



Co-funded by
the European Union

Ekosistemai gresia pavojus: klimato kaitos poveikis



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





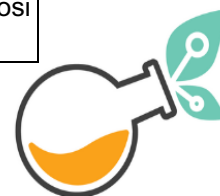
Turinys

Įvadas	4
1. Tyrinėjimas.....	6
Klimato kaitos trajektorijos ir lūžio taškai	6
Klausimai.....	9
Klimato kaitos grėsmės ir iššūkiai ekosistemoms	9
Klausimai.....	10
Ekosistemų atsparumo galimybės	10
Klausimai.....	11
Dalis išvados	12
2. Taikymas.....	13
3. Gilinimas	15
Literatūra	18





Bendra mokymosi kelio tema	Klimato kaita ir ekosistemų tvarumas
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	Ekosistema pavojuje: kaip klimato kaita veikia gamtą
Tikslinių vartotojų amžius	14–18 metų
Reikalavimai besimokančiajam	Studentai turėtų turėti pagrindines ekologijos ir klimato kaitos žinias. Jie turėtų gebėti skaityti trumpus mokslinius tekstus, dirbti grupėse ir reikšti savo mintis paprasta rašytine ir žodine anglų kalba. Rekomenduojama domėtis gamta ir tvarumu.
Mokymosi vieneto aprašymas	Šis mokymosi modulis padeda mokiniams suprasti, kaip klimato kaita veikia skirtingas ekosistemas: sausumos, gėlavandenes ir jūrų. Mokiniai nagrinėja realius klimato poveikio pavyzdžius, tokius kaip kylanti temperatūra, biologinės įvairovės nykimas, ekstremalūs oro reiškiniai ir ekosistemų lūžio taškai. Šis modulis apima skaitymą, diskusijas, trumpus vaizdo įrašus, viktorinas ir interaktyvias skaitmenines veiklas. Svarbus modulio elementas yra papildytosios realybės (AR) viktorina, kurią planuojama sukurti „Delightex“ platformoje. Nors AR veikla bus sukurta vėliau, modulis jau parengia jai mokinius, pateikdamas aiškius paaiškinimus, interaktyvias užduotis ir refleksijos veiklas. Mokiniai mokosi apie gamtos pagrindu sukurtus sprendimus ir aptaria, kaip ekosistemos gali tapti atsparesnės. Šis skyrius skatina kritinį mąstymą, komandinį darbą ir ryšius tarp pasaulinių klimato problemų ir vietos aplinkos.
Tema: Dalyvaujančios šalys	Studentai, gamtos mokslų (biologijos / aplinkos mokslų) mokytojai, IRT ar skaitmeninio mokymosi specialistai





Raktiniai žodžiai	Klimato kaita, ekosistemos, biologinė įvairovė, atsparumas, prisitaikymas, lūžio taškai, tvarumas, gamtos pagrindu sukurti sprendimai, papildytoji realybė švietime
Pagrindinės kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios, kurias galima įgyti	- Suprasti, kaip klimato kaita veikia ekosistemas - Ekosistemų paslaugų ir tarpusavio ryšių suvokimas - Gebėjimas dirbti su paprasta moksline informacija - Kritinis mąstymas ir problemų sprendimas - Bendradarbiavimo ir diskusijų įgūdžiai - Skaitmeninis raštingumas ir patirtis naudojant interaktyvius įrankius
Naudoti ištekliai ir didaktinės priemonės	Trumpi adaptuoti tekstai, paremti IPCC ir mokslinėmis ataskaitomis Infografika ir paprastos ekosistemų diagramos Trumpi edukaciniai vaizdo įrašai (pvz., „YouTube“ / „National Geographic“ klipai) Interaktyvi viktorina („Wordwall“) Apmąstymų darbalapiai Grupinio projekto medžiagos Planuojama papildytos realybės veikla „Delightex“ (bus sukurta vėliau)
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	- Dalyvavimas diskusijose ir veiklose - AR pagrindu atliktų biologinės įvairovės stebėjimų tikslumas ir išsamumas - Refleksyvus rašymas apie atsparumo strategijas - Grupinis pristatymas apie gamtos pagrindu sukurtus sprendimus - Baigiamoji viktorina arba skaitmeninė ataskaita, kurioje apibendrinamos pagrindinės grėsmės ir sprendimai





Įvadas

Klimato kaita yra vienas rimčiausių XXI amžiaus pasaulinių iššūkių. Moksliniai tyrimai rodo, kad kylanti pasaulinė temperatūra, tirpstantys ledynai, kylantis jūros lygis, stipresnės audros ir besikeičiantys kritulių modeliai jau veikia gamtos ir žmonių sistemas visame pasaulyje (Hoegh-Guldberg ir kt., 2018; Nacionalinė mokslų akademija, 2019). Šie aplinkos pokyčiai daro įtaką ne tik žmonių visuomenėms, bet ir augalams, gyvūnams bei ekosistemoms, nuo kurių priklauso gyvybė Žemėje. Ekosistemos yra glaudžiai susijusios su atmosfera ir vandenynais. Miškai, dirvožemis, pelkės ir vandenynai atlieka labai svarbų vaidmenį reguliuojant klimatą, sugerdami anglies dioksidą, kaupdami anglį ir darydami įtaką orų pokyčiams (Bardgett ir Caruso, 2020). Dėl šių glaudžių ryšių net ir santykinai nedideli klimato pokyčiai gali turėti didelį ekologinį poveikį. Kai sutrikdoma viena ekosistemos dalis, poveikis gali išplisti į kitas rūšis ir procesus, sukeldamas kaskadinius pokyčius visoje sistemoje (Bennett ir kt., 2016).

Žmogaus veikla yra pagrindinė dabartinės klimato kaitos varomoji jėga. Iškastinio kuro deginimas, miškų naikinimas, intensyvus žemės ūkis ir pramoniniai procesai didina šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą, kurios sulaiko šilumą atmosferoje ir sukelia visuotinį atšilimą bei vandenynų rūgštėjimą (Hoegh-Guldberg ir kt., 2018). Kylant temperatūrai daugeliui rūšių sunku prisitaikyti prie naujų sąlygų, todėl keičiasi paplitimas, mažėja populiacija ir nyksta biologinė įvairovė.

Mokslininkai įspėja, kad exPasaulinės temperatūros padidėjimas 1,5 °C, palyginti su ikipramoninio laikotarpio lygiu, žymiai padidina ekosistemų lūžio taškų pasiekimo riziką (Lenton ir kt., 2019). A tiPeržengus šias ribines vertes, ekosistema gali greitai pereiti į naują ir dažnai negrįžtamą būseną. Pavyzdžiai: koralinių rifų nykimas, didelio masto miškų nykimas ir gėlo vandens sistemų sutrikimai (Turner ir kt., 2020). Peržengus šias ribines vertes, ekosistemos atsigavimas tampa itin sunkus arba neįmanomas.

Suprasti klimato kaitos poveikį ekosistemoms yra labai svarbu norint sukurti veiksmingas klimato kaitos švelninimo ir prisitaikymo prie jos strategijas. Moksliniai įrodymai pabrėžia ekosistemų apsaugos ir gamtos technologijomis pagrįstų sprendimų skatinimo svarbą siekiant stiprinti ekosistemų atsparumą ir mažinti ilgalaikę riziką aplinkai (Nicholls ir kt., 2018; Molotoks ir kt., 2020). Studijuodami šiuos





Co-funded by
the European Union

procesus, besimokantieji geriau supranta, kodėl klimato kaitos veiksmai ir tvarus aplinkos valdymas yra būtini siekiant apsaugoti tiek gamtines sistemas, tiek žmonių gerovę ateities kartoms.

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



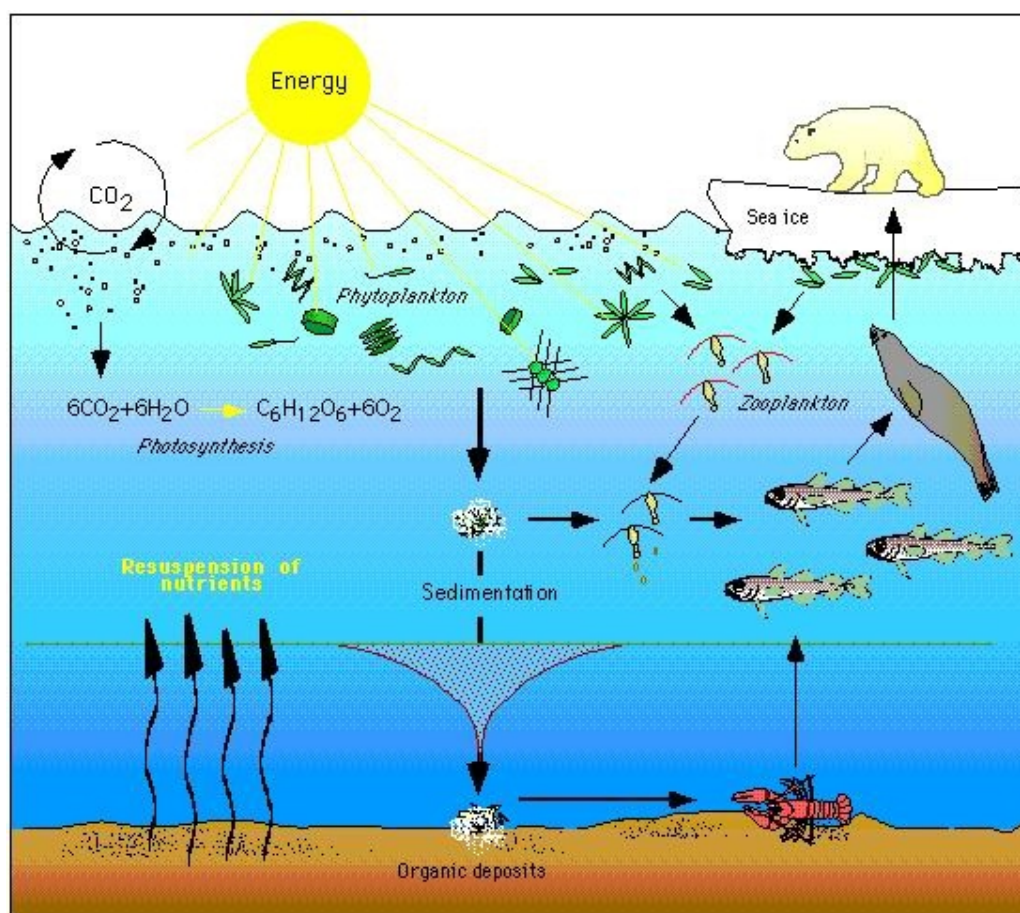


1. Tyrinėjimas

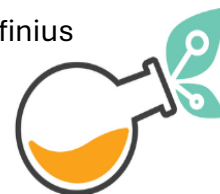
Klimato kaitos trajektorijos ir lūžio taškai

Klimato kaita veikia ekosistemas, keisdama pagrindinius fizinius ir biologinius procesus, kurie reguliuoja energijos srautus, anglies ciklą ir rūšių sąveiką. Moksliniai duomenys rodo, kad kylanti pasaulinė temperatūra ir didėjanti atmosferos anglies dioksido koncentracija daro įtaką tiek sausumos, tiek jūrų ekosistemoms, dažnai mažindama jų stabilumą ir atsparumą (Hoegh-Guldberg ir kt., 2018; Nacionalinė mokslų akademija, 2019).

1 pav..Energijos srautas ir anglies ciklas jūrų ekosistemoje.



Kaip parodyta **1 pav.** Saulės energija skatina fotosintezę fitoplanktone, kuris sudaro jūrų mitybos tinklą pagrindą. Fotosintezės metu fitoplanktonas sugeria anglies dioksidą iš atmosferos ir paverčia jį organinėmis medžiagomis, palaikydamas aukštesnius trofinius





lygius ir prisidėdamas prie klimato reguliavimo. Anglis ir maistinės medžiagos juda po ekosistemą per trofinę sąveiką, sedimentaciją ir maistinių medžiagų perdirbimą. Klimato kaita gali sutrikdyti šiuos procesus, didindama vandens temperatūrą, keisdama vandenynų cirkuliaciją ir mažindama maistinių medžiagų prieinamumą (Bardgett ir Caruso, 2020).



Conceptual diagram illustrating climate change impacts on ecosystem components and management practices. Diagram courtesy of the Integration and Application Network (ian.umces.edu), University of Maryland Center for Environmental Science. Source: Kaufman L and Tschirky J 2010. *Living with the Sea*. Science and Knowledge Division, Conservation International, Arlington, VA, USA.

2 pav.: Ekosistemos lūžio taškai ir staigūs pokyčiai.

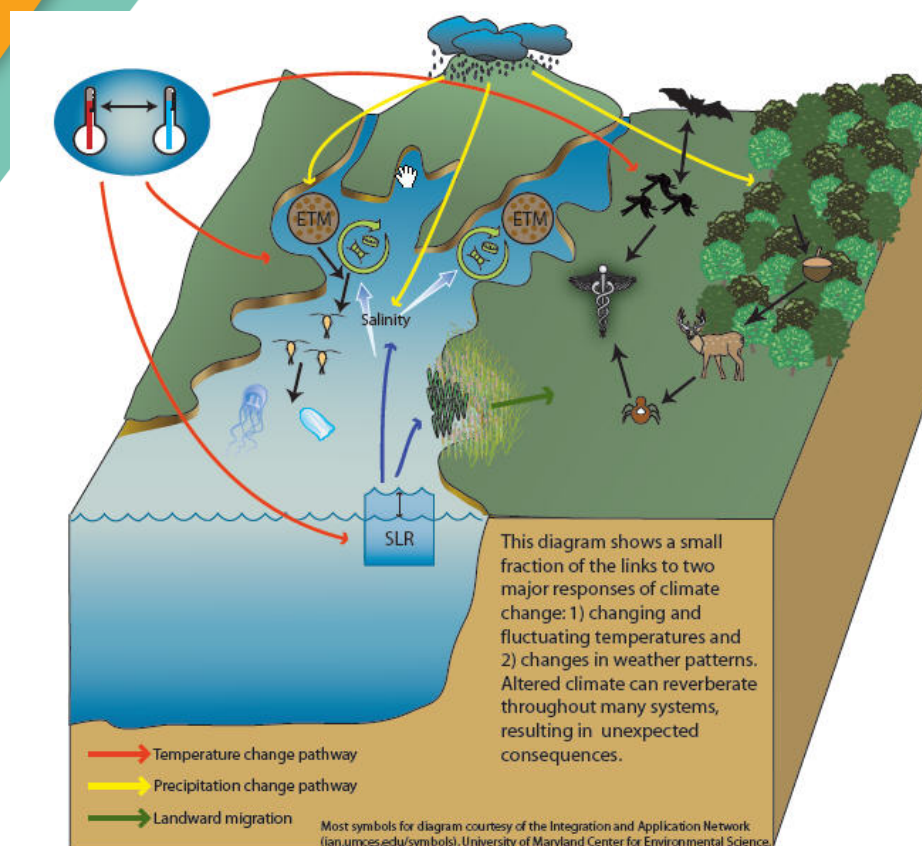
2 paveiksle paryškinta trofinė sąveika ekosistemose ir iliustruota, kaip su klimatu susiję stresoriai didina ekosistemų pažeidžiamumą. Kylanti temperatūra, vandenynų rūgštėjimas ir buveinių pokyčiai pirmiausia paveikia pirminius augintojus, tačiau poveikis plinta per mitybos tinklus kaskadiniu efektu. Kai fitoplanktono produktyvumas mažėja, gali sumažėti ir zooplanktono, žuvų bei pagrindinių plėšrūnų populiacija. Šie tarpusavyje susiję atsakai rodo, kad ekosistemos į klimato kaitą reaguoja ne izoliuotai, o kaip sudėtingos sistemos, turinčios stiprią vidinę priklausomybę (Bennett ir kt., 2016).

Platesnės šių pokyčių pasekmės iliustruojamos **3 pav.**, kuriame pateikiama **klimato kaskada baseinų sistemose**. Šiame paveiksle parodyta, kaip klimato veiksniai, tokie kaip temperatūros padidėjimas ir pakitęs kritulių kiekis, vienu metu veikia kelis ekosistemos komponentus. Kritulių ir temperatūros pokyčiai daro įtaką dirvožemio drėgmei, vandens





srautui, druskingumui, augmenijai ir rūšių judėjimui sausumos, gėlavandenėse ir pakrančių ekosistemose. Šie susiję procesai gali sukelti netikėtų pasekmių, tokių kaip padažnėję potvyniai, buveinių nykimas ir sumažėjusi vandens kokybė (Turner ir kt., 2020).



3 pav. Klimato kaskada baseinų sistemose.

1–3 paveiksluose kartu parodyta, kaip klimato kaitos poveikis kinta iš **fiziniai vairuotojai** (temperatūra ir krituliai) iki **biologiniai atsakai** (produktyvumo, rūšių sąveikos ir migracijos pokyčiai). Šie kaskadiniai efektai padidina riziką **ekosistemos lūžio taškai**, kur laipsniški aplinkos pokyčiai lemia greitus ir potencialiai negrįžtamus ekosistemų pokyčius (Lenton ir kt., 2019).

Be klimato kaitos, ekosistemoms įtakos turi ir kiti žmogaus veiklos veiksniai, įskaitant taršą, žemės naudojimo pokyčius ir gamtos išteklių pereinimą. Šių veiksmų sąveika dar labiau mažina ekosistemų atsparumą ir apsunkina jų atsigrąžą (Harrison, 2020).

Šių tarpusavyje susijusių procesų supratimas yra būtinas norint sukurti veiksmingas klimato kaitos švelninimo ir prisitaikymo strategijas. Moksliniai tyrimai pabrėžia gamtos





resursais pagrįstų sprendimų, ekosistemų atkūrimo ir prisitaikymo valdymo svarbą siekiant stiprinti atsparumą ir mažinti su klimatu susijusią riziką visose ekosistemose (Nicholls ir kt., 2018; Molotoks ir kt., 2020).

Klausimai

1. Kaip, remiantis tekstu, klimato kaita veikia energijos srautus ir anglies ciklą ekosistemose?
2. Kodėl kaskadinis poveikis padidina ekosistemų lūžio taškų riziką?

Klimato kaitos grėsmės ir iššūkiai ekosistemoms

Klimato kaita kelia įvairių grėsmių ekosistemoms visame pasaulyje. Kylanti temperatūra, pasikeitę kritulių modeliai ir dažnesni ekstremalūs oro reiškiniai yra vieni iš labiausiai matomų klimato kaitos padarinių. Šie aplinkos pokyčiai skirtingai veikia ekosistemas, priklausomai nuo jų vietos ir struktūros (Nacionalinė mokslų akademija, 2019 m.).

Sausumos ekosistemos patiria vegetacijos sezonų pokyčius, rūšių pasiskirstymo pokyčius ir didėjantį biologinės įvairovės nykimą. Daugelis augalų ir gyvūnų rūšių yra priverstos migruoti į naujas teritorijas arba prisitaikyti prie kintančių sąlygų, o kitoms gresia populiacijos mažėjimas arba išnykimas. Gėlavandenės ekosistemos, tokios kaip upės ir ežerai, taip pat yra labai pažeidžiamos. Aukštesnė vandens temperatūra, kritulių kiekio pokyčiai ir tarša veikia vandens kokybę ir tėkmės režimus, sukeldami stresą vandens organizmams. Jūrų ekosistemos susiduria su papildomu spaudimu, įskaitant vandenynų atšilimą, vandenynų rūgštėjimą ir koralų balinimą, kurie kelia grėsmę biologinei įvairovei ir ekosistemų funkcijoms (Nacionalinė mokslų akademija, 2019 m.).

Ekosistemų reakcijos į klimato kaitą yra sudėtingos dėl stiprios rūšių tarpusavio priklausomybės. Kai paveikiamas vienas trofinis lygmuo, poveikis gali išplisti per mitybos tinklą, sukeldamas kaskadinį efektą. Tyrimai rodo, kad klimato kaita dažnai sąveikauja su kitu žmogaus veiklos poveikiu, pavyzdžiui, buveinių naikinimu, tarša ir pereikvojimu, o tai dar labiau sustiprina ekosistemų degradaciją (Bennett ir kt., 2016).





Be to, ekosistemos gali pasiekti kritines ribas arba lūžio taškus, kai laipsniški aplinkos pokyčiai sukelia staigius ir potencialiai negrįžtamus ekosistemų struktūros ir funkcionavimo pokyčius (Lenton ir kt., 2019). Ši rizika pabrėžia neatidėliotiną klimato kaitos švelninimo ir prisitaikymo prie jos strategijų poreikį. Jei reikšmingai nesumažinsime šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo, ekosistemoms ir jų teikiamoms paslaugoms žmonių visuomenėms gresia gilūs ir ilgalaikiai sutrikimai.

Klausimai

1. Kokios yra pagrindinės klimato kaitos grėsmės, su kuriomis susiduria sausumos, gėlavandenės ir jūrų ekosistemos?
2. Kodėl klimato kaitos ir kitų žmogaus veiklos jėgų sąveika stiprina ekosistemų degradaciją?

Ekosistemų atsparumo galimybės

Nepaisant šių iššūkių, moksliniai tyrimai nustato būdus, kaip sustiprinti ekosistemų atsparumą, apibrėžiamą kaip ekosistemų gebėjimą atsispirti aplinkos pokyčiams, prie jų prisitaikyti ir atsigauti po jų. Vienas svarbus metodas yra gamtos pagrindu veikiančių sprendimų (GSP) naudojimas, kurios sujungia ekosistemų apsaugą, atkūrimą ir tvarų valdymą su klimato kaitos švelninimo pastangomis (Nicholls ir kt., 2018).

Gamtos pagrįstų sprendimų pavyzdžiai yra pelkių atkūrimas, kuris pagerina anglies dioksido sekvestraciją ir sumažina potvynių riziką, ir miškų atsodinimo projektai, kurie sugeria anglies dioksidą ir kartu suteikia buveines bei migracijos koridorius laukinei gamtai. Šie metodai teikia daug naudos tiek ekosistemoms, tiek žmonių bendruomenėms.

Adaptyvios valdymo strategijos taip pat yra būtinos sprendžiant dinamiško klimato kaitos poveikio problemas. Tokios strategijos apima nuolatinį ekosistemų stebėjimą ir gamtos saugos praktikos koregavimą remiantis pastebėtais pokyčiais ir moksliniais įrodymais (Turner ir kt., 2020). Vietos bendruomenių ir suinteresuotųjų šalių įtraukimas dar labiau stiprina atsparumą, derinant mokslines žinias su vietos patirtimi ir tradiciniu ekologiniu supratimu.





Tarptautinis bendradarbiavimas atlieka svarbų vaidmenį ekosistemų apsaugoje, remiant geriausios praktikos, žinių ir finansinių išteklių mainus didelio masto atkūrimo projektams (Molotoks ir kt., 2020). Be to, švietimo ir informuotumo iniciatyvos yra labai svarbios skatinant tvarų elgesį. Gerinant supratimą apie žmogaus veiklos ir ekosistemų ryšius, visuomenė gali būti paskatinta taikyti tvaresnę praktiką.

Klausimai

1. Kas yra gamtos sprendimai ir kaip jie padeda stiprinti ekosistemų atsparumą?
2. Kodėl prisitaikantis valdymas ir bendruomenės įsitraukimas yra svarbūs reaguojant į klimato kaitą?

Dalies išvados

Šiame mokymosi vienetė pabrėžiama, kaip svarbu suprasti, kaip klimato kaita veikia ekosistemas per tarpusavyje susijusius fizinius ir biologinius procesus. Moksliniai duomenys rodo, kad su klimatu susijusios grėsmės kartu su kita žmogaus veikla didina ekosistemų degradacijos ir negrįžtamų pokyčių riziką. Tuo pačiu metu tyrimai rodo, kad veiksmingi švelninimo, prisitaikymo ir gamtos technologijomis pagrįsti sprendimai gali padidinti ekosistemų atsparumą ir sumažinti ilgalaikę riziką (Harrison, 2020).

Norint spręsti klimato kaitos keliamus iššūkius, reikia koordinuotų veiksmų įvairiose mokslo disciplinose, politikos sektoriuose ir visuomenėse. Politikos formuotojai, mokslininkai, pedagogai ir visuomenė turi bendradarbiauti kurdami ir įgyvendindami strategijas, kurios sumažintų klimato poveikį ir apsaugotų ekosistemų funkcionavimą. Priimant pagrįstus sprendimus ir imantis kolektyvinių veiksmų, galima apsaugoti ekosistemas ir esmines jų teikiamas paslaugas ateities kartoms.





2. Taikymas

Atlikę 1 skyriaus „Tyrinėjimas“ skaitymo ir diskusijų užduotis, mokiniai pereina nuo teorinio supratimo prie praktinio pritaikymo, atlikdami „Delightex Studio“ sukurtą papildytosios realybės (AR) veiklą. Pagrindinis šio etapo tikslas – interaktyviai ir prasmingai pritaikyti žinias apie klimato kaitos trajektorijas, ekosistemų lūžio taškus ir aplinkos grėsmes.

Specialiai šiam mokymosi vienetui sukurtas AR testas yra sudarytas kaip misija, kuria siekiama patikrinti mokinių supratimą apie tai, kaip klimato kaita veikia skirtingas ekosistemas. Užuoť tiesiog prisiminę informaciją, mokiniai vadovaujasi virtualiais ekosistemų sargais – simboliniais personažais, tokiais kaip banginis, simbolizuojantis jūrų ekosistemas, koralas, simbolizuojantis rifų sistemas, ir atogrąžų miškų medis, simbolizuojantis sausumos ekosistemas. Kiekvienas sargas pristato savo ekosistemą, paaiškina realų su klimatu susijusį iššūkį (pavyzdžiui, koralų balinimą, jūros lygio kilimą ar biologinės įvairovės nykimą) ir pateikia klausimą su keliais atsakymų variantais.

Viktorinos klausimai yra tiesiogiai pagrįsti 1 skyriuje nagrinėtu moksliniu turiniu. Juose daugiausia dėmesio skiriama tokiems pagrindiniams klausimams kaip visuotinio atšilimo apribojimo iki 1,5 °C svarba, 1,5 °C ir 2 °C atšilimo scenarijų keliamos rizikos skirtumai, ypač pažeidžiamos klimato kaitos ekosistemas, kaskadinis poveikis, kurį sukelia sutrikimai viename trofiniame lygmenyje, ir strategijos, skirtos atsparumui stiprinti taikant gamtos pagrindu veikiančius sprendimus.

Mokiniai individualiai atlieka testą savo skaitmeniniuose įrenginiuose. Teisingi atsakymai leidžia jiems pereiti prie kitos ekosistemas, o neteisingi atsakymai aktyvuoja palaikomąjį grįžtamąjį ryšį, kuris skatina apmąstyti ir permąstyti. Ši nuosekli struktūra sukuria kelionės po sausumos, gėlavandenes ir jūrų ekosistemas įspūdį, padėdama mokiniams suprasti jų tarpusavio ryšius ir pasaulinį klimato rizikos mastą, tuo pačiu atliekant aiškias ir įveikiamas užduotis.

Po papildytos realybės veiklos vyksta vedama refleksijos sesija. Šiame etape mokiniai aptaria, kurios viktorinos dalys jiems pasirodė sudėtingiausios, paaiškina, kaip jie sprendė problemas, ir susieja pasaulinio klimato pavyzdžius su jiems pažįstamomis vietos aplinkos aplinkybėmis. Šis refleksijos komponentas užtikrina, kad papildytos





Co-funded by
the European Union

realybės veikla veiktų ne tik kaip vertinimo priemonė, bet ir kaip gilesnių diskusijų, kritinio mąstymo ir bendro mokymosi katalizatorius.

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





3. Gilinimas

„Delightex AR“ testo integravimas į mokymosi vienetą pagerina mokymosi procesą, perkeltiant mokinius nuo pasyvaus turinio vartojimo prie aktyvaus ir patirtinio mokymosi. Užuoat skaitę informaciją ir atsakinėję į klausimus statiniu formatu, mokiniai sąveikauja su virtualiais personažais ir aplinka, kuri skatina gilesnį įsitraukimą į mokslines sąvokas.

Vienas pagrindinių AR integracijos privalumų yra patobulintas sudėtingų procesų vizualizavimas. Tokias sąvokas kaip ekosistemų lūžio taškai, kaskadiniai efektai ir klimato kaitos sukelti pokyčiai dažnai sunku suprasti vien iš teksto. Šių idėjų pateikimas per ekosistemų sergėtojus ir interaktyvius AR elementus suteikia aiškesnį ir įsimintinesnį mokymosi kontekstą, padedant mokiniams susieti abstrakčius klimato procesus su konkrečiais vaizdiniais vaizdais.

Taip pat ženkliai padidėja mokinių motyvacija ir įsitraukimas. AR testas sukurtas kaip misija, kurios metu mokiniai žingsnis po žingsnio žengia per skirtingas ekosistemas. Tokia struktūra sukuria smalsumo ir pasiekimų jausmą, nes besimokantieji atrakina naujus iššūkius ir juda į priekį, remdamiesi savo atsakymais. Palyginti su tradiciniais testais, šis interaktyvus formatas sumažina vertinimo nerimą ir skatina aktyvų dalyvavimą.

AR veikla taip pat skatina kritinį mąstymą ir žinių taikymą. Kadangi visos užduotys yra tiesiogiai pagrįstos 1 skyriuje nagrinėtu moksliniu turiniu, mokiniai turi prisiminti, analizuoti ir taikyti informaciją, o ne pasikliauti spėlionėmis. Refleksijos etapas dar labiau sustiprina mokymąsi, skatindamas mokinius paaiškinti savo samprotavimus, susieti viktorinos turinį su platesnėmis ekologinėmis sąvokomis ir apsvarstyti, kaip panašūs iššūkiai atrodo realaus pasaulio kontekstuose.

Be to, AR viktorina skatina bendradarbiavimą ir įtrauktį. Nors mokiniai užduotį atlieka individualiai, po jos vykstantys bendri apmąstymai ir diskusijos suteikia galimybių mokytis vieni iš kitų ir palyginti problemų sprendimo strategijas. Vizualinių ir interaktyvių elementų naudojimas palaiko skirtingus mokymosi stilius ir daro mokslinį turinį prieinamesnį platesniam besimokančiųjų ratui.





Fazė	Aprašymas
Taikymas	- Tyrimai ir atradimai: Studentai nagrinėja adaptuotą IPCC medžiagą ir atrinktus mokslinius straipsnius, kad suprastų dabartinius įrodymus apie klimato kaitos poveikį ekosistemoms. Pagrindinės sąvokos apima lūžio taškus, ekosistemų paslaugas ir atsparumą.
	- Turinio kūrimas: Mokiniai bendradarbiaujant apibendrina mokslinę informaciją, naudodami vaizdinę medžiagą, pavyzdžiui, infografikus, žemėlapius ir diagramas, susijusias su sausumos, gėlavandenėmis ir jūrų ekosistemomis.
	- Poreikių analizė: Mokytojas įvertina ankstesnes žinias naudodamas trumpus klausimynus ir veda diskusijas, kad pritaikytų turinį mokinių lygiui ir interesams.
Tyrinėjimas	- Mokymo programos įgyvendinimas: Pamokų turinys pateikiamas pristatymų, vedamų skaitymų ir papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtų veiklų būdu. Klimato grėsmėms vizualizuoti naudojami ekosistemų modeliai ir realaus pasaulio pavyzdžiai.
	- Interaktyvūs pratimai: Studentai naudoja papildytosios realybės (AR) programas (pvz., „iNaturalist“ paieškai, „Google“ menas ir kultūra – Ekspedicijos) tyrinėti biologinę įvairovę, stebėti rūšis ir imituoti aplinkos pokyčius.
	- Atsiliepimų rinkimas: Mokiniai pildo refleksijos lapus, dalyvauja grupinėse diskusijose ir bendraamžių atsiliepimų teikime. Mokytojai teikia formuojamąjį grįžtamąjį ryšį viso proceso metu.
Gilinimas	- AR integracija: AR įrankiai leidžia studentams virtualiai tyrinėti pažeidžiamas ekosistemas, stebėti rūšis jų buveinėse ir sąveikauti su supaprastintomis klimato simuliacijomis.
	- Interaktyvus mokymasis: Studentai atlieka lauko arba vietinius tyrimus, paremtus papildytosios realybės (AR) principais, ir bendradarbiauja kurdami skaitmeninius pasakojimus, susiedami klimato mokslą su ekosistemų atsakais.
	Žaidimo turinys: AR viktorina apima žaidimo elementais kurie vertinimą paverčia pasakojimu paremta mokymosi patirtimi, o ne tradiciniu testu. Šis dizainas apjungia progresą, vaidmenis ir simbolinį pripažinimą, siekiant palaikyti motyvaciją.
	Anaratyvinis siužetas supažindina mokinius su misija, kuriai vadovauja ekosistemų sergėtojai, pavyzdžiui, banginis, simbolizuojantis jūrų ekosistemas, koralas, simbolizuojantis rifus, arba medis, simbolizuojantis miškus. Kiekvienas sergėtojas pristato savo ekosistemą ir pateikia iššūkius, susijusius su realiomis klimato kaitos grėsmėmis, taip sukurdamas tikslo ir tęstinumo jausmą.
	Viktorina seka po etapais Kiekvienas teisingas atsakymas atveria kitą ekosistemą, imituodamas judėjimą klimato kaitos paveiktoje aplinkoje. Ši struktūra padeda mokiniams suprasti ekosistemų tarpusavio ryšius, kartu išlaikant įsitraukimą.
	Užuot sutelkę dėmesį tik į taškus, studentai gauna pasiekimų titulai, kurie atspindi jų supratimo ir įsitraukimo lygį. Tokie pavadinimai kaip Ekosistemų <i>tyrinėtojas</i> , <i>Atsparumo kūrėjas</i> ir <i>Klimato sargas</i> teikti simbolinį pripažinimą ir remti besimokančiojo tapatybę bei motyvaciją.
	Bendradarbiavimu paremta refleksija . Po individualios misijos seka užsiėmimas. Mokiniai palygina rezultatus, aptaria sudėtingus klausimus ir apmąsto, ką reprezentavo kiekvienas ekosistemos sergėtojas. Ši diskusija paverčia žaidybines veiklas gilesnio mokymosi ir bendro prasmės kūrimo pagrindu.
	Šio modulio vertinimas grindžiamas studentų gebėjimu naudoti papildytosios realybės (AR) įrankius aplinkos stebėjimams dokumentuoti, biologinės įvairovės žurnalams pildyti





ir įrodymais pagrįstiems pasiūlymams, kaip padidinti ekosistemų atsparumą, parengti. Šie skaitmeniniai rezultatai derinami su refleksyviu rašymu ir žodiniais pristatymais, siekiant pateikti subalansuotą ir išsamų mokymosi rezultatų vertinimą.





Literatūra

Bardgett, R. D., ir Caruso, T. (2020). Dirvožemio mikrobu bendrijos reakcija į ekstremalias klimato sąlygas: atsparumas, atsparumas ir perėjimas į alternatyvias būsenas. *Karališkosios draugijos filosofiniai sandoriai B: Biologijos mokslai*, 375(1794), 20190112 straipsnis. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0112>

Bennett, E. M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A. V., Olsson, P., Pereira, L., Peterson, G. D., Raudsepp-Hearne, C., Biermann, F., Carpenter, S. R., Ellis, E. C., Hichert, T., Galaz, V., Lahsen, M., Milkoreit, M., Folke, C. ir Polasky, S. (2016). Šviesios dėmės: gero antropoceno užuomazgos. *Ekologijos ir aplinkosaugos ribos*, 14(8), 441–448. <https://doi.org/10.1002/fee.1309>

Harrison, S. (2020). Augalų bendrijų įvairovė dėl klimato atšilimo labiau sumažės nei padidės. *Karališkosios draugijos filosofiniai sandoriai B: Biologijos mokslai*, 375(1794), 20190106 straipsnis. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0106>

Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., Djalante, R., Ebi, K., Engelbrecht, F., J., Gui, otji, F. Mehrotra, S., Payne, A., Seneviratne, S. I., Thomas, A. Warren, R. ir Zhou, G. (2018). *1,5 °C visuotinis atšilimas: IPCC specialioji ataskaita* Tarpvvyriausybinė klimato kaitos komisija.

Iglesias, V. ir Whitlock, C. (2020). Jei medžiai dega, ar miškas prarandamas? Praeities dinamika vidutinio klimato miškuose padeda formuoti valdymo strategijas. *Karališkosios draugijos filosofiniai sandoriai B: Biologijos mokslai*, 375(1794), 20190115 straipsnis. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0115>

Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W. ir Schellnhuber, H. J. (2019). Klimato lūžio taškai – per daug rizikinga lažintis prieš juos. *Gamta*, 575(7784), 592–595. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>

Molotoks, A., Kuhnert, M., Dawson, T. P. ir Smith, P. (2020). Būsimo dirbamos žemės plėtros poveikio pasaulio biologinei įvairovei ir anglies dioksido kaupimui palyginimas. *Karališkosios draugijos filosofiniai sandoriai B: Biologijos mokslai*, 375(1794), 20190189 straipsnis. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0189>





Nacionalinė mokslų akademija. (2019). *Klimato kaita ir ekosistemos* Nacionalinių akademijų leidykla. <https://doi.org/10.17226/25250>

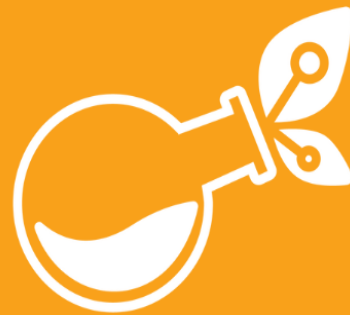
Nicholls, R. J., Lowe, J. A., Brown, S., Gottschalk, J. ir Hinkel, J. (2018). Pasaulinės temperatūros stabilizavimasis ties 1,5 °C ir 2,0 °C: pasekmės pakrančių zonoms. *Karališkosios draugijos filosofiniai sandoriai A: Matematikos, fizikos ir inžinerijos mokslai*, 376(2119), 20160448 straipsnis. <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0448>

Turner, M. G., Calder, W. J., Cumming, G. S., Hughes, T. P., Jentsch, A., LaDeau, S. L., Lenton, T. M., Shuman, B. N., Turetsky, M. R., Ratajczak, Z., Williams, J. W. ir Carpenter, S. R. (2020). Klimato kaita, ekosistemos ir staigūs pokyčiai: mokslo prioritetai. *Karališkosios draugijos filosofiniai sandoriai B: Biologijos mokslai*, 375(1794), 20190105 straipsnis. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0105>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU

AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.