto R. Costancos vadovaujama tyrėjų grupė paskaičiavo metinę apytikrą biologinės įvairovės teikiamų paslaugų apimtį. Tuo metu ji buvo įvertinta 33 bilijonais \$(JAV). Šie skaičiai buvo palyginti su pasaulio BVP, kuris tuo metu buvo 1,8 karto mažesnis. Šiandien pasaulio biologinės įvairovės teikiamų paslaugų vertė gerokai išaugo, nes globaliu mastu kasmet biologinė įvairovė pastoviai degraduoja. Kasmet patiriami nuostoliai sudaro per 250 mljrd. \$, o nuostolių balansas auga iki bilijonų.

Mes žinome, kad finansinės krizės atsiranda peržengus sveiko proto ribas, sutrikus pusiausvyros ir kitiems mechanizms. Visa tai tinka ir ekologijai; tiek finansinę, tiek ekologines sistemas vėliau yra labai brangu atgaivinti. Nors egzistuoja skirtumas – atkurti sunaikintas biologines rūšis kol kas nesugebame...

Biologinė įvairovė tiesiogiai dalyvauja atmosferos komponentų tiekime ir jos sudėties formavime, gėlojo vandens gryninime, tiekime, maistinių medžiagų žmogui

gamyboje. Ji atlieka savo dalį reguliuojant, perdirbant atstirus junginius, formuoja derlingą dirvožemių dalį ir „augina“ jos sluoksnius.

Eksperimentai parodė, kad žmonės negali greitai ir lengvai sukurti bei integruoti į gamtinę aplinką savų dirbtinų ekosistemų, kurios pilnai aprūpintų augančius žmonijos poreikius. Tačiau pagrindinė globalios biologinės įvairovės svarba – ekosistemų stabilumo palaikymas. Biosferos ekosistemos teikia daug paslaugų, kurios yra esminės siekint tvaraus Žemės išteklių naudojimo. Jas galima sugrupuoti kaip:

- Aprūpinimo paslaugos – žmonių tiesiogiai naudojami ištekliai, pavyzdžiui, maistas, oras, vanduo, žaliavos, vaistai;
- Pagalbinės paslaugos – netiesiogiai gamtos išteklius eksploatuoti leidžiantys procesai, pavyzdžiui, pirminė produkcija, apdulkinimas;
- Reguliavimo paslaugos – natūralūs klimato reguliavimo, maistinių medžiagų ir vandens apytakos, kenkėjų reguliavimo, potvynių prevencijos ir kt. mechanizmai;
- Kultūrinės paslaugos – nauda, kurią žmonės gauna iš gamtinės aplinkos naudojimo pramoginiiais, kultūriniais ir dvasiniais tikslais;
- Šioje sistemoje biologinė įvairovė yra pagrindinis biosferos komponentas, jos ir žmonijos turtas.

Įvedus sąvoką ekosistemų teikiamos paslaugos iš esmės pasikeitė požiūriai apie biologinės įvairovės praradimą. Biologinės įvairovės spartus nykimas ir galop jos praradimas tapo svarbia diskusijų apie žmonių gerovę ir gyvensenos darną, įskaitant vartojimo modelius, aktualia tema plačiuose visuomenės sluoksniuose.

Biologinės įvairovės praradimas sukelia „ekosistemų teikiamų paslaugų“ prastėjimą ir gali pakenkti žmonių gerovei. Daugėja įrodymų, kad visame pasaulyje ekosistemos funkcijoms, o tuo pačių ir teikiamoms paslaugoms, kelia grėsmę ne tik per didelis tų pačių gamtinių išteklių pereksploatavimas, bet ir vykstanti klimato kaita [EEA, 2008. *Maximising the environmental benefits of Europe's bioenergy potential. EEA Technical report N. 10/2008. European Agency, Copenhagen*]).

Ekosistemų teikiamos paslaugos dažnai laikomos savaimė suprantamu dalyku, tačiau iš tikrųjų jos yra labai ir dažnai pažeidžiamos. Pvz., dirvožemis yra pamatinė sausumos ekosistemų sudėtinė dalis, suteikianti egzistenciją didelei organizmų įvairovei, dalyvaujanti daugelyje reguliavimo ir pagalbinių funkcijų. Biologiškai aktyvus dirvožemio sluoksnis (pedosfera) dažniausiai yra tik kelių metrų storio (kartais dar plonesnis) ir pastoviai eksploatuojant nyksta dėl

atsiradusios erozijos, defliacijos, taršos, druskėjimo ar tiesiog nuo mechaninio šio gyvybinio sluoksnio suslėgimo.

Tikimasi, kad kelis dešimtmečius Europos gyventojų skaičius išliks beveik nepakitęs (apie tai plačiau demografiniame skyriuje), tačiau, iš kitos pusės, pasauliniu mastu didėjant maisto, pluoštų, energijos, gėlojo vandens išteklių poreikiui, keičiantis gyvensenai – ir čia biologinės įvairovės praradimo padariniai bus akivaizdūs. Tolesnis žemės naudojimo paskirties keitimas ir intensyvesnis jos eksploatavimas tiek Europoje, tiek ir visame pasaulyje gali tiesiogiai neigiamai paveikti biologinę įvairovę. Pvz., Tiesiogiai - degradavus ekosistemoms, buveinėms, išekvojus buvusius anksčiau sukauptus išteklius, arba netiesiogiai - dėl natūralaus kraštovaizdžio ekosistemų suskaidymo (fragmentacijos), sausinimo/pertvarkymo (melioracijos), eutrofikacijos, pakitusio rūgštėjimo, dėl specifinės taršos poveikio.

Pokyčiai Europos žemyne netolimoje ateityje manomai paveiks žemėnaudos modelius ir visą biologinę įvairovę globaliu lygmeniu, nes gamtinių išteklių poreikis Europoje jau viršijo turimas atsargas.

Todėl dabar svarbiausias išbandymas – sumažinti vieno ar kito žemyno šalių poveikį biosferai globaliu mastu, išsaugant biologinę įvairovę tokiu lygiu, kad būtų užtikrinamos ekosistemų teikiamos paslaugos, tausius gamtos išteklių naudojimas ir žmonių gerovė visuose pasaulio regionuose.

EUROPOS SIEKIS – SUSTABDYTI BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS NYKIMĄ IR IŠSAUGOTI EKOSISTEMŲ TEIKIAMAS PASLAUGAS

Europos Sąjunga įsipareigojo iki 2010 m. sustabdyti biologinės įvairovės nykimą. Tam buvo nukreitos pagrindinės veiklos skirtos Europos Sąjungos saugomų teritorijų tinklo „Natura 2000“ plėtrai ir jį įtrauktų buveinių ir rūšių, kraštovaizdžio biologinės įvairovės, jūrinės aplinkos apsaugai, prevencinėms priemonėms su invazinėmis svetimoms rūšims ir adaptacijos priemonių prie klimato kaitos kūrimui.

Šeštosios tarpinės Bendrijos aplinkosaugos veiksmų programos (6-oji AVP) 2006–2007 m. laikotarpio apžvalgoje buvo dar pabrėžta biologinės įvairovės nykimo ekonominio įvertinimo svarba, ir tai padėjo atsirasti „Ekosistemų ir biologinės įvairovės ekonomikos“ iniciatyvai

[WEF, 2010. Global Risk 2010 – A Global Risk Network Report. A World Economic Forum report in collaboration with Citi, March & Lenman Companies (MMC),

Tačiau aiškėjo, kad, nepaisant kai kuriose srityse pasiektos pažangos, 2010 m. galutinis tikslas nebuvo įgyvendintas.

Pripažindama neatidėliotiną poreikį didinti pastangas, Europos Vadovų Taryba patvirtino ilgalaikę biologinės įvairovės viziją iki 2050 m., o 2010-03-15 d. Aplinkos Taryba patvirtino 2020 metams iškelto pagrindinį tikslą: *„Iki 2020 m. sustabdyti Europos Sąjungos biologinės įvairovės ir ekosistemų teikiamų paslaugų nykimą, kiek įmanoma jas atkurti ir padidinti Europos Sąjungos indėlį į kovą su biologinės įvairovės nykimu visame pasaulyje“*.

Naudojantis sukauptais pradiniais iki 2010 m. duomenimis, bus keliami išmatuojami papildomi tikslai. Pagrindinės politinės priemonės – tai Europos Sąjungos paukščių ir buveinių direktyvos, kuriomis siekiama palankaus apsaugos statuso atrinktoms rūšims ir buveinėms. Remiantis šiomis direktyvomis, beveik 750 000 km² žemės, daugiau kaip 17 proc. bendro Žemės ploto ir daugiau nei 160 000 km² jūros pakrančių yra „Natura 2000“ tinklo draustiniai. Be to, ruošama Europos Sąjungos žaliosios infrastruktūros strategija. Laikantis sektorialių ir valstybinių iniciatyvų, ji papildys „Natura 2000“ tinklą.

Antroji pagrindinė politinių veiksmų kryptis – biologinės įvairovės problemų integravimas į sektorialinę transporto, energijos gamybos, žemės ūkio, miškininkystės ir žuvininkystės politiką. Tuo siekiama sumažinti šių sektorių daromą tiesioginį poveikį ir netiesiogiai kylančią grėsmę, pavyzdžiui, dirvožemio derlingojo sluoksnio suardymą, jo rūgštėjimą, eutrofikaciją ir bendrąją taršą. Bendroji žemės ūkio politika (BŽŪP) – tai sektorialinė ES sistema turinti didžiausią įtaką.

Remiantis subsidarumo principu, už miškų politiką visų pirma yra atsakingos valstybės narės.

Dėl žuvininkystės buvo pateikti siūlymai toliau integruoti aplinkos aspektus į Bendrąją žuvininkystės politiką. Kaip atskira svarbi kompleksinės politikos sistemos dalis išskirta dirvožemio apsaugos strategija. Pagal 6-ąją AVP patvirtintos: oro kokybės direktyva, Nacionalinių teršalų išmetimo ribų direktyva, Nitratų direktyva, Bendrąja vandens politikos direktyva ir jūrų strategijos pagrindų direktyva ir kt.

Europoje užregistruota (inventorizuota) apie 1 700 tūkst. stuburinių gyvūnų, 90 000 bestuburių, 30 000 induočių rūšių. Šie skaičiai neapima rūšių jūrinėse ekosistemose, bakterijų, kitų mikroorganizmų bei dirvožemio bestuburių (pedobiontų) rūšių gausos. ES suderinti duomenys apie esamos rūšių būklės tendencijas apima tik labai mažą visų rūšių dalį – daugiausia paplitusius stuburinių (žinduolių, paukščių amfibijų, žuvų) ir drugių rūšis. Iš duomenų apie paplitusių paukščių rūšis matyti, kad per pastarąjį dešimtmetį padėtis stabilizavosi žemame lygyje. Nuo 1990 m. miško paukščių populiacijos sumažėjo apytiksliai 15 proc., tačiau jau nuo 2000 m. tie skaičiai išliko nepakitę. Per devintą dešimtmetį prierašių kaimiškajam kraštovaizdžiui paukščių rūšių populiacijos sumažėjo, daugiausia dėl intensyvaus žemės ūkio labai. Nuo dešimtojo dešimtmečio vidurio jų populiacija, nors ir negausi, išliko tokia pati. Tam įtakos galėjo padaryti bendrosios žemės ūkio

tendencijos (mažesnės sąnaudos, padidintos nedarbiamos žemės teritorijos ir ekologiško žemės ūkio plitimas) bei politinės priemonės (tikslinės žemės ūkio ir aplinkos programos. Tačiau pievų drugių populiacijos nuo 1990 m. sumažėjo perpus. Teigiama, kad joms toliau kenkia, iš vienos pusės - intensyvus žemės dirbimas, o iš kitos - nesirūpinimas žeme (greitos nevaldomos sukcesijos). Nepaisant įsteigto „Natura 2000“ saugomų teritorijų tinklo, labiausiai nykstančių rūšių ir buveinių draustinių statusas vis dar kelia nerimą. Prasčiausia padėtis yra vandens buveinėse, pakrančių zonose ir mažai mitybinių medžiagų turinčiose sausumos buveinėse, pavyzdžiui, viržynuose ir šlapynėse (pelkėse, klampynėse/liūnuose ir žemapelkėse). Vien tik 2008 m. vos 17 proc. tikslinių rūšių pagal Buveinių direktyvą buvo suteiktas saugomos rūšies statusas, 52 proc. jis nebuvo suteiktas, o 31 proc. statusas – nežinomas. Šie suvestiniai duomenys neleidžia spręsti apie Buveinių direktyvos apsaugos režimo veiksmingumą, nes pasekmės registruoti praėjo per mažai laiko. Taip pat šiuo metu dar negalima palyginti, kaip kito rūšių populiacijų būklė saugomose ir nesaugomose teritorijose. Remiantis Paukščių direktyvoje įgyvendintais darbais ir sukauptais rezultatais, atlikti tyrimai atskleidė, kad paukščių apsaugos priemonės „Natura 2000“ tinkle buvo ne tik veiksmingos, bet ir informatyvios. Nuo XX a. pradžios Europoje bendras svetimų rūšių skaičius nuolat didėjo. Iš visų 10 000 svetimų rūšių 163 buvo klasifikuotos kaip labiausiai invazinės, o kai kuriose Europos šalyse jos buvo apibūdinamos kaip itin grobuoniškos ir pavojingos autochtoninei (vietinei) biologinei įvairovei. Nors sausumos ir gėlo vandens ekosistemose gyvūnų rūšys gali gausėti lėtai arba išlikti tokios pačios, to negalima pasakyti apie jūrų ir upių deltų ekosistemose gyvenančias gyvūnų rūšis.

2010 m. pažymėdama tarptautinių biologinės įvairovės metų pradžią, Europos Komisija paskelbė dokumentą, kuriame išdėstytos būsimos biologinės įvairovės politikos pasirinktys. Nepaisant visų pastangų, rūšių išnykimo grėsmė ir toliau smarkiai didėja, todėl, siekiant sustabdyti biologinės įvairovės nykimą, reikalinga nauja šios srities vizija. Paskelbtame komunikate, kurio tikslas – pradėti valstybių narių diskusijas ir palengvinti jas, kad iki šių metų pabaigos būtų galima nustatyti ES biologinės įvairovės politikos sistemą, taikytiną po 2010 m. yra išdėstyta vizija ir keturi galimi skirtingo užmojo jos įgyvendinimo tikslai. Kadangi anksčiau (2001 m. priimti) pasaulio biologinės įvairovės apsaugos tikslai baigė galioti 2010 m., ES nustatė naujus. Priimtame komunikate siūloma ilgalaikė biologinės įvairovės apsaugos vizija (iki 2050 m.) ir keturios vidutinės trukmės (iki 2020 m.) tikslo, kurio įgyvendinimas būtų svarbus žingsnis siekiant įgyvendinti viziją, pasirinktys. Šioje vizijoje numatyta saugoti, tausoti ir kiek įmanoma atkurti biologinę įvairovę ir ekosistemų funkcijas, kuriomis nemokamai naudojamės, nes jos padeda užtikrinti ekonomikos klestėjimą bei žmonių gerovę ir išvengti su biologinės įvairovės nykimu susijusių katastrofinių pokyčių.

Kad vizija taptų realybe, siūlomos keturios vidutinės trukmės (2020 m.) tikslo įgyvendinimo skirtingo užmojo pasirinktys:

- ❖ iki 2020 m. labai sumažinti ES biologinės įvairovės ir ekosistemų funkcijų nykimo greitį;
- ❖ iki 2020 m. sustabdyti ES biologinės įvairovės ir ekosistemų funkcijų nykimą;
- ❖ pasirinktis. Iki 2020 m. sustabdyti ES biologinės įvairovės ir ekosistemų funkcijų nykimą ir kiek įmanoma jas atkurti;
- ❖ iki 2020 m. sustabdyti ES biologinės įvairovės ir ekosistemų funkcijų nykimą, kiek įmanoma jas atkurti ir padidinti ES indėlį į kovą su biologinės įvairovės nykimu visame pasaulyje.