

Ieva Baužienė, Gamtos tyrimų centras

KIAUTUOTŪJŲ AMEBŲ PANAUDOJIMAS EKOSISTEMŲ BŪKLĖS TYRIMUOSE, ARBA NIEKADA NEBŪNAME VIENIŠI



Vasarą žmonės ne tik jaučiasi laisvesni, dažniau važiuoja į gamtą, bet ir susiduria su įvairiais, iš pirmo žvilgsnio nelabai suprantamais draudimais ar reikalavimais. Tarkim, kodėl draudžiama automobiliu privažiuoti arti vandens telkinio arba ardyti miško paklotę? Juk po lietaus vanduo nuplauna nešvarumus ir tos samanės auga kaip pasiutusios – kiekvienas, prižiūrintis pievelę prie namų, tai žino. Vis dėlto pažvelgę giliau ir išsiaiškinę, kaip vystosi gamtinės sistemos, imame tautosoti trapią gamtą.

Ilustruodama žmogaus ir gamtos sąveiką pasakosiu apie dirvožemį, kurį dažnai suprantame kaip purvo ir ligų šaltinį, nesuvokdami jo svarbos gyvybei. Sakyti, kad svarbiausia dirvožemio dalis yra jo smulkioji frakcija, tai tas pats, kas teigti, jog svarbiausia miesto dalis yra jo gyventojai ir atliekos. Tada didelę šventę gamtoje jau būtų galima vadinti miestu? Galima manyti, kad miestas be gyventojų, kaip ir dirvožemis be biologinės savo dalies ir derlingumo paslaugos, praranda prasmę. Bet tik antropocentriiniu požiūriu. Mokslinio pažinimo metodai leidžia mums pažvelgti plačiau nei žmogaus interesai. Moksliniais metodais ne tik patenkinamas smalsumas, bet ir tyrinėjamos ribos, kuriose žmonija galėtų vystytis, nesuardydama sau palankios aplinkos, ne kovodama, o mokydama ir sugyvendama su gamta.

Pradedu nuo pačios pradžios. Gyvieji organizmai Žemėje transformuoja aplinką daug milijonų metų. Didžiausi raidos šuoliai, naujų sistemų kūrimas, manoma, vyko derinantis prie kintančių aplinkos sąlygų. Pirmi atsirado primityvūs vienaląsčiai organizmai (prokariotai), gebantys naudotis

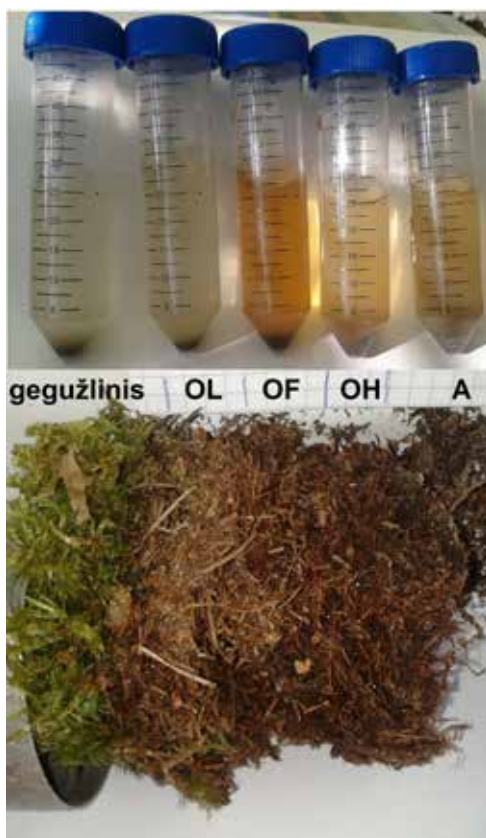
mineralų paviršiumi, užsitikrindami stabilų pagrindą ir santykinai pastovią aplinką. Tarpaluose vykstančių cheminių reakcijų energiją panaudodami gyvybinei veiklai palaikyti prokariotai gyvuoja iki šiol. Jiems būdingi visi energijos ir medžiagų įsisavinimo būdai (chemosintezė, fotosintezė), išskyrus rijimą. Vėliau atsiradę eukariotai (turintys sudėtingesnės struktūros ląsteles) išsprendė problemas, susijusias su genetinio kodo saugumu, ir išmoko panaudoti daugiau energijos šaltinių. Eukariotų ląstelės yra tūkstančius kartų didesnės už prokariotų, geba prisitaikyti ir pritaikyti aplinką sau, todėl ilgainiui Žemėje ėmė trūkti erdvės. Biosferai uždengus visą Žemės paviršių, didėjo konkurencija ir organizmų įvairovė, tad tarpusavio sugyvenimas darėsi vis didesniu iššūkiu. Sprendžiant erdvės ir išteklių pasidalijimo klausimus, susiformavo ekosistemos, apimančios teritoriją, kurioje panašiomis sąlygomis gyvena organizmai, vienijami mitybinių grandžių produktorius–vartotojas–grobuonis. Žmogui akivaizdūs tokių ekosistemų pavyzdžiai yra vandenynai, miškai, pelkės.

Kiekviena ekosisteminės grandies sudedamoji atlieka savo vaidmenį palaikydama ekologinių sistemų stabilumą, todėl jų tarpusavio proporcijos gali parodyti ekosistemos būklę. Tai labai plati tema, ją aprašiau tik norėdama parodyti, kad viskas Žemėje turėjo savo pradžią. Ilgą laiką formavosi darnios, save reguliuojančios organizmų bendrijos, kurių egzistavimo ir išlikimo dėsniai yra universalūs, todėl veiksmingi įvairaus dydžio erdvėse.

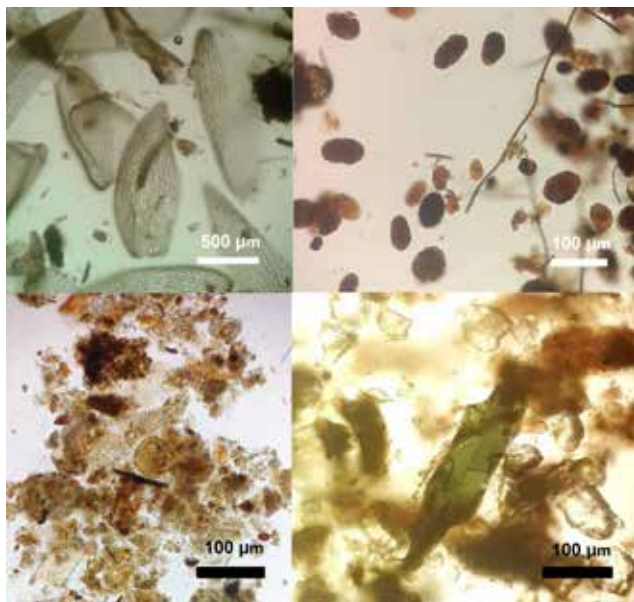
Kalbėsiu apie mažesnes ekosistemas, kurias sudėtingiau įžvelgti, nes jos yra mažesnės už vandenyną, mišką ar pelkę. Būdamos

didesnių ekosistemų dalimi jos nėra nei savarankiškos, nei visai atviros. Lyg valstybės federacijoje mažosios ekosistemos sprendžia vietinės reikšmės klausimus, pavyzdžiui, atliekų pertekliaus, kitaip organizmai paskęstų savo gyvybinės veiklos produktuose. Organinių medžiagų atliekos perdirbamos vadinamosiose mikrobiologinėse kilpose, kurios primena atskirus pasaulius, iš dalies uždaras ekosistemas, dar vadinamas „mikrokosmais“. Mikrobiologinėse kilpose, kaip ir didžiojoje Žemės biosferoje, pritaikoma prie aplinkos formuojantis mitybinėms grandims. Mikrokosmų pavyzdžiai yra žarnynas, jūros gelmė ir dirvožemis.

Pasakojimą pradedu nuo natūralaus dirvožemio paviršiaus – miško paklotės, kurioje organinius miško ekosistemos veiklos likučius tvarko įvairūs didesni ir mažesni gyviai. Šis procesas nėra chaotiškas. Nepažeisto miško smėlžemio paklotė yra keletu centimetrų storio skirtingų horizontų (sluoksnių) seka, kurią galima stebėti net plika akimi (1 pav.). Po žaliuojančiomis gyvomis samanomomis yra nuokritų horizontas OL, kuriame vis dar galima pažinti organines liekanas: medžių žievels, spyglius, lapus, apmirusius samanų kotelius ir lapelius. Mikroskopu matyti jų ląstelių forma (2 pav., viršuje, kairėje).



1 pav. Šviežio vandens ištraukos iš samanų, OL, OF OH ir A pahorizontų spalvos ir tipiška miško paklotės tekstūra (l. Baužienės nuotr.)



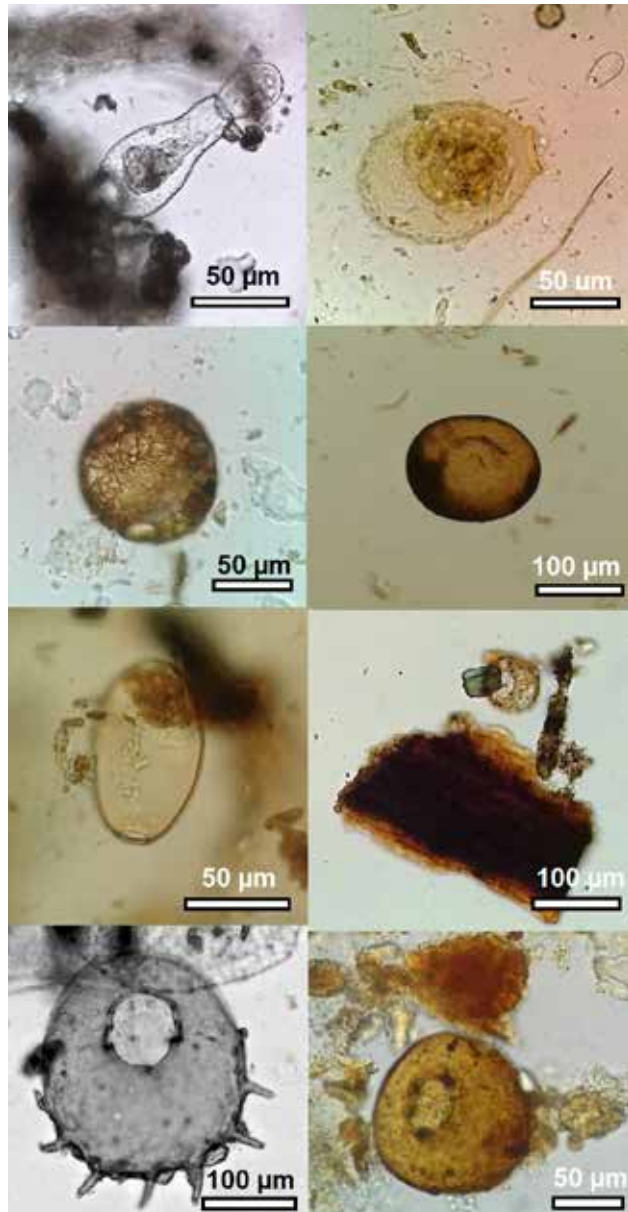
Samanų paviršiuje ir OL horizonte santykinai daug oro ir drėgmės, tai lemia palankias sąlygas gyventi mažiems daugialąsčiams organizmams (kelių milimetrų dydžio): koleboloms, verpetėms, tardigradoms (vadinamieji samanų paršiukai) ir mikroorganizmams: bakterijoms, dumbliams, mielėms, grybams. Dažnai trečdalį visos mikroorganizmų biomasės sudaro **kiautuotosios amebos** (3 pav.), kurias pagal išlikusių kiautielių formą galima atpažinti net seniausiuose iškastiniuose organiniuose dariniuose (durpėse,

2 pav. Mažaskaidžių kimininių durpių, miško paklotės smulkiosios dalies (<300 µm), vaizdas pro mikroskopą (l. Baužienės nuotr.)

akmens anglyse, sapropelyje, skalūnuose). Skalūnuose randami amebų kiauteliai įrodo, kad kiaučiuotės amebos gyveno devono periodu prieš daugiau kaip 400 milijonų metų. Silūro ir po jo ejęs devono periodai išskiriami todėl, kad tuo laikotarpiu gyvūnai amfibijos ėmė plisti sausumoje. Dabartinė didelė amebų gausa (tūkstančiai individų 1 grame sauso mėginio) miško paklotėje bei ant samanų ir kerpių leidžia įsivaizduoti, kokiais Nojaus laivais iš vandens į sausumą iškeliavo ir prisitaikė pirmųjų gyvūnai. Tikėtina, tie laivai buvo dumbliai (samanų pirmatai) bei vandens augalai, įsikūrę ant uolienu nuolaužų (gargždo). Sausėjant klimatui iš jūrų seklių jūrų pateko į atvirą orą. Amebų kiauteliai saugojo drėgmę ir padėjo gyvybei išlikti sausumoje, kurioje vandens buvo neįprastai mažai.

Šiuolaikiniuose miškuose, samanose ir nuokritų sluoksnyje gyvi organizmai naudoja lengvai įsavinamas, tirpias arba iš dalies tirpias maisto medžiagas: cukrus, baltymus. Giliau miško paklotėje ima trūkti šviesos ir pasikeičia organizmų rūšys, mažėja dydis, bet, ko gero, ne mažiau svarbu tai, kad keičiasi ne tik gyvybės formų įvairovė, bet ir jų veiklos pobūdis: vadinamuosiuose organiniuose OF, OH ir mineraliniuose dirvožemio horizontuose organinių liekanų ląstelių struktūra suardyta, tirpios organinės medžiagos beveik sunaudotos, lieka tik patys stabiliausi junginiai: ligninas ir dervos. Žiūrint pro mikroskopą juos galima pamatyti. Iš celiuliozės ir lignino skaidulų formuojasi „veltinukai“ (2 pav., viršuje, dešinėje), iš dervų likučių – „gintarai“ (2 pav., apačioje, kairėje). Paklotėje formuojasi ir

kai kurie mineralai, pavyzdžiui, geležies ir fosforo kristalai (2 pav., apačioje, dešinėje), kuriuos galima palyginti su natūraliomis trąšomis. Ilgainiui veltinukuose ir gintaruose esanti organinių medžiagų matrica formuoja dirvožemio struktūrą. Sulipina smilteles, tad susidaro palankesnės sąlygos skverbtis dirvožemio šaknims. Suirus didesnei daliai



3 pav. Kiaučiuotųjų amebų kiautelių formų įvairovė (I. Baužienės nuotr.)

organinių medžiagų, oro pripildytų porų lieka nedaug, todėl apatinėje paklotės dalyje ima vyrėti patys smulkiausi mikroorganizmai, skaidantys stabiliausias organines medžiagas, dervas.

Mikroorganizmų įvairovės požiūriu daugiausia randama bakterijų rūšių, tačiau neišnyksta ir eukariotai: grybai, mielės ir kiau tuotosios amebos. Tankioje, mažai oro turinčioje aplinkoje kiau tuotosios amebos yra reta organizmų grupė, galinti atlikti plėš rūno pareigas. Įdomu, kad kiau tuotosios amebos, būdingos visiems miško paklotės horizontams, gali būti skirtingų aplinkos sąlygų liudininkės, nes jų kiau telių forma ir kartu jų rūšys priklauso nuo aplinkos savybių. Paviršiuje, samanose ir nuokritose OL horizonte, kur dar būna šviesu, klesti amebos, kurių kiau teliai saugo nuo galimo vandens trūkumo per sausras. Jų forma panaši į indelių, lėkštelių, puodelių ar butelių (3 pav., viršuje). Kartais kiau telių viduje, šalia amebos kūno, gyvuoja ir dumbliai, nes juos ypač blogai veikia vandens trūkumas. Dumbliai ir amebos gyvena sutardami: kiau teliai saugo vandenį nuo išgaravimo, o ameba – kiau telio savininkė – ima iš dumblio lengvai virškinamo maisto, kuris pagaminamas fotosintezės metu. Giliau paklotėje amebų kiau teliai

tampa uždaresni, panašūs į pintinėles, vokus, pašto dėžutes (3 pav., antroje eilėje). OF ir OH paklotės horizontai dar tankesni, todėl problema tampa ne tik šviesos ir oro, bet ir erdvės trūkumas.

Didelę kiau tuotųjų amebų dalį sudaro smulkios rūšys, nors plyšiuose šalia šaknų tebegyvena ir stambios rūšys. Miško dirvožemyje kiau tuotosios amebos skaido organines liekanas, kai kurios rūšys medžioja, reguliuodamos mikroorganizmų kiekį. Jei tam tikros rūšies mikroorganizmų atsiranda daugiau, plėšriųjų amebų taip pat padaugėja, ir palaipsniui atkuriamas optimalus mikroorganizmų balansas. Jei stipriai padidėja nuokritų kiekis, kiau tuotųjų amebų bendrijos sudėtis pasikeičia, vietoj mišrios mitybos individų ima vyrėti siauros specializacijos, organines medžiagas skaidančios amebos, savo kiau telių forma panašios į gyvenančias žemapelkių ekosistemose. Pavyzdžiui, dėl kormoranų kolonijos Juodkrantės apylinkėse ėmė žūti sengirės pušys (4 pav. dešinėje), todėl katastrofiškai padaugėjo nuokritų. Nykstančios sengirės paklotės paviršiuje radau beveik dvigubai mažiau kiau tuotųjų amebų formų tipų. Lyginant su brandžiu pušynu, joje gyvavo daugiau saprofitų, mirtančių organinėmis liekanomis. Žinant, kad



4 pav. Miško kraštovaizdis, patyręs įvairių bendruomenių įtaką (I. Baužienės nuotr.)

sausumoje, trūkstant vandens ir esant pakankamai šiltoms sąlygoms, organinių medžiagų skaidymo procesų greitis būna didesnis nei žemapelkėje, galima teigti, jog ilgainiui kormoranų lizdavičių teritorijoje kartu su sengirės ekosistema sunyks ir buvusi paklotė, formosis kitokia augalų bendrija. Ar tai gerai, ar blogai, tik žmonių požiūriu ir susitarimo klausimas.

Beje, 2018 m. sukurto režisierės Rugilės Barzdžiukaitės ir Dovydo Korbos filmo pavadinimas „Rūgštus miškas“ yra poetinis, nes miško paklotės pH kormoranų lizdavičių teritorijoje nėra labai mažas ir išskirtinis, lyginant su kitomis teritorijomis. Kormoranų lizdavičių teritorijoje nuokritų sluoksnio pH yra 3,8, o ties mineralinio horizonto paviršiumi sumažėja iki 3,1. Palyginti: paklotės ir paviršinio mineralinio horizonto ribos pH jaurazemyje būna 2,6; miško paklotėje jauname pušyne netoli Preilos švyturio nuokritų sluoksnio pH yra 4,6, o giliau sumažėja iki 3,3. Taigi miško, nepatyrusio kormoranų lizdavičių įtakos, dirvožemis yra rūgštesnis net 0,5 pH vieneto, o jauno pušyno prie Preilos – tik 0,2–0,3 vieneto šarmingesnis.

Žmonės, naudodamiesi miško ištekliais, grybaudami, uogaudami, stovyklaudami, trypia miško paklotę. Pavyzdžiui, Žeimenos

kraštovaizdžio draustinio salpiniuose pušynuose (4 pav. kairėje) paklotės storis nuosekliai mažėja nuo 8 iki 4 ir 2 cm (pavyzdžiai imti kas 10–15 m profilyje, statmenai upei). Profilyje nuosekliai mažėjo ir kiautuotųjų amebų rūšių įvairovė. Artėjant prie stovyklavietės Šenono koeficientas (H) kito: 2,0–1,6–1,3. Aki vaizdu, kad rekreacinė veikla ne tik slopina miško paklotės formavimąsi, bet ir mažina mikroorganizmų biologinę įvairovę.

Kitas sutrikdytos ekosistemos pavyzdys – aukštapelkės atkūrimo eksperimento teritorija išeksploatuotoje Aukštumalos dalyje. Sugrąžinus pažeistai pelkės daliai vandenį ir pasodinus kiminių tikėtasi, kad palaipsniui ims formuotis kimininės durpės, atsikurs aukštapelkės ekosistema. Tačiau kiminai skurdo (5 pav. dešinėje). Savaiame teritorijoje augo vikšriai, būdingi drėgnų teritorijų augalai, bet netipiški aukštapelkių bendrijoms. Ištyrus kiautuotųjų amebų sudėtį paaiškėjo, kad ant eksperimento kiminių apsigyveno aukštapelkei nebūdingos kiautuotųjų amebų rūšys: *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis aerophila*, *Corythion-Trinema* ir *Arcella arenaria*, kurios eksperimento kiminuose maždaug lygiomis dalimis sudarė pusę bendrijos. *Centropyxis aerophila* ir *Corythion-Trinema* yra plataus ekologinio



5 pav. Moksliniai tyrimai Aukštumalos aukštapelkėje: baigus kiminių durpių eksploataciją ir santykinai natūralioje dalyje (l. Baužienės nuotr.)

spektra, vadinamosios eurobiotinės rūšys. Jų paplitimas rodo kintančias drėkinimo sąlygas ir cheminę sudėtį, t. y. nepalankią aplinką tipiškiems aukštapelkės kiminams, – tai miško samanose ir paklotėje gausiai tarpstančios rūšys. *Centropyxis aculeata* kiautuotųjų amebų rūšis būdinga aukštapelkės pakraščiu, vadinamajai tarpinio tipo pelkei, kur pelkinis vanduo juda, įsiliedamas į upelį ar ežerą. *Centropyxis aculeata* individai apsisaugo nuo išnešimo įstrigdami savo ataugėlėmis (3 pav. apačioje, kairėje) substrate. Natūralioje aukštapelkėje daugiau nei pusę kiautuotųjų amebų bendrijos sudarančių *Archerella flavum* ir *Hyalosphenia elegans* individų eksperimento teritorijoje kultivuojamuose kiminuose beveik nerasta. Vienodai gausiai eksperimento ir aukštapelkės kiminuose telkėsi dvi kiautuotųjų amebų rūšys: *Nebela tincta* ir *Assulina muscorum*, jos sudarė maždaug dešimtadalį bendrijos. Jei šių rūšių individų būtų rasta gausiau, rodytų, kad kiminų drėgnumas mažas, artimas miško paklotės drėgnumui. Taigi vienodoms kiminų rūšims nebūtinai būdingos vienodos mikroorganizmų rūšys: trūkstant vandens arba ypač kontrastingai keičiantis vandens atsargoms, kiminų paviršiuje gyvenančių mikroorganizmų bendrijos sudėtis pakinta.



6 pav. Organinių atliekų tvarkymas miesto aplinkoje (l. Baužienės nuotr.)

Pagal kiautuotųjų amebų rūšinę sudėtį galima spręsti, kurios aplinkos sąlygos galėtų riboti kiminų augimą. Aprašyti duomenys iš kiminų atsodinimo eksperimento Aukštumalos durpyne rodo, kad nepakanka atkurti perteklinį drėkinimą ir pasodinti kiminų. Klodo pažeidimai kasant durpes yra gilūs, visos kimininės durpės nukastos, pasiektas aukštapelkei nebūdingas lygis. Todėl labiausiai tikėtina, kad šiuo metu aukštapelkės atkūrimas pasirinktoje vietoje – neįvykdomas uždavinys. Greičiausiai rekultivaciją reikėtų pradėti nuo kitos žemapelkės arba tarpinio tipo pelkės atkūrimo. Žmogus planuoja, o Dievas juokiasi, mokslškai sakant, ekosistemoms vystosi pagal savo dėsnius.

Grįždama prie pradinio teiginio apie dirvožemio apibrėžimą manau, kad įrodžiau, jog dirvožemiu vadinti tik jo dalį, mikroorganizmų bendriją, tvarkančią organines atliekas, yra ribotas požiūris. Visi pagal struktūrą ir funkciją analogiški dariniai (žarnynas ir pan.) yra tik aptarnaujančios, sparčiai kintančios sistemos, netenkančios prasmės sunykus stabilioms aukštesnės pakopos struktūroms. Dirvožemis yra gamtinis kūnas, savo masteliu ir gyvavimo trukme pranokstantis daugelį mikrokosmų.

Baigiant rašinį reikia pasakyti, kad apsiimdama spręsti, kas yra gerai, o kas blogai, žmogus manipuliuoja daugybe įvairiausių metodikų, tad nuolat kyla priešprieša tarp ekonominės naudos ir gamtos išteklių tausojimo. Šiuo metu visuomenė imasi organizuoti efektyvų organinių atliekų tvarkymą. Mieste įrengiamos kompostavimo vietos (6 pav.). Kai kurie ekologinių organizacijų atstovai ir pavieniai aktyvistai griežtai pasisako prieš ūkinės veiklos plėtrą. Vis dėlto neiškirtę miškų neturėtume ariamų dirvožemių arba miestų. Noriu tikėti, kad visuomenės gerovė ir pelno siekimas gali neprieštarauti saugiai aplinkai ar taupymui, ūkinė veikla gali būti vykdoma visiškai nesuardant gamtos sistemų, paliekant pakankamai dideles natūralios gamtos salas, užtikrinančias įvairią, kokybišką aplinką. Kas yra „pakankamai“, galima spręsti taikant mokslo metodus.