



Co-funded by
the European Union

Miestų permąstymas: biofilinių miesto erdvių projektavimas naudojant papildytąją realybę STEM mokiniam (14–18)



BIOS4YOU
AR 2.0

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

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"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:	2
1. TYRINĖKITE – Supraskite kontekstą ir pagrindines sąvokas	3
Kas yra biofilinis dizainas?	3
Kuo biofilinis dizainas naudingas žmonėms?	3
Šeši biofilinio dizaino elementai	4
Biofiliskumas ir gerovė	5
▪ Fibonačio seka ir auksinis santykis	10
▪ Simetrija ir mozaikos	10
▪ Biofilinio dizaino taikymas	10
▪ Tvarios medžiagos ir dizaino mąstymas (technologijos)	10
Kas yra tvarios medžiagos?	10
Kas yra dizaino mąstymas?	11
2. Vykdytas – biofilinio dizaino taikymas praktikoje ir prototipų kūrimas naudojant papildytąją realybę	11
Įvadas	11
Dizaino mąstymo iššūkis: miesto erdvių permąstymas taikant biofilinius principus	12
AR prototipų kūrimas: gamtos įkvėptos miesto ateities vizualizavimas	13
Mokykliniai biofilinio dizaino projektai: mokymasis per patirtį viduriniame ugdyme	14
3. PAGERINIMAS – Įrankių ir koncepcijų įvaldymas	15
Rekomenduojami AR įrankiai biofiliniam dizainui ir STEM mokymuisi	16
1. CoSpaces Edu	16
2. Assembly EDU	16
3. Realybės kompozitorius („Apple“)	17
4. SketchAR	17
Išvada ir mokymosi integravimas	18
Literatūra	20





Bendra mokymosi kelio tema	Biofiliniai miestai: gamta paremtas miesto erdvių dizainas
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	Miestų permąstymas: biofilinių miesto erdvių projektavimas naudojant papildytąją realybę
Tikslinis naudotojų amžius	14–18 metų
Besimokančiojo reikalavimai	Pagrindinės aplinkos mokslo, biologijos ir geometrijos žinios
Mokymosi vieneto aprašymas	Šiame skyriuje mokiniai kviečiami tyrinėti, kaip gamta gali įkvėpti tvarią ir sveikesnę miesto aplinką. Naudodami papildytosios realybės įrankius, mokiniai vizualizuos ir sąveikaus su biofiliniais elementais, tokiais kaip žalieji stogai, natūralaus apšvietimo sistemos ir ventiliacija, įkvėpti ekosistemų. Veikla skatina sisteminių mąstymą, kūrybiškumą ir problemų sprendimą per įtraukiantį STEM pagrindų veikiantį mokymąsi.
Susijusi tema	Aplinkos mokslai, biologija, fizika, matematika, technologijos
Raktiniai žodžiai	Biofilinis dizainas, miestų planavimas, papildytoji realybė, tvarumas, biomimetika, interaktyvus mokymasis, gamtos įkvėptos inovacijos
Pagrindiniai įgūdžiai, gebėjimai, žinios, kurias galima įgyti	Suprasti biofilinius principus ir jų taikymą miesto kontekste; taikyti STEM koncepcijas projektuojant tvarias erdves; lavinti AR pagrindų veikiančius vizualizavimo ir prototipų kūrimo įgūdžius; lavinti problemų sprendimą ir kritinį mąstymą.
Naudoti ištekliai ir didaktiniai įrankiai	AR įrankiai (pvz., „CoSpaces Edu“, „Assemblr EDU“, „Merge Cube“, „JigSpace“), žemėlapių ir miestų planai, mokslinės duomenų bazės, vaizdiniai ištekliai, internetinės platformos, biofilinių miestų atvejų analizės
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	Vertinimas bus grindžiamas studentų gebėjimu taikyti biofilinio dizaino koncepcijas, integruoti papildytosios realybės įrankius savo idėjoms perteikti ir demonstruoti aplinkosaugos bei mokslinių principų supratimą per pristatymus, skaitmeninius prototipus ir refleksyvų grįžtamąjį ryšį.





Įvadas:

Plečiantis ir tankėjant pasaulio miestams, žmonės vis labiau atitrūksta nuo natūralios aplinkos, kurioje evoliucionavo. Miesto gyventojai dabar susiduria su tokiais neatidėliotinais iššūkiais kaip oro tarša, protinis nuovargis, socialinė izoliacija ir stiprėjanti klimato kaita. Biofilinis dizainas yra vienas perspektyviausių ir moksliniais tyrimais pagrįstų atsakymų į šias problemas – tarpdisciplininis požiūris, kuriuo siekiama iš naujo integruoti gamtą į statomą aplinką.

Šio mokymo modulio tikslas – supažindinti besimokančiuosius su biofiliniu dizainu ir jo svarba miesto erdvėms, tvarumui ir žmonių gerovei. Jame pateikiami moksliniai pagrindai, atvejų analizės ir į dizainą orientuotas mąstymas, siekiant parodyti, kaip gamtos įkvėpti sprendimai gali pertvarkyti miestus sveikesniu ir tvaresniu būdu.

Biofilinis dizainas remiasi *biofilija*, kuris apibūdina įgimtą žmogaus polinkį bendrauti su gamta ir kitomis gyvosiomis sistemomis (Wilson, 1984). Biofilinis dizainas apima ne tik dekoratyvinių augalų įtraukimą į pastatus, bet ir apgalvotą natūralios šviesos, vėdinimo, vandens, medžiagų, erdvių formų ir ekologinių sistemų integravimą į miesto erdvių architektūrą ir planavimą. Tyrimai parodė, kad gamtos elementų poveikis pastatytoje aplinkoje prisideda prie geresnių sveikatos rezultatų, sumažina stresą, padidina kūrybiškumą ir pagerina kognityvines funkcijas (Kellert ir kt., 2008; Browning ir kt., 2014).

Šio ryšio dažnai trūksta šiuolaikiniuose miestuose, kuriuose dažnai vyrauja betoniniai paviršiai, dirbtinis apšvietimas ir uždaros konstrukcijos. Tyrimai parodė, kad ribota prieiga prie natūralių elementų, tokių kaip dienos šviesa ar žalumos vaizdai, gali žymiai pagerinti sveikimo rodiklius, nuotaiką ir dėmesio koncentraciją. Ulrich (1984) nustatė, kad pacientai, atsigaunantys po operacijų ligoninės palatose su medžių vaizdais, gijo greičiau ir jiems reikėjo mažiau skausmą malšinančių vaistų. Panašūs Li ir Sullivan (2016) rezultatai parodė, kad studentai, atsigaunantys po protinio nuovargio, geriau atliko užduotis, kai iš klasės galėjo grožėtis žaliais lauko vaizdais.

Biofilinis dizainas taip pat atlieka labai svarbų vaidmenį skatinant miestų tvarumą. Jis gerina lietaus vandens valdymą kuriant pralaidžius kraštovaizdžius ir žaliąją infrastruktūrą, mažina miesto karštį augmenija ir šešėliais, palaiko biologinę įvairovę atkurdamas buveinių nišas ir mažina energijos suvartojimą taikant pasyvaus apšvietimo ir vėdinimo strategijas. Jamei ir kt. (2016) pabrėžia, kaip miesto geometrija ir gamtos elementai gali žymiai pagerinti lauko šiluminį komfortą, o Beatley (2016) pabrėžia platesnę biofilinių intervencijų naudą miestų planavimo srityje kuriant atsprias, tinkamas gyventi bendruomenes.

Šiame skyriuje nagrinėjamas biofilinių principų taikymas per gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos prizmę. Jame nagrinėjama, kaip biologinės sistemos palaiko miesto biologinę įvairovę, kaip šviesa ir oro judėjimas veikia komfortą ir energijos vartojimo efektyvumą, kaip geometriniai gamtos raštai įkvepia konstrukcijų projektavimą ir kaip tvarios medžiagos bei





skaitmeniniai įrankiai, tokie kaip papildytoji realybė (AR), gali palaikyti novatorišką ir aplinkai nekenksmingą statybą. Šis tarpdisciplininis požiūris skatina technines žinias, kritinį mąstymą ir problemų sprendimą realių miesto iššūkių kontekste.

Naujausia literatūra patvirtina, kad biofilinių modelių įtraukimas į pastatų ir viešųjų erdvių dizainą lemia išmatuojamą psichologinę ir fiziologinę naudą. Browning, Ryan ir Clancy (2014) nustatė 14 biofilinių dizaino modelių, tokių kaip dinamiškas apšvietimas, natūralios formos ir medžiagų ryšys su gamta, kurie teigiamai veikia sveikatą ir produktyvumą tiek darbo, tiek mokymosi aplinkoje.

Susipažindami su biofilinėmis koncepcijomis, besimokantieji įgyja galių iš naujo įsivaizduoti ir kurti miesto erdvių prototipus, kurie skatina gilesnius žmonių ir jų aplinkos santykius. Nesvarbu, ar tai būtų taikoma mokykloms, parkams, būstams ar viešajai infrastruktūrai, biofilinis dizainas suteikia pagrindą tvaresniems ir atkuriamiems miestams, miestams, kurie teikia pirmenybę ekologiniam vientisumui ir žmonių gerovei.

1. TYRINĖKITE – Supraskite kontekstą ir pagrindines sąvokas

Kas yra biofilinis dizainas?

- Apibrėžimas ir kilmė:

Biofiliją galima apibrėžti kaip meilę gyvenimui arba gyvoms sistemoms. Teoriškai teigiama, kad žmonės turi įgimtą poreikį būti susiję su mus supančiu pasauliu ir yra natūraliai linkę tai daryti. Šis polinkis yra įgimtas, ir kad ir kiek mes linktume jo, galime jo ir vengti. Pavyzdžiui, vasaros dieną galime natūraliai norėti būti lauke saulės šviesoje ir šilumoje, bet taip pat nenorime atsidurti šalia nuodingos gyvatės. Biofilinis dizainas padeda mums atrasti, kaip pastatyta aplinka galėtų ir turėtų būti radikaliai permąstyta atsižvelgiant į esminius žmogaus proto veikimo principus (Vagal, 2020).

Kuo biofilinis dizainas naudingas žmonėms?

Per pastaruosius 5000 metų didelio masto žemės ūkio, gamybos, technologijų, pramonės gamybos, inžinerijos ir šiuolaikinio miesto gyvenimo iškilimas tėra trumpas žmonijos istorijos skyrius. Nepaisant šių pasiekimų, jie nepakeitė gyvenimo harmonijoje su gamtine aplinka privalumų. Didelė dalis mūsų emocinės gerovės, problemų sprendimo, kritinio mąstymo ir kūrybinių gebėjimų vis dar kyla iš įgūdžių ir instinktų, išsiugdytų per gilius ryšius su gamtinėmis sistemomis. Šie ryšiai ir toliau vaidina gyvybiškai svarbų vaidmenį mūsų sveikatai, vystymuisi ir produktyvumui (Kellert, 2015).





Biofilinis dizainas siūlo išmatuojamą naudą, iš naujo susiedamas žmones su natūraliais modeliais ir jutiminėmis patirtimis, kurios formavo mūsų evoliuciją tūkstantmečius. Šis dizaino metodas, pagrįstas mūsų biologiniu potraukiu gamtai – koncepcija, žinoma kaip biofilija (Wilson, 1984), pripažįsta, kad mūsų kognityvinės, emocinės ir fiziologinės sistemos yra geriausiai pritaikytos aplinkai, panašiai į tą, kurioje evoliucionavo žmonės, pavyzdžiui, miškams, savanoms ir kitoms natūralioms aplinkoms (Kellert ir kt., 2008).

Moksliniai tyrimai parodė, kad net ir minimalus sąlytis su gamtos elementais, pavyzdžiui, dienos šviesa, žalumos vaizdai, grynas oras ar lytėjimo sąveika su organinėmis medžiagomis, gali žymiai pagerinti psichologinę savijautą. Šie privalumai apima sumažėjusį streso lygį, geresnę nuotaiką, didesnę kūrybiškumą ir geresnę pažintinę veiklą (Ulrich ir kt., 1991; Kaplan ir Kaplan, 1989). Kontaktas su gamta taip pat siejamas su greitesniu atsigavimu sveikatos priežiūros įstaigose, geresne koncentracija švietimo aplinkoje ir didesniu pasitenkinimu darbu (Terrapin Bright Green, 2012).

Fizinės sveikatos požiūriu, biofilinė aplinka skatina geresnę oro kokybę dėl natūralios ventiliacijos, mažina triukšmo taršą integruodama augalus ir natūralias medžiagas ir skatina fizinį judėjimą gerai suprojektuotose žaliosiose erdvėse. Natūralios šviesos poveikis, ypač kai ji dera su cirkadiniais ritmais, pagerina miego kokybę ir bendrą gyvybingumą (Van den Berg ir kt., 2010).

Be individualios naudos, biofilinis dizainas palaiko socialinę sveikatą, skatindamas priklausymo ir bendruomeniškumo jausmą. Erdvės su natūraliais elementais, tokiais kaip kiemai, promenados ir viešieji sodai, yra patrauklesnės ir įtrauklesnės, skatina sąveiką, bendradarbiavimą ir bendras patirtis (Beatley, 2011). Ši aplinka gali puoselėti stipresnius bendruomenės ryšius ir prisidėti prie atsparesnės, socialiai darnios miesto aplinkos kūrimo.

Šeši biofilinio dizaino elementai

Biofilinis dizainas – tai įrodymais pagrįstas požiūris, kai gamtos elementai integruojami į statomą aplinką, siekiant pagerinti žmonių gerovę. Įsišaknijusi biofilijos – įgimto žmogaus potraukio gamtai – koncepcijoje, ši dizaino filosofija išsivystė ir apėmė įvairias sistemas, kuriomis vadovaujamasi jos taikyme architektūroje ir miestų planavime.

Vienoje iš Stepheno R. Kellerto sukurtų pamatinių sistemų apibrėžiami šeši pagrindiniai biofilinio dizaino elementai:

1. Aplinkos ypatybės: gamtos elementų, tokių kaip šviesa, oras, vanduo, augalai ir natūralios medžiagos, įtraukimas.
2. Natūralios formos ir formos: naudojant biomorfines formas, fraktalus ir natūralius raštus.
3. Gamtos modeliai ir procesai: elementų, atspindinčių gamtos ritmus, pokyčius ir jutiminį kintamumą, integracija.
4. Šviesa ir erdvė: projektuojant natūralią šviesą, dinamišką apšvietimą ir erdvinį kintamumą, siekiama sukurti natūralius potyrius.





5. Vietovės pagrindu sukurti santykiai: erdvių, atspindinčių vietos ekologiją, kultūrą ir priklausymo jausmą, kūrimas.
6. Evoliucionavę žmogaus ir gamtos santykiai: psichologinių ryšių su perspektyvos ir prieglobsčio teorija, baime ir pagarba bei atkuriamuoju gamtos poveikiu pripažinimas.

Naujausi tyrimai išplėtė šių elementų nagrinėjimą, pabrėždami jų svarbą šiuolaikinėje dizaino praktikoje. Pavyzdžiui, 2023 m. Wijesooriya ir kt. atliktoje apžvalgoje pabrėžiama biofilinio dizaino sistemų integracija su tvaraus dizaino kriterijais, pabrėžiant biofilinių principų derinimo su aplinkosauginio veiksmingumo standartais svarbą.

Be to, Al Sayyed ir Al-Azhari (2025 m.) tyrimai rodo biofilinių dizaino elementų, tokių kaip natūrali šviesa ir vėdinimas, fiziologinę naudą mažinant stresą ir didinant komfortą gyvenamosiose patalpose. Šie rezultatai patvirtina biofilinių elementų įtraukimo svarbą sveikatai ir gerovei kurti.

Suprasdami ir taikydami šiuos šešis elementus, dizaineriai ir pedagogai gali kurti erdves, kurios skatina žmogaus ir gamtos ryšį bei palaiko kognityvines funkcijas, emocinę gerovę ir bendrą sveikatą.

Biofiliskumas ir gerovė

Ryšys su gamta kaip paveldimas žmogaus polinkis yra biofilijos teorija; Wilsonas šį terminą išpopuliarino (1984 m.). Kellert ir Calabrese (2015) pasisakė už biofilinio dizaino praktiką. Jie apibrėžė jį kaip procesą, siūlantį tvaraus dizaino strategiją, kuria siekiama sujungti žmones ir gamtą, remiantis trimis patirtimis ir dvidešimt keturiais dizaino atributais. Šio ryšio su gamta stiprinimas mažina stresą ir gerina sveikatą bei savijautą.

Kadangi žmonės paprastai daugiau laiko praleidžia pastatų viduje nei lauke, biofilinio interjero dizaino metodo taikymas yra ypač svarbus. Tačiau ši tema vis dar tiriama, o susijusi literatūra yra gana ribota. Reikia pripažinti, kad principai ir projektavimo procesai gali būti interpretuojami įvairiai, o tai sukelia dviprasmybių. „Nors biofilinio dizaino tikslas yra aiškus, jo supratimas ir taikymas yra mažiau aiškus“ (Vagal, 2020).

Biofilinis dizainas atsižvelgia į kitas gyvybės formas (Beatley, 2017) ir efektyviai veikia skirtinguose kontekstuose (Orman, 2017). Jį sudaro tiesioginės, netiesioginės ir simbolinės patirtys, kurios padeda užmegzti žmogaus ir gamtos ryšį (Bewza, 2012). Charakteristikos apima prieigą prie įvairių erdvių tipų, turinčių skirtingas erdvines savybes (Mangone ir kt., 2017), įvairias paviršiaus tekstūras, stiklą, natūralų vaizdą, natūralias medžiagas, šiltas spalvas (Spivack ir Rogelberg, 2010), augalus, natūralią saulės šviesą, vėdinimą, atviras erdves ir langus (Gray ir Birrell, 2014).





- Biofilinio dizaino pavyzdys:

- 1- Apple Parkas, Kalifornija, JAV

Naujasis „Apple“ miestas. Spurgos formos natūralius gamtos šviesos iš visų supa naujas 9000



o dizaino pavyzdžių. statinys kopijuoja linkius ir į biurus įleidžia pusių. Miestelį taip pat medžių miškas.

- 2- „Bosco Verticale“, Milanai, Italija

Gamtos radimas daugiaaukščiame bute atrodo keistas, tačiau tai gali būti būtent ta biofilinė injekcija, kurios reikia tankiai apgyvendintiems miestams. Po šimtmečius trukusios praktikos atskirti urbanizmą nuo laukinės gamtos, du gyvenamieji daugiaaukščiai Milane, Italijoje, apvertė paradigmą aukštyn kojomis, pasiūlydami naują socialinę ekologiją savo pastato fasade ir suteikdami galimybę ultraurbanistiniams gyventojams pasiekti gamtą.

Architekto Stefano Boeri suprojektuotas „Bosco Verticale“ pastatas atidarytas 2014 m., siekiant suteikti gyventojams individualių namų viešą bendravimą su vaizdą pastato erdvėje gyventojai tiesioginę prieigą prie kaimyniškai keistos sodininkystės, augalų teikiamas glaustu sodininkystės „Bosco Verticale“



alternatyvą priemiesčių kvartalams. Boeri numatė kaimynais per terasinių išoriniame fasade. Šioje turėtų gamtos vaizdus, augmenijos ir galimybę informacija apie ir laukinės gamtos malonumas. Remdamasis tradicijos intymumu, išplečia Milano kultūrinius



terasinio sodininkystės įpročius į bendruomenės lygio turtą, atsirandantį kaip miškas ant pastato miesto teritorijoje.



3- Admiraliteto kaimas

„Kampung Admiralty“ siūlo atvejo analizę, kaip gamta gali būti pagrindinis šių gyvenamųjų pastatų elementas. Ji taip pat suteikia gyventojams galimybę naudotis žemės ūkiu ant stogų ir sodinti sodus. Daugiaaukštės pastato grindys palaipsniui valo per teritoriją tekančią lietaus vandenį. Per trejus metus nuo atidarymo gyventojams pastatas suklestėjo.

Susijusios STEM sąvokos:

Biofilinis dizainas iš esmės yra daugiadisciplinis, remiantis gamtos procesais ir formomis, siekiant pagerinti pastatytą aplinką taip, kad būtų palaikoma žmonių sveikata, ekologinė pusiausvyra ir estetiškas turtingumas. STEM ugdymo, mokslo, technologijų, inžinerijos ir matematikos integravimas į biofilinį dizainą leidžia studentams tyrinėti ir taikyti realaus pasaulio įgūdžius, kartu sprendžiant tvarumo iššūkius ir didinant aplinkosauginį sąmoningumą.

Kiekviena STEM disciplina siūlo unikalią perspektyvą gamtos įkvėptų sprendimų supratimui ir taikymui:

- Biologija gilina mūsų supratimą apie gamtines sistemas, ekosistemas ir biologinę įvairovę, o tai yra labai svarbu kuriant aplinką, kuri harmoningai sąveikauja su gyvais organizmais.
- Fizika padeda mums tyrinėti tokių gamtos jėgų kaip šviesa, oro srautas ir energijos perdavimas elgesį, kurios visos daro įtaką aplinkos komfortui ir efektyvumui.
- Matematika suteikia įrankius atpažinti ir pritaikyti natūralius modelius, tokius kaip simetrija, fraktalai ir Fibonačio seka, kurie dažnai lemia formą ir proporcijas gamtos pagrindu sukurtame dizaine.
- Technologijos suteikia besimokantiems galimybę eksperimentuoti su novatoriškomis medžiagomis ir skaitmeniniais įrankiais, tokiais kaip papildytoji realybė (AR), kurti tvarių, į gamtą integruotų erdvių prototipus ir vizualizuoti jas.





Taikydami šį metodą, studentai įgyja praktinės patirties mokslinio stebėjimo, kritinio mąstymo, erdvinio samprotavimo ir ekologinio raštingumo srityse. Šie ryšiai padeda lavinti techninius įgūdžius ir giliau suprasti gamtos vaidmenį sprendžiant į žmogų orientuoto dizaino iššūkius, sujungiant švietimą, inovacijas ir tvarumą.

Naujausi tyrimai pabrėžia gamtos gamtoje paremto STEM mokymosi galią skatinti jaunų besimokančiųjų kūrybiškumą, gerovę ir atsakomybę už aplinką (pvz., Wijesooriya ir kt., 2023; Al Sayyed ir Al-Azhari, 2025). Ši patirtis tampa dar įtraukesnė ir paveikesnė, kai ją palaiko interaktyvios technologijos, tokios kaip papildytoji realybė (AR).

- Gamtos sistemos ir ekosistemos (biologija)

Biofilinis dizainas integruoja gamtines sistemas ir ekosistemas į miesto aplinką, siekiant pagerinti žmonių gerovę ir ekologinę pusiausvyrą. Miesto erdvės gali imituoti natūralias buveines, įtraukdamos žaliuosius stogus, vertikalius sodus ir biologinės įvairovės koridorius, taip skatindamos aplinkos pusiausvyrą ir psichologinę naudą.

Naujausi tyrimai pabrėžia biologinės įvairovės svarbą miesto aplinkoje. Pavyzdžiui, tyrime „Biofilinio dizaino integracija: tvarumo ir žmonių gerovės stiprinimas šiuolaikinėje architektūroje“ aptariama, kaip gamtos elementų integravimas į architektūrinį dizainą gali pagerinti psichinę sveikatą ir aplinkos tvarumą.

Be to, miesto teritorijose gali būti stebinantis biologinės įvairovės lygis ir unikalios ekosistemos įvairiais lygmenimis. Miesto gamta suteikia potencialą sukurti reikiamą ekologinį ryšį fragmentiškuose kraštovaizdžiuose, sumažinti vienam gyventojui tenkantį aplinkos pėdsaką ir puoselėti klimato kaitai atsparias ekosistemas (https://www.nlc.org/article/2025/04/09/catalyzing-biodiversity-on-buildings/?utm_source=chatgpt.com).

Biofilinio projektavimo įgyvendinimas, ypač urbanizuotose teritorijose, kartais gali sukelti nenumatytų neigiamų pasekmių natūralioms ekosistemoms. Todėl būtinas kruopštus planavimas ir svarstymas, siekiant užtikrinti, kad natūralių elementų integravimas į miesto projektavimą remtų ir stiprintų esamas ekosistemas, o ne jas sutrikdytų (Szewrańskie ir kt., 2024).

Gamtos sistemų įtraukimas į miesto dizainą yra naudingas aplinkai ir žmonių sveikatai. Tyrimai parodė, kad buvimas natūralioje aplinkoje gali sumažinti stresą, pagerinti kognityvines funkcijas ir padidinti produktyvumą darbo vietoje (Senthil ir Jayalakshmi, 2025).

Studentai gali įvertinti žmogaus ir ekologinės sveikatos tarpusavio ryšį, suprasdami ir taikydami gamtinių sistemų ir ekosistemų principus miestų projektavime. Šios žinios suteikia jiems galimybę kurti miesto erdves, kurios yra ne tik tvarios, bet ir palankiai vertina visų gyventojų gerovę.





- Šviesa ir vėdinimas (fizika)

Apšvietimas ir vėdinimas yra esminiai fiziniai biofilinio dizaino elementai, tiesiogiai veikiantys žmonių komfortą, sveikatą ir produktyvumą. Natūralios šviesos ir oro srauto fizikos supratimas leidžia kurti su natūraliais procesais suderintą aplinką, gerinant gyventojų savijautą ir aplinkos tvarumą.

Natūrali šviesa

Natūrali šviesa, arba dienos šviesa, vaidina labai svarbų vaidmenį reguliuojant žmogaus cirkadinius ritmus, kurie yra būtini miego įpročiams, hormonų pusiausvyrai ir bendrai sveikatai palaikyti. Strateginis dienos šviesos panaudojimas architektūroje apima pastato orientacijos, langų išdėstymo ir atspindinčių paviršių įvertinimą, siekiant maksimaliai padidinti šviesos prasiskverbimą, kartu sumažinant akinimą ir šilumos kaupimąsi.

Naujausi tyrimai pabrėžia natūralios šviesos įtraukimo į pastatų projektavimą privalumus. Pavyzdžiui, žurnale „Frontiers in Virtual Reality“ paskelbtame tyrime teigiama, kad aplinka su biofiliniais elementais, įskaitant natūralią šviesą, žymiai sumažino fiziologinio streso rodiklius, palyginti su nebiofiline aplinka (Al Sayyed ir Al-Azhari, 2025).

Be to, dienos šviesą reaguojančios apšvietimo valdymo sistemos gali sumažinti dirbtinio apšvietimo poreikį, taupyti energiją ir mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą. Norint integruoti tokias sistemas, reikia suprasti šviesos fiziką, įskaitant jos intensyvumą, kryptį ir spektrines savybes. 14–18 metų gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos (STEM) mokiniams natūralios šviesos fizikos tyrinėjimas suteikia praktinių galimybių suprasti tokias sąvokas kaip šviesos atspindys, refrakcija ir energijos vartojimo efektyvumas.

- Geometrija ir modeliai gamtoje (matematika)

Geometrija ir matematiniai modeliai yra esminiai norint suprasti gamtos pasaulį ir vaidina lemiamą vaidmenį biofiliniame projekte. Studijuodami šiuos modelius, mokiniai gali įgyti įžvalgų apie pagrindinius principus, kurie valdo gamtos formas, ir pritaikyti šias žinias kurdami darnias ir tvarias miesto erdves.

- Fraktalai ir savęs panašumas

Fraktalai yra sudėtingos geometrinės figūros, pasižyminčios savęs panašumu, o tai reiškia, kad jos atrodo panašiai skirtingu masteliu. Šie modeliai paplitę snaigėse, pakrantėse ir medžių šakose. Fraktalų analizė buvo naudojama siekiant suprasti gamtinių sistemų sudėtingumą ir yra taikoma įvairiose srityse – nuo ekologijos iki medicinos.





- Fibonačio seka ir auksinis santykis

Fibonačio seka ir su ja susijęs aukso pjūvis yra gamtoje dažnai sutinkamos matematinės sąvokos. Jas galima stebėti lapų išsidėstyme ant stiebo, saulėgrąžos sėklų rašte ir moliuskų spiraliniuose kriauklėse. Šių dėsningumų supratimas padeda mokiniams suprasti matematinę tvarką, slypinčią natūralių formų pagrindu.

- Simetrija ir mozaikos

Simetrija yra įprastas natūralių organizmų bruožas, prisidedantis prie jų struktūrinio stabilumo ir estetinio patrauklumo. Gamtoje taip pat aptinkami mozaikos, arba plytelių raštai, pavyzdžiui, bičių avilių korio struktūrose. Šių raštų studijavimas leidžia mokiniams tyrinėti pusiausvyros ir pasikartojimo koncepcijas dizaine.

- Biofilinio dizaino taikymas

Natūralių geometrinių raštų įtraukimas į miesto dizainą gali pagerinti gyventojų estetinę ir psichologinę gerovę. Pavyzdžiui, fraktaliniai raštai architektūriniuose elementuose gali sumažinti stresą ir pagerinti kognityvines funkcijas. Šių matematinių principų supratimas ir taikymas leidžia studentams kurti dizainus, kurie dera su natūraliomis formomis ir skatina tvarumą.

- Tvarios medžiagos ir dizaino mąstymas (technologijos)

Kas yra tvarios medžiagos?

Tvarios medžiagos yra ekologiškos. Jos arba greitai atauga, yra perdirbamos, arba jų gamybai sunaudojama mažiau energijos. Naudojant biofiliniame dizaine, šios medžiagos taip pat padeda palaikyti sveikatą ir gerovę.

Štai keletas įdomių pavyzdžių, kurie šiandien yra tyrinėjami ir naudojami:

- Bambukas, kamštiena ir kanapių betonas yra augalinės kilmės medžiagos, kurios greitai auga ir natūraliai sugeria anglies dioksidą. Jas reikia mažiau apdoroti nei tradicines medžiagas, tokias kaip betonas ar plastikas. Šios biologinės kilmės medžiagos gali žymiai sumažinti pastatų anglies pėdsaką (Mnasri ir kt., 2021).
- Grybiena yra grybų šaknų struktūra. Iš jos galima auginti statybinius blokus arba plokštes. Ši medžiaga yra lengva, visiškai kompostuojama ir nereikalauja cheminio apdorojimo. Ji dažnai naudojama žaliwoje architektūroje (Alaneme ir Anaele, 2023).
- Biobetonas – tai speciali betono rūšis, kurios įtrūkimai gydomi bakterijomis. Šios bakterijos gamina natūralią medžiagą, kuri užsandarina įtrūkimą, kai į jį patenka drėgmė. Ši inovacija sumažina priežiūros poreikį ir pailgina pastatų tarnavimo laiką (Aytekin ir kt., 2024).





- Mažo spinduliavimo (Low-E) stiklas atspindi šilumą, bet praleidžia natūralią šviesą. Šis stiklas padeda sumažinti energijos suvartojimą šildymui ir vėsinimui, tuo pačiu užtikrinant dienos šviesos patekimą, kuris yra gyvybiškai svarbus biofilinėse erdvėse (Elverici, 2024).

Naudojant šias medžiagas miestai tampa tvaresni ir palaikomas didžiausias biofilinio dizaino tikslas: gerinti mūsų ryšį su gamta, kartu saugant aplinką.

Kas yra dizaino mąstymas?

Dizaino mąstymas – tai kūrybinis procesas, padedantis žmonėms rasti sudėtingų problemų sprendimus. Svarbu ne tik pagražinti daiktus, bet ir patenkinti realius poreikius išmaniais ir veiksmingais būdais.

Tai apima penkis veiksmus:

1. Įsijausti – suprasti, ko žmonėms reikia.
2. Apibrėžti – nustatyti pagrindinę problemą.
3. Idėjų generavimas – kurkite kūrybinius sprendimus.
4. Prototipas – sukurkite modelį arba bandomąją versiją.
5. Testas – išbandykite ir patobulinkite remdamiesi atsiliepimais.

Biofiliniame dizaine galite naudoti dizaino mąstymą, kad sukurtumėte:

- Parko suolas, pagamintas iš vietinės medienos ir grybienos putplasčio.
- Mokyklos kiemas su natūralia šviesa, medžiais ir lapų formos sėdimomis vietomis.
- Mažas stogo šiltnamio, kuriame kaupiamas lietaus vanduo.

Tyrimai rodo, kad dizaino mąstymo taikymas tvarumo projektuose padeda žmonėms geriau bendradarbiauti ir kurti realius sprendimus. Jis jau naudojamas sprendžiant tokius svarbius iššūkius kaip klimato kaita, ekologiškas transportas ir ekologiškas būstas (Leal Filho ir kt., 2024).

2. Taikykite – biofilinio dizaino taikymas praktikoje ir prototipų kūrimas naudojant papildytąją realybę

Įvadas

Norėdami pereiti nuo biofilinio dizaino supratimo prie jo taikymo, besimokantieji turi ištirti, kaip gamtos paremtos strategijos gali būti pritaikytos realiose miesto erdvėse. Biofilinis dizainas yra ne tik idėjų rinkinys; tai projektavimo metodas, reikalaujantis apgalvoto aplinkos sistemų, medžiagų ir technologijų integravimo į miesto struktūrą.





Ši mokymo dalis yra praktinė, kūrybiška ir skaitmeninė. Mokiniai skatinami mąstyti kaip planuotojai, architektai ir miesto ekologai, siūlant naujas idėjas, įkūnijančias biofilinius principus. Tuo pačiu metu, kaip pagalbinės platformos, pristatomos skaitmeninės priemonės, tokios kaip papildytoji realybė (AR), leidžiančios besimokantiems vizualizuoti ir kurti savo projektų prototipus. Papildytoji realybė suteikia interaktyvų mokymosi patirties lygmenį, sujungiant konceptualų mąstymą ir erdvinį planavimą, kartu skatinant eksperimentuoti virtualioje aplinkoje. Naujausi tyrimai patvirtina, kad AR įrankiai gerina besimokančiųjų erdvinį suvokimą ir dizaino mąstymą, kai jie dalyvauja tvarumo ir STEM projektuose (Wu ir kt., 2020; Bower ir kt., 2017).

Šis skyrius skatina techninį ir kūrybinį augimą, derindamas atvejų analizę, dizaino prototipų kūrimą ir papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtą modeliavimą. Jis padeda panaikinti atotrūkį tarp teorinių žinių ir praktinio pritaikymo – tai labai svarbus žingsnis įgalinantis jaunos besimokančiuosius įsivaizduoti žalesnius, sveikesnius ir labiau į žmogų orientuotus miestus.

Dizaino mąstymo iššūkis: miesto erdvių permąstymas taikant biofilinius principus

Kūrybiškas biofilinių principų taikymas prasideda nuo gebėjimo stebėti, kritikuoti ir tobulinti erdves per problemų sprendimo prizmę. Dizaino mąstymas, struktūrizuota, į žmogų orientuota metodologija, siūlo tvirtą šios užduoties pagrindą. Plačiai naudojamas švietimo, inžinerijos ir architektūros srityse, dizaino mąstymas skatina inovacijas per empatiją, idėjų generavimą, prototipų kūrimą ir iteraciją. Tvarumas ir sukurta aplinka skatina besimokančiuosius spręsti sudėtingus iššūkius, derinant ekologines žinias su kūrybiniu tyrinėjimu (Leal Filho ir kt., 2024).

Ši veikla padeda besimokantiems per dizaino mąstymo ciklą, jiems iš naujo įsivaizduojant esamą miesto erdvę – tiek savo vietinėje aplinkoje, tiek išgalvotame kontekste. Procesas prasideda nuo kritinio dabartinių vietos apribojimų įvertinimo. Tai gali būti karščio poveikis, prasta ventiliacija, augmenijos trūkumas, nepralaidūs paviršiai arba maža biologinė įvairovė. Remdamiesi šiuo vertinimu, besimokantieji apibrėžia poreikių arba dizaino iššūkių rinkinį, atspindintį aplinkos ir žmonių prioritetus.

Idėjų etape pristatomi biofiliniai sprendimai: strategijos, semiančios įkvėpimo iš gamtos, siekiant išspręsti tokias problemas kaip perkaitimas, prasta oro kokybė ar socialinė izoliacija. Remiantis principais, išdėstytais *14 biofilinio dizaino modelių* (Browning ir kt., 2014 m.) besimokantieji skatinami apsvaistyti tiesioginius ir netiesioginius ryšius su gamta, įskaitant žalumą, vandens telkinius, medžiagų pasirinkimą ir erdvinės konfigūracijas, skatinančias prieglobsčio ar perspektyvos jausmą. Sprendimai gali apimti šešėlinių susibūrimo erdvių su medžių lajomis įrengimą, žaliųjų sienų integravimą siekiant pagerinti oro kokybę ir šiluminį komfortą, arba vandens kanalų įrengimą lietaus vandeniui sugerti ir valdyti.

Kaip savo kūrybinio darbo dalį, besimokantieji parengia pertvarkytos erdvės konceptualų planą, daugiausia dėmesio skirdami dienos šviesos patekimui, natūraliam oro srautui, biologinės įvairovės koridoriams ir sensorinei sąveikai su organinėmis medžiagomis. Šios idėjos





grindžiamos biofiliniais principais ir su STEM susijusia analize, pavyzdžiui, geometrijos taikymas išdėstymui optimizuoti, biologijos taikymas tinkamoms augalų rūšims parinkti ir fizikos taikymas pasyvios vėdinimo strategijoms planuoti.

Siekdamas toliau vadovauti šiam procesui, Pasaulinis gerovės institutas (2018 m.) pateikia praktinę sistemą, kaip biofilinis dizainas gali pagerinti bendruomenės gerovę užtikrinant prieigą prie gamtos, geresnį mobilumą ir sensorinę įvairovę. Šios gairės skatina dizainerius mąstyti holistiškai, miesto erdves vertinant ne tik kaip fizinę infrastruktūrą, bet ir kaip sveikatos, emocinio ryšio ir aplinkos atsparumo vietas.

Galiausiai šis iššūkis ugdo biofilinio dizaino supratimą kaip mokslinę ir į žmogų orientuotą veiklą, kuriai reikia techninio samprotavimo, empatijos ir kūrybiškumo, norint išspręsti realaus pasaulio miesto problemas.

AR prototipų kūrimas: gamtos įkvėptos miesto ateities vizualizavimas

Sukūrę perprojektavimo koncepciją per dizaino mąstymo procesą, besimokantieji pereina prie savo idėjų prototipų kūrimo naudodami papildytąją realybę. Papildytoji realybė suteikia įdomią galimybę įgyvendinti biofilines vizijas, leisdama besimokantiems perkelti gamtos ypatybes į skaitmeninę pasirinktos miesto erdvės kopiją. Šis etapas sustiprina erdvinį mąstymą ir leidžia giliau įsitraukti į anksčiau sumanytus dizaino elementus.

Naudodami tokias platformas kaip „CoSpaces Edu“ arba „Assemblr EDU“, besimokantieji kuria interaktyvias 3D vizualizacijas, apimančias pagrindinius biofilinius komponentus. Tai gali būti medžiais apsodintos promenados, sodai ant stogų, atspindintys vandens baseinai, natūraliai vėdinami koridoriai arba fraktalinės geometrijos įkvėpti lapų raštų baldakimai. Tikslas – modeliuoti pertvarkytą erdvę, atidžiai atsižvelgiant į aplinkosauginį veiksmingumą ir naudotojo patirtį.

Naujausi tyrimai rodo, kad papildytoji realybė (AR) gali reikšmingai paremti aplinkosauginį švietimą ir kūrybiškumą, ypač kai besimokantieji kuria atsižvelgdami į tvarumo tikslus (Wu ir kt., 2020). Šioje užduotyje besimokantieji skatinami komentuoti savo projektus, aprašant kiekvienos biofilinės savybės funkciją, jos atspindimą STEM principą ir numatomą naudą žmonių ir ekologinei sveikatai.

Be skaitmeninio modeliavimo, AR prototipai gali būti naudojami pristatymams ir kolegų vertinimui, kai besimokantieji paaiškina ir gina savo dizaino sprendimus. Šis refleksyvumo etapas prideda kritinio mąstymo ir bendravimo įgūdžių sluoksnį, sustiprindamas dizaino raštingumą ir aplinkosauginį sąmoningumą.





Mokykliniai biofilinio dizaino projektai: mokymasis per patirtį viduriniame ugdyme

Biofilinio dizaino pristatymas vidurinių mokyklų mokiniams suteikia puikią edukacinę galimybę susieti teorines žinias su realaus pasaulio ekologiniais iššūkiais. Pastaraisiais metais kelios vidurinės mokyklos visoje Europoje įgyvendino biofilijos pagrindu sukurtus projektus, kurie įtraukia mokinius į statytos aplinkos permąstymą, remiantis gamtos mokslais. Šios iniciatyvos skatina ekologinį sąmoningumą, skatina gerovę ir remia tarpdisciplininį mokymąsi, apimančią biologiją, aplinkos mokslą, dizainą ir architektūrą.

Nors ne visada žymimas pagal *biofilinis dizainas*, daugelis šių projektų aiškiai nagrinėja pagrindinius biofilinius principus, tokius kaip jutiminio kontakto su gamtos elementais stiprinimas, oro kokybės gerinimas ir lauko mokymosi aplinkos kūrimas. Per tokią veiklą 14–18 metų mokiniai įgyja praktinės patirties permąstydami miesto ir švietimo erdves, dažnai kurdami modelius, piešinius ar tvarumo pasiūlymus, pagrįstus jų stebėjimais gamtoje ir sąveika su ja.

- Pasirinktas projekto pavyzdys iš vidurinių mokyklų

Putnio vidurinė mokykla, priklausanti Londono „Girls' Day School Trust“ fondui, 2021 m. pradėjo novatorišką biofilinės klasės bandomąjį projektą, kurio tikslas – ištirti, kaip natūralūs mokymosi aplinkos elementai veikia mokinių gerovę, susikaupimą ir pažintinį įsitraukimą. Projektas buvo pritaikytas vyresnių klasių mokiniams, besimokantiems 4 ir 5 pagrindinėse ugdymo stadijose (14–18 metų), ir buvo sukurtas bendradarbiaujant su Oksfordo Bruksio universiteto ir „Studio P Architects“ tyrėjais.

Pertvarkyta klasė apjungė kelis elementus, gautus iš *14 biofilinio dizaino modelių* (Browning ir kt., 2014), įskaitant:

- Natūralios medžiagos ir tekstūros: medienos plokštės, vilnoniai tekstilės gaminiai ir neapdorota apdaila sumažino jutiminį nuovargį ir sukūrė raminančią vizualinę estetiką.
- Augalai ir žaluma: Kambariniai augalai buvo integruoti ne tik siekiant sukurti vizualinį ryšį su gamta, bet ir pagerinti oro kokybę bei suteikti mikroatkuriamąjį poveikį.
- Dinaminis apšvietimas: LED sistemos buvo suderintos taip, kad imituotų cirkadinius ritmus, palaikydamos dėmesį ir nuotaikos reguliavimą įvairiais mokyklos dienos momentais.
- Akustinis dizainas: Siekiant apriboti per didelį stimuliavimą ir sukurti kognityvinio prieglobsčio zonas, buvo įtrauktos garsą sugeriančios medžiagos ir tyliosios zonos.

Mokytojai ir mokiniai, kurie naudojo klasėmis, teigė, kad pagerėjo susikaupimas, sumažėjo stresas ir mokymosi atmosfera buvo malonesnė. Be pasyvaus sąlyčio su gamtos elementais, mokiniai vertino klasės poveikį, išmokdami kritiškai apmąstyti, kaip aplinkos dizainas veikia sveikatą ir mokymosi rezultatus.





„Atsiliepiamai iš mokinių, besinaudojančių šia erdve, buvo nepaprastai teigiami“, – sakė Putney vidurinės mokyklos direktorė Suzie Longstaff. „Jie jautėsi labiau atsipalaidavę, įsitraukę ir labiau susiję su mokymusi.“

- AR integracijos apmąstymai ir galimybės

Nors Putney projektas yra puikus biofilinės mokymosi aplinkos pavyzdys vidurinėje mokykloje, jis ir toliau daugiausia dėmesio skiria fizinės aplinkos dizainui. Būsimose tokių projektų versijose būtų labai naudinga įtraukti papildytąją realybę (AR), siekiant pagerinti vaizduotę ir interaktyvumą.

AR galėtų leisti studentams:

- Prieš fiziškai pertvarkydami erdvę, vizualizuokite skirtingus biofilinius išdėstymus.
- Perdengti duomenis, tokius kaip saulės šviesos kryptis, oro srautas ar garso lygiai realiuoju laiku.
- Virtualiai sukurkite naujų elementų, tokių kaip žalios sienos, vandens elementai ar ekologiški baldai, prototipus.
- Dalyvaukite bendruose miesto projektavimo projektuose imituodami biofilines zonas mokyklų kiemuose, stoguose ar viešosiose erdvėse.

Toks integravimas suteiktų mokiniams galimybę ne tik patirti biofilines aplinkas, bet ir kurti bei dalytis jomis skaitmeniniu būdu, prasmingai ir praktiškai naudojant STEM įgūdžius.

Putney vidurinės mokyklos „Biofilinės klasės“ projektas yra sėkmingas pavyzdys, kaip vidurinių mokyklų mokiniai gali pasinaudoti įtraukiančia, su gamta susijusia aplinka. Augant informuotumui apie aplinkos, mokymosi ir gerovės ryšį, šis modelis yra vertinga nuoroda kitoms mokykloms, siekiančioms įtraukti biofilinį mąstymą.

Derinant tokias iniciatyvas su skaitmeninio dizaino ir papildytosios realybės prototipų kūrimo įrankiais, būsimi mokyklų projektai galėtų tapti dar įdomesni, labiau suasmeninti ir atspindėti XXI amžiaus mokymosi tikslus, kur susijungia tvarumas, kūrybiškumas ir technologijos.

3. Gilinkite – Įrankių ir koncepcijų įvaldymas

Nors ankstesniuose skyriuose buvo pristatyti biofilinio dizaino pagrindai ir besimokantiejiems suteikta galimybė tyrinėti ir kurti su gamta integruotas erdves, šiame paskutiniame skyriuje daugiausia dėmesio skiriama tam, kaip papildytoji realybė (AR) gali pagerinti mokymąsi, pagilinti erdvinį supratimą ir efektyviau perteikti biofilines idėjas.

Viduriniame ugdyme, ypač gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos (STEM) pagrindu veikiančiame mokymesi, papildytoji realybė (AR) tapo galinga priemone, padedančia sujungti abstrakčias aplinkos sąvokas su konkrečia erdvine patirtimi. Kaip rodo Wu ir kt. (2020 m.) bei Tang ir kt. (2022 m.) tyrimai, papildytoji realybė (AR) didina įsitraukimą, palaiko sudėtingą erdvinį mąstymą ir lavina mokinių gebėjimą kurti ir analizuoti 3D aplinką. Dėl šių





savybių ji ypač tinka biofilinių elementų vizualizavimui miesto kontekste, kur pagrindinius vaidmenis atlieka išplanavimas, aplinkos srautas ir medžiagiškumas.

Pasitelkdami papildytąją realybę (AR), skaitmeniniai įrenginiai leidžia besimokantiejiems į realų pasaulį įdėti gamtos įkvėptus objektus, tokius kaip medžiai, pavėsį teikiančios struktūros ar vandens elementai. Tai padeda jiems įsivaizduoti žalesnius miestus ir imituoti bei įvertinti savo idėjas, sustiprinant ryšį tarp aplinkosauginio mąstymo ir skaitmeninio kūrybiškumo.

Žemiau pateikiamas kuriojamas AR įrankių, padedančių 14–18 metų mokiniams tyrinėti ir perteikti biofilinius principus, sąrašas. Kiekvienas įrankis siūlo skirtingas galimybes – nuo paprastų vilkimo ir numetimo sąsajų iki sudėtingesnių, modeliavimu pagrįstų projektavimo platformų.

Rekomenduojami AR įrankiai biofiliniam dizainui ir STEM mokymuisi

1. CoSpaces Edu

Platforma: Naršyklės pagrindu, su programėlėmis, skirtomis „iOS“ ir „Android“

Geriausiai tinka: interaktyvių AR/VR 3D scenų kūrimui, kodavimo integravimui, pasakojimui apie dizainą

Kodėl tai naudinga:

„CoSpaces Edu“ leidžia mokiniams kurti įtraukias aplinkas ir perkelti jas į realų pasaulį per papildytąją realybę (AR). Ji palaiko logika pagrįstą kodavimą ir fizikos modeliavimą, todėl yra puikus įrankis STEM integracijai. Mokiniai gali modeliuoti biofilinius elementus, tokius kaip žali koridoriai, pavėsį teikiančios struktūros ar atviros klasės, o tada apžiūrėti savo projektus mišriojoje realybėje.

Edukacinis poveikis:

Bower ir kt. (2017) išskyrė „CoSpaces Edu“ kaip vieną iš pagrindinių įrankių, skirtų lavinti vidurinių ir vidurinių mokyklų mokinių kūrybinius ir erdvinius gebėjimus. Ji padeda įsitraukti į tvarumo temas per tyrinėjimą ir pristatymą.

Svetainė: <https://cospaces.io>

2. Assembly EDU

Platforma: Žiniatinklio pagrindu, „iOS“, „Android“

Geriausiai tinka: greitam prototipų kūrimui, vizualinio dizaino pristatymams, bendradarbiavimu grįstam mokymuisi

Kodėl tai naudinga:

„Assemblr EDU“ leidžia mokiniams kurti 3D turinį naudojant iš anksto sukurtų modelių biblioteką





arba savo įkeltus failus. Tai intuityvu ir patogiu naudoti net ir tiems, kurie dar tik pradeda naudotis papildyta realybe. Mokiniai gali kurti ir išdėstyti biofilinius elementus mokyklų kiemuose, vietiniuose parkuose ar miesto gatvių peizažuose.

Edukacinis poveikis:

Tokie tyrimai kaip Tang ir kt. (2022) rodo, kaip papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtos projektavimo veiklos padeda besimokantiejiems aplinkos teoriją paversti vizualiai ir erdviškai turtinga išraiška, ugdydami aplinkosauginį sąmoningumą per įtraukiantį skaitmeninį įsitraukimą.

Svetainė: <https://www.assemblrworld.com>

3. Realybės kompozitorius („Apple“)

Platforma: „iOS“ ir „macOS“

Geriausiai tinka: Didelio tikslumo erdviniam dizainui, AR objektų sluoksniavimui realioje aplinkoje

Kodėl tai naudinga:

„Reality Composer“ yra „Apple“ kūrėjų paketo dalis, leidžianti besimokantiejiems integruoti papildytosios realybės objektus į realią aplinką, manipuliuoti jais naudojant jutiklius ir imituoti jų sąveiką su erdve ir šviesa. Ji geriausiai tinka pažengusiems vidurinių mokyklų mokiniams, besidomintiems architektūrinėmis detalėmis.

Edukacinis poveikis:

Ši priemonė padeda suprasti formą, proporcijas ir elementų sąveiką – tai itin svarbūs įgūdžiai tiek architektūriniame projekte, tiek aplinkos modeliavime (Wu ir kt., 2020).

Svetainė: <https://developer.apple.com/reality-composer/>

4. SketchAR

Platforma: „iOS“, „Android“

Geriausiai tinka: koncepcijos eskizams AR aplinkoje, laisvos formos vaizdiniais eksperimentams

Kodėl tai naudinga:

„SketchAR“ sujungia piešimą ir papildytąją realybę, todėl idealiai tinka studentams, norintiems ranka perteikti savo idėjas tiesiai fiziniame erdvėje. Šis įrankis palaiko organišką biomorfinių formų, tokių kaip lenktos sienos, medžių įkvėptos struktūros ar kraštovaizdžio elementai, tyrinėjimą.

Svetainė: <https://sketchar.io>





Lšvada ir mokymosi integravimas

AR integravimas į biofilinio dizaino ugdymą leidžia besimokantiejiems tapti aktyviais veikėjais, įsivaizduojant sveikesnę miesto aplinką. Tai atitinka STEM tikslus, derinant stebėjimą, eksperimentavimą ir techninį dizainą, kartu skatinant kūrybiškumą, bendradarbiavimą ir tvarumo raštingumą.

Baigę šį skyrių, besimokantieji turėtų gebėti:

- Nustatyti ir palyginti pagrindinius AR įrankius projektavimo tikslais.
- Naudokite bent vieną papildytosios realybės programėlę, kad vizualizuotumėte biofilinį miesto elementą.
- Apmąstykite, kaip papildytosios realybės (AR) naudojimas pagilina jų supratimą apie erdvę, gamtą ir žmogaus sąveiką su sukurta aplinka.

Fazė	Aprašymas
Tyrinėjimas	- Įvadas į biofilines koncepcijas: supažindinti besimokančiuosius su biofilinio dizaino mokslu ir paskirtimi miesto aplinkoje. - STEM kontekstualizavimas: nustatyti biologinius, fizinius, matematinius ir technologinius principus, susijusius su gamtos pagrindu sukurtu miestų projektavimu. - Aplinkos stebėjimas: Padėkite mokiniams stebėti ir dokumentuoti gamtos dėsningumus vietinėje ar mokyklos miesto aplinkoje. - Konceptualūs tyrimai: nagrinėkite pasaulinius biofilinių miestų ir miesto gamtos integracijos pavyzdžius (pvz., Singapūro žalieji koridoriai, Milano vertikalūs miškai). - Poreikių analizė: nustatyti esamų mokymosi erdvių ir mokinių supratimo apie tvarias miesto sistemas spragas.
Taikymas	- Dizaino mąstymas praktikoje: Palengvinti studentų inicijuojamus miesto erdvių pertvarkymo iššūkius, naudojant biofilines strategijas, suderintas su STEM principais. - Interaktyvus prototipų kūrimas: įtraukite mokinius į konkrečiai vietai pritaikytą arba konceptualių biofilinių miesto intervencijų (pvz., žaliųjų stogų, lietaus sodų, gamtos koridorių) kūrimą. - AR prototipų kūrimas: studentai vizualizuoja savo pertvarkytas erdves naudodami AR įrankius, tokius kaip „CoSpaces Edu“ arba „Assemblr EDU“, imituodami natūralią šviesą, oro srautą ir organines formas. - Bendradarbiavimo projektai: skatinkite komandinį darbą kuriant skaitmeninę biofilinę aplinką, kuri atspindėtų ekosistemų paslaugas ir žmonių gerovę. - Atsiliepieimai ir kolegų refleksija: mokiniai pristato savo projektus, gauna kolegų vertinimus ir apmąsto, kaip gamta ir technologijos gali formuoti sveikesnius miestus.
Gilinimas	- AR įgūdžių lavinimas: gilesnis AR įrankių ir erdvinės vizualizacijos, skirtos miesto dizainui, supratimas. - Taikymas biofilinėms koncepcijoms: naudokite papildytąją realybę (AR), kad ištirtumėte, kaip tokie dizaino elementai kaip žalieji fasadai, šviesos koridoriai ar medžių lajos veikia realioje erdvėje. - AR paremtas pasakojimas: mokiniai pasakoja apie savo biofilinius projektus naudodami AR anotacijas, demonstruodami STEM logiką, slypinčią už jų dizaino pasirinkimų. - Žaidybinės mokymosi patirtys: • Rinkite taškus ir ženklelius atpažindami arba padėdami biofilinius elementus (pvz., vietinius medžius, natūralias medžiagas).





- Tobulėti atliekant dizaino „užduotis“, imituojančias miesto iššūkius (pvz., pavėsio ar vandens nuotėkio valdymas).
- Dirbkite komandose kurdami „žaliojo miesto“ modeliavimus ir varžykitės, kuri iš jų sukurs tvariausią erdvę.
 - AR pagrindu atliekamas vertinimas: vertinkite dizaino supratimą per AR sąveikas (pvz., vietos pagrindu kylančius iššūkius arba scenarijų atsakymus), matuodami tiek erdvinį mąstymą, tiek STEM žinių taikymą.





Literatūra

Absolutely Education. (2022). Biofilinės klasės bandomasis projektas – Putnio vidurinė mokykla. <https://absolutely-education.co.uk/biophilic-design-in-schools/>

Alaneme, K. K., ir Anaele, J. U. (2023). Grybienos pagrindu pagaminti kompozitai: jų biologinės gamybos procedūrų, medžiagų savybių ir potencialo ekologiškų pastatų ir konstrukcijų srityje apžvalga. Alexandria Engineering Journal, 83(2), 234–250. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.10.012>

Al Sayyed, H. ir Al-Azhari, W. (2025). Biofilinio dizaino vaidmens tyrimas siekiant pagerinti komfortą gyvenamosiose erdvėse: žmogaus fiziologinis atsakas įtraukiančioje virtualioje aplinkoje. „Frontiers in Virtual Reality“, 6, 1411–25.

Aytekin, A. ir kt. (2024). Pažanga kuriant mikrobinį savaiminio gijimo betoną: kritiška mechanizmų, plėtros ir ateities krypčių apžvalga. „Science of The Total Environment“, 905, 167504. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167504>

Beatley, T. (2011). Biofiliniai miestai: gamtos integravimas į miestų projektavimą ir planavimą. „Island Press“.

Beatley, T. (2017). „Biofilinio miesto planavimo ir projektavimo vadovas“. Vašingtonas, DC: „Island Press“ / Išteklų ekonomikos centras. doi: 10.5822/978-1-61091-621-9.

Bewza, A. (2012). „Ribų susiejimas: pritaikoma namų samprata“, „ProQuest“ disertacijos ir tezės. Manitobos universitetas (Kanada). Prieinama adresu: <http://libresources.sait.ab.ca/login?url=https://search.proquest.com/docview/1314574108?accountid=13652>.

Browning, W. D., Ryan, C. O. ir Clancy, J. O. (2014). 14 biofilinio dizaino modelių: sveikatos ir gerovės gerinimas sukurtoje aplinkoje. „Terrapin Bright Green“. <https://www.terrabinbrightgreen.com/reports/14-patterns>

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. ir Grover, D. (2017). Papildytoji realybė švietime – atvejai, vietos ir potencialas. Educational Media International, 54(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2017.1404355>

Elverici, G. (2024). Mažo spinduliavimo stiklas keičia pastatų efektyvumą. Štai kaip. Pasaulio ekonomikos forumas. <https://www.weforum.org/stories/2024/06/low-emissivity-glass-revolutionizing-building-efficiency/>





Pasaulinis sveikatingumo institutas. (2018). Kurkime gerai, kad gyventume gerai: biofilinio dizaino gairės.

<https://globalwellnessinstitute.org/wp-content/uploads/2018/12/biophilicdesignguide-en.pdf>

Gray, T. ir Birrell, C. (2014). „Ar biofiliskai suprojektuoti biurų pastatai yra susiję su nauda sveikatai ir gerai dirbančiais gyventojais?“, Tarptautinis aplinkos tyrimų ir visuomenės sveikatos žurnalas, 11(12), p. 12204–12222. doi: 10.3390/ijerph111212204.

Jamei, E., Rajagopalan, P., Seyedmahmoudian, M. ir Jamei, Y. (2016). Miesto geometrijos ir žalumos poveikio lauko šiluminiam komfortui apžvalga. „Renewable and Sustainable Energy Reviews“, 54, 1002–1017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104>

Kaplan, R. ir Kaplan, S. (1989). Gamtos patirtis: psichologinė perspektyva. Kembridžo universiteto leidykla.

Kellert, S. R., Heerwagen, J. H. ir Mador, M. L. (2008). Biofilinis dizainas: pastatų gyvybės įkvėpimo teorija, mokslas ir praktika. Wiley.

Kellert, S. R. ir Calabrese, E. F. (2015). „Biofilinio dizaino praktika“, Biophilic-Design.Com, p. 1–20. doi: 10.1063/1.1387590.

Leal Filho, W., Salvia, A. L., Lazzarini, B. ir Will, M. (2024). Dizaino mąstymas tvariam vystymuisi: bibliometrinė analizė ir atvejo studijos tyrimas. Žurnalas „Švaresnė gamyba“, 455, 142285. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142285>.

Li, D., ir Sullivan, W. C. (2016). Mokyklos kraštovaizdžio vaizdų poveikis atsigavimui po streso ir protinio nuovargio. Kraštovaizdžio ir urbanistikos planavimas, 148, 149–158. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.015>

Mangone, G. ir kt. (2017). „Gamtos įtraukimas į darbą: sukonstruotų uždarų ir natūralių lauko darbo erdvių pirmenybės ir suvokimas“, „Urban Forestry & Urban Greening“, 23, p. 1–12. doi: 10.1016/j.ufug.2017.02.009

Mnasri, S. ir kt. (2021). Biologinės kilmės statybinės medžiagos tvariai ateičiai: apžvalga. Atveju analizės statybinių medžiagų srityje, 15, e00679. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00679>

Orman, P. (2017). „Biofilijos hipotezės supratimas atliekant lyginamąją analizę“ „Gyvenamųjų namų tipologijos Finikse, San Paule ir Tokijuje“, „ProQuest Disertations and Theses“. Arizonos valstijos universitetas. Prieinama adresu: <http://libresources.sait.ab.ca/login?url=https://search.proquest.com/docview/1965514378?accountid=13652>

Senthil. M., Jayalakshmi. S. (2025). Biofilinė architektūra: gamtos integravimas į architektūrą tvariam gyvenimui ir geresnei gerovei. IJRPR, DOI: <https://doi.org/10.55248/gengpi.6.0325.1237>.





Spivack, A. J., Askay, D. A. ir Rogelberg, S. G. (2010). „Šiuolaikinės fizinės darbo erdvės: dabartinių tyrimų, tendencijų ir implikacijų būsimiems aplinkos psichologijos tyrimams apžvalga“, „Aplinkos psichologija: naujos tendencijos“, p. 37–62. Prieinama adresu: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84895332762&partnerID=40&md5=fac398af48d1741786ee330bdf164ca6>.

Szewrański S, Mrówczyńska MM, Hoof J van. Biofilija šiuolaikiniame dizaine: ateities galimybių ir iššūkių įveikimas. Patalpų ir sukurta aplinka. 2024;34(1):3-6.
doi:10.1177/1420326X241262626.

Tang, J., Fan, X. ir Deng, Y. (2022). Papildytoji realybė ir aplinkosauginis sąmoningumas: įtraukiančių metodų tyrimas tvarumo ugdyme. Tarptautinis aplinkos ir mokslo švietimo žurnalas, 17(4), 55–72.

Terrapin Bright Green. (2012). Biofilijos ekonomika.

UCEM – Nekilnojamojo turto valdymo universitetinė kolegija. (2022 m.). Biofilija: pavyzdžiai pastatytoje aplinkoje.
<https://www.ucem.ac.uk/whats-happening/articles/biophilia-examples-built-environment/>

Ulrich, R. S. (1984). Vaizdas pro langą gali turėti įtakos atsigavimui po operacijos. Science, 224(4647), 420–421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>

Ulrich, R. S. (1991). Interjero dizaino poveikis gerovei: teorija ir naujausi moksliniai tyrimai. Sveikatos priežiūros interjero dizaino žurnalas.

Vagal. R. (2020), Biofilinio dizaino teorija, „Mohawk Group“.

Van den Berg, A. E., Koole, S. L. ir Van der Wulp, N. Y. (2003). Aplinkos prioritetai ir atkūrimas: (kaip) jie susiję? „Journal of Environmental Psychology“, 23(2), 135–146.

Wilson, E. O. (1984). Biofilija. Harvardo universiteto leidykla.

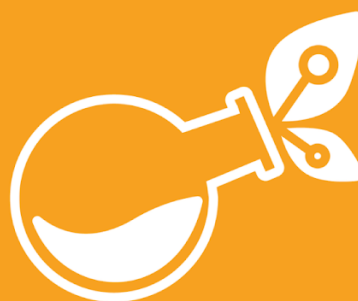
Wijesooriya, M. ir kt. (2023). Biofilinio projektavimo sistemos: konstrukcijos, plėtros metodų ir jų suderinamumo su LEED tvaraus projektavimo kriterijais apžvalga. Žurnalas „Žalioji statyba“, 18(1), 45–60.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y. ir Liang, J. C. (2020). Dabartinė papildytosios realybės švietime padėtis, galimybės ir iššūkiai. Kompiuteriai ir švietimas, 62, 41–49.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>





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: KA220-BW-23-30-126516

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.