



Co-funded by  
the European Union

# Biologinės kilmės statybinės medžiagos: inovacijos ir taikymas



**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

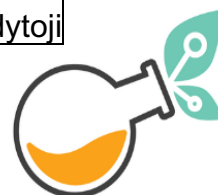
|                                                                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Įvadas.....</i>                                                                                             | <i>5</i>  |
| <i>1. Tyrinėjimas – biologiškai pagamintų statybinių medžiagų pagrindai.....</i>                               | <i>5</i>  |
| 1.1 Kas yra biologinės kilmės statybinės medžiagos? .....                                                      | 5         |
| 1.2 Kur jie taikomi? .....                                                                                     | 5         |
| 1.3 Kodėl jie svarbūs statybų ateičiai?.....                                                                   | 6         |
| <i>2. Taikymas – papildytosios realybės vaidmuo tyrinėjant biologinės kilmės<br/>statybines medžiagas.....</i> | <i>7</i>  |
| 2.1 Specifinės AR įrankių savybės ir tipai .....                                                               | 7         |
| 2.2 Realios studijos ir praktiniai pratimai .....                                                              | 7         |
| <i>3. Gilinimas – AR gilesniam mokymuisi ir įsitraukimui.....</i>                                              | <i>8</i>  |
| 3.1 Naudingų AR programėlių ir įrankių pavyzdžiai .....                                                        | 8         |
| 3.2 Praktiniai integravimo į mokymosi patirtį pasiūlymai .....                                                 | 9         |
| <i>Išvados.....</i>                                                                                            | <i>9</i>  |
| <i>Literatūra.....</i>                                                                                         | <i>11</i> |





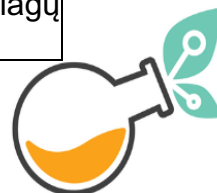
1 pav. Biologinės kilmės statybinės medžiagos: inovacijos ir pritaikymas

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bendra mokymosi kelio tema</b>             | Ekologiškos medžiagos statyboje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas</b> | Biologinės kilmės statybinės medžiagos: inovacijos ir taikymas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Tikslinių vartotojų amžius</b>             | 14–18 metų                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Reikalavimai besimokančiajam</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pagrindinis aplinkos mokslo sąvokų supratimas (pvz., ekologinės medžiagos).<br/>Pagrindiniai raštingumo ir skaičiavimo įgūdžiai.<br/>Pagrindiniai IKT įgūdžiai.</li> <li>2. Prieiga prie kompiuterio ar planšetinio kompiuterio su interneto ryšiu.</li> <li>3. Noras naudotis skaitmeniniais įrankiais (AR programėlėmis, „Delightex“).</li> <li>4. Ankstesnė programavimo ar papildytosios realybės (AR) kūrimo patirtis nereikalinga, nes „CoBlocks“ yra pritaikyta pradedantiesiems.</li> </ol> |
| <b>Mokymosi vieneto aprašymas</b>             | Šiame skyriuje studentai supažindinami su ekologiškų medžiagų statyboje koncepcija, daugiausia dėmesio skiriant pažangiausioms inovacijoms, transformuojančioms tvirtą architektūrą. Jis suskirstytas į tris dalis: „Tyrinėjimas“ supažindina su pagrindinėmis ekologiškų medžiagų ir tvirtos statybos koncepcijomis. „Vykdymas“ gilina biologinę įkvėpimą, parodydamas, kaip natūralūs procesai įkvėpia sprendimus ir kaip papildyti                                                                                                         |





|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            | <p>realybė (AR) gali vizualizuoti šiuos procesus ir poveikį, pagrįstą realaus pasaulio pavyzdžiais ir praktine veikla. „Tobulinimas“ pagrindžia pedagoginę AR naudą, pateikdamas naudingų AR pritaikymo pavyzdžių ir praktinių integravimo strategijų. Skyrius baigiasi praktine užduotimi, kurios metu studentai naudoja žaidimo principu pagrįstą AR patirtį „Delightex“ platformoje, kad sustiprintų savo supratimą ir įsitraukimą į temą.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Tema: Dalyvaujančios šalys</b>                                          | <p>Aplinkos mokslai, biologija, geografija, skaitmeninis raštingumas / informatika, menas ir dizainas, socialiniai mokslai, matematika, kalbų menai (tyrimai, komunikacija)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Raktiniai žodžiai</b>                                                   | <p>Biologinės kilmės medžiagos, gamtos sprendimai, bioįkvėpimas, biomimetika, aplinkosauginis švietimas, tvarumas, tvarystatyba, skaitmeninis raštingumas, papildytoji realybė (AR), žaidimų kūrimas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Pagrindinės kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios, kurias galima įgyti</b> | <p><b>Kvalifikacija (mąstis / požiūris):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplinkos sąmoningumas.</li> <li>• Iniciatyvus ir novatoriškas mąstymas sprendžiant aplinkosaugos problemas.</li> <li>• Pagarba gamtos vaidmeniui tvariuose sprendimuose.</li> <li>• Motyvacija dalyvauti klimato kaitos veiksmuose.</li> </ul> <p><b>Įgūdžiai:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kritinis mąstymas:</b> aplinkos problemų analizė ir sprendimų siūlymas.</li> <li>• <b>Problemų sprendimas:</b> biologijos įkvėptų koncepcijų taikymas aplinkosaugos iššūkiams spręsti.</li> <li>• <b>Bendravimas:</b> sudėtingų aplinkosaugos sąvokų aiškinimas ir idėjų pristatymas.</li> <li>• <b>Skaitmeninis raštingumas:</b> papildytosios realybės (AR) programų naršymas ir naudojimas.</li> <li>• <b>Mokslinis tyrimas:</b> duomenų interpretavimas ir natūralių procesų (virtualių ar realių) stebėjimas.</li> </ul> <p><b>Žinios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suprasti skirtingas ekologiškų medžiagų rūšis ir jų unikalias savybes.</li> </ul> |





|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tradicinių ir biologinės kilmės medžiagų skirtumų priežasčių ir poveikio supratimas (pvz., anglies pėdsakas, įkūnyta energija)</li><li>• Atpažįstant iš gamtos gautus biologijos įkvėptus sprendimus.</li><li>• Papildytosios realybės potencialo ir pritaikymo aplinkosauginiame švietime supratimas.</li></ul>                             |
| <b>Naudoti ištekliai ir didaktinės priemonės</b> | <b>Ištekliai:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vadovėliai / Moksliniai straipsniai</li><li>• Atvejų analizės</li><li>• Interneto ištekliai</li><li>• Nemokamos AR platformos („Delightex“)</li><li>• Su AR suderinami įrenginiai (išmanieji telefonai / planšetiniai kompiuteriai)</li></ul>                                                                              |
| <b>Vertinimo kriterijai ir vertinimas</b>        | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Dalyvavimas:</b> įsitraukimas į diskusijas ir veiklas visame skyriuje.</li><li>• <b>Veiklos užbaigimas:</b> praktinio AR pratimo atlikimas</li><li>• <b>Sąvokų žemėlapis / minčių žemėlapis:</b> vizualinio vaizdavimo, susiejančio klimato kaitą, ekosistemas, atkūrimo metodus ir biologiškai įkvėptus sprendimus, sukūrimas.</li></ul> |





# Įvadas

Mūsų planetai susiduriant su vis didėjančiais aplinkosaugos iššūkiais, statybų pramonė atlieka esminį vaidmenį formuojant tvarią ateitį. Šiame skyriuje susipažinsite su novatoriškomis medžiagomis, gautomis iš atsinaujinančių biologinių išteklių, tyrinėsite jų savybes, pritaikymą ir įdomų potencialą kuriant ekologiškesnius ir sveikesnius pastatus. Taip pat sužinosime, kaip pažangiausios papildytosios realybės (AR) technologijos gali pagerinti mūsų supratimą ir sąveiką su šiomis žaviomis medžiagomis, padarydamos sudėtingas koncepcijas prieinamesnes ir patrauklesnes. Pasiruoškite tyrinėti gamtos, technologijų ir tvaraus dizaino sankirtą!

## 1. Tyrinėjimas – biologiškai pagamintų statybinių medžiagų pagrindai

Statybų pramonė yra didelė išteklių ir energijos vartotoja. Susidūrus su pasauliniais aplinkosaugos iššūkiais, tvarios statybos praktikos poreikis auga. Biologinės kilmės statybinės medžiagos siūlo perspektyvų kelią ekologiškesnės statybos link. Šios medžiagos gaunamos iš gyvų organizmų, daugiausia augalų, ir yra alternatyva įprastoms, energiją daug eikvojančioms medžiagoms, tokioms kaip betonai ir plienas.

### 1.1 Kas yra biologinės kilmės statybinės medžiagos?

Biologinės kilmės medžiagos yra atsinaujinantys ištekliai, gaunami iš biologinių šaltinių. Skirtingai nuo iš iškastinio kuro gautų medžiagų, jos yra natūralaus anglies ciklo dalis, o tai reiškia, kad augimo metu jos sugeria anglies dioksidą. Atsakingai gaunamos ir apdorojamos, jos daro žymiai mažesnę poveikį aplinkai. Pagrindinės savybės:

- **Atsinaujinimas:** juos galima užauginti ir papildyti per žmogaus gyvenimo trukmę.
- **Mažas įterptosios energijos kiekis:** jų gamybos, transportavimo ir statybos metu sunaudojama mažiau energijos, palyginti su tradicinėmis medžiagomis.
- **Anglies dioksido kaupimas:** Augdami augalai sugeria anglies dioksidą iš atmosferos. Naudojant pastatuose, ši anglis yra kaupiama, taip padedant švelninti klimato kaitą.
- **Pagerinta patalpų oro kokybė:** daugelis biologinės kilmės medžiagų yra netoksiškos ir laidžios orui, todėl prisideda prie sveikesnės patalpų aplinkos.

### 1.2 Kur jie taikomi?





- **Mediena (mediena):** Mediena, viena seniausių statybinių medžiagų, yra universali, tvirta ir natūrali izoliacinė medžiaga. Inžineriniai medienos gaminiai, tokie kaip kryžmiškai klijuota mediena (CLT) ir klijuota laminuota mediena (Glulam), leidžia statyti aukštus, didelio tarpatramio pastatus, kurie anksčiau buvo įmanomi tik iš plieno ar betono.
  - *Panaudojimas:* Konstrukciniai karkasai, sienos, grindys, apdaila, izoliacija.
- **Bambukas:** greitai atsinaujinanti žolė, pasižyminti išskirtiniu stiprumo ir svorio santykiu, tempiant prilygstančiu plienui. Ji auga greitai ir jai reikia minimalių išteklių.
  - *Pritaikymas:* pastoliai, konstrukciniai elementai, grindys, sienų plokštės, stogai.
- **Šiaudų rulonai:** supresuoti žemės ūkio atliekų (pvz., kviečių, ryžių šiaudų) rulonai, naudojami kaip sienų užpildas, užtikrinantys puikią izoliaciją ir šiluminę masę.
  - *Paskirtis:* Nelaikančiosios sienos, izoliacija.
- **Kanapių betonas:** biokompozitinė medžiaga, pagaminta iš kanapių velėnos (sumedėjusios kanapių augalo šerdies), kalkių ir vandens. Ji lengva, pralaidi orui ir pasižymi puikiomis šilumos bei garso izoliacijos savybėmis.
  - *Paskirtis:* Nelaikančiosios sienos, izoliacija, grindų/stogo užpildymas.
- **Grybiena:** Grybų šaknų struktūra. Grybiena gali būti auginama aplink žemės ūkio atliekas, kad susidarytų lengvi, ugniai atsparūs ir izoliaciniai blokai ar plokštės.
  - *Paskirtis:* Izoliacinės plokštės, akustinės plytelės, nekonstrukciniai elementai.

## 1.3 Kodėl jie svarbūs statybų atečiai?

Perėjimas prie biologinės kilmės medžiagų yra labai svarbus siekiant:

- **Anglies dioksido išmetimo mažinimas:** kaupiant anglį ir sunaudojant mažiau energijos gamybai.
- **Gamtos išteklių tausojimas:** naudojant atsinaujinančius ir dažnai atliekas.
- **Sveikesnių pastatų kūrimas:** užtikrinant natūralų laidumą orui ir mažesnę kenksmingų cheminių medžiagų naudojimą.
- **Žiedinės ekonomikos skatinimas:** kai medžiagos yra pakartotinai naudojamos, perdirbamos arba grąžinamos į gamtą.

Nors egzistuoja tokie iššūkiai kaip atsparumas ugniai, drėgmės valdymas ir visuomenės suvokimas, nuolatiniai tyrimai ir technologinė pažanga daro šias medžiagas vis perspektyvesnes ir konkurencingesnes.





## 2. Taikymas – papildytosios realybės vaidmuo tyrinėjant biologinės kilmės statybines medžiagas

Papildytosios realybės (AR) taikymas gali labai pagerinti mokymąsi apie biologinės kilmės statybines medžiagas, suteikdamas studentams apčiuopiamų sudėtingų medžiagų savybių ir ekologinės naudos. Perkeltą skaitmeninę informaciją ant realių ar modelinių konstrukcijų, AR leidžia besimokantieji tyrinėti, kaip tokios medžiagos kaip bambukas, grybiena, kanapių betonas ar perdirbta mediena veikia realiose statybų situacijose. Studentai gali matyti konstrukcijų stiprumo, izoliacijos, anglies dioksido surinkimo ir gyvavimo ciklo poveikio vizualizacijas, paversdami pastatytą aplinką interaktyvia klase. Tai panaikina atotrūkį tarp abstrakčių tvarumo principų ir praktinio pritaikymo ekologiškoje architektūroje, skatindama supratimą, kūrybiškumą ir aplinkosaugos atsakomybės jausmą.

### 2.1 Specifinės AR įrankių savybės ir tipai

Šiam tikslui skirta AR programa būtų daugiau nei vizualizacijos įrankis; tai būtų dinamiška platforma atradimams, projektavimui ir problemų sprendimui. Pagrindinės funkcijos ir įrankiai galėtų būti šie:

- **3D modelių vizualizacija** : projektuokite pastatų ar konstrukcinių elementų 3D modelius ant realių erdvių (pvz., mokyklos aikštelių ar vietinių objektų) ir atlikite perdengimo simuliacijas, rodančias, kaip skirtingos biologinės medžiagos, pvz., bambukas, kanapių betonas, grybiena ar perdirbta mediena, pasižymi izoliacija, patvarumu ir poveikiu aplinkai.
- **Duomenų vizualizacijos perdangos** : virtualius medžiagų savybių ir tvarumo rodiklių vaizdus uždenkite ant esamų konstrukcijų, leisdami studentams pamatyti, kaip kiekviena medžiaga galėtų sumažinti anglies pėdsaką, pagerinti energijos vartojimo efektyvumą arba realiuoju laiku valdyti drėgmę ir temperatūrą.
- **Identifikavimas ir informacija** : naudokite papildytąją realybę (AR), kad „atrastumėte“ virtualias statybines medžiagas ir gautumėte informacijos apie jų ekologinę naudą, tiekimą, poveikį gyvavimo ciklui ir praktinį pritaikymą statybos projektuose.

### 2.2 Realios studijos ir praktiniai pratimai

Prasminga AR integracija į praktinį mokymąsi jau vyksta visame pasaulyje, ypač tokiose srityse kaip aplinkosauga ir miesto ugdymas. Šie pavyzdžiai rodo, kaip AR gali





padėti mokiniams pereiti nuo pasyvaus stebėjimo prie aktyvaus, kūrybiško problemų sprendimo, įkvėpto gamtos.

Tyrime buvo nagrinėjamas papildytosios realybės (AR) modeliavimo žaidimo „ecoCampus“ veiksmingumas mokant tvaraus projektavimo principų pastatų projektavimo ir statybos disciplinų studentus. Tyrimo pagrindas buvo pastato pertvarkymo veikla, kurios metu studentams buvo pavesta suprojektuoti, vizualizuoti ir įvertinti skirtingus išorinių sienų dizainus, siekiant pagerinti esamo pastato tvarų veikimą. AR programa „ecoCampus“ leido studentams perkelti virtualius projekto pakeitimus ant realių pastato vaizdų ar modelių. Svarbiausia, kad ji suteikė tiesioginį grįžtamąjį ryšį apie pasirinktų medžiagų ir dizaino tvaraus veikimo rodiklius.

Tyrimo tikslas buvo suprasti, ar AR modeliavimo žaidimas gali pagerinti studentų įsitraukimą ir mokymosi rezultatus, palyginti su tradiciniais metodais. Rezultatai parodė, kad studentai, kurie naudojo AR žaidimą „ecoCampus“, demonstravo didesnę malonumą ir didesnę susidomėjimą tiek pastatų projektavimu, tiek, svarbiausia, tvarumu. Be to, AR įrankis palengvino patikimesnį projektavimo procesą, nes programėlę naudojantys studentai atliko daugiau projektavimo iteracijų ir atsižvelgė į platesnį medžiagų spektrą, todėl buvo priimti optimizuoti tvarūs sprendimai. Iš esmės tyrimas pabrėžė, kad AR technologija, ypač žaidimų kontekste, gali veiksmingai panaikinti atotrūkį tarp abstrakčių tvaraus projektavimo koncepcijų ir jų konkretaus pritaikymo, todėl mokymosi procesas studentams tampa įdomesnis, interaktyvesnis ir įtakingesnis (O'Nascimento, 2025).

## 3. Gilinimas – AR gilesniam mokymuisi ir įsitraukimui

### 3.1 Naudingų AR programėlių ir įrankių pavyzdžiai

Įvairūs papildytosios realybės įrankiai gali gerokai pagerinti mokymosi patirtį ekosistemų atkūrimo srityje, suteikdami įtraukiančius ir interaktyvius būdus tyrinėti sudėtingas aplinkos sąvokas. Štai pavyzdys:

**„Delightex“ („CoSpaces Edu“):**

[Delightex](#) leidžia vartotojams kurti interaktyvius 3D virtualius pasaulius ir vėliau juos patirti papildytoje arba virtualioje realybėje. Jame yra vilkimo ir numetimo sąsaja bei vizualiai blokais pagrįsta kodavimo kalba („CoBlocks“), todėl jis yra labai prieinamas mokiniams ir mokytojams, neturintiems ankstesnės programavimo patirties. Jis siūlo nemokamą versiją su pagrindinėmis funkcijomis. Mokiniai gali kurti ir kurti savo virtualias ekosistemas, imituoti aplinkos pokyčius ir vizualizuoti atkūrimo pastangas. Kūrybinė laisvė suteikia mokiniams galimybę tapti turinio kūrėjais, o ne tik vartotojais.



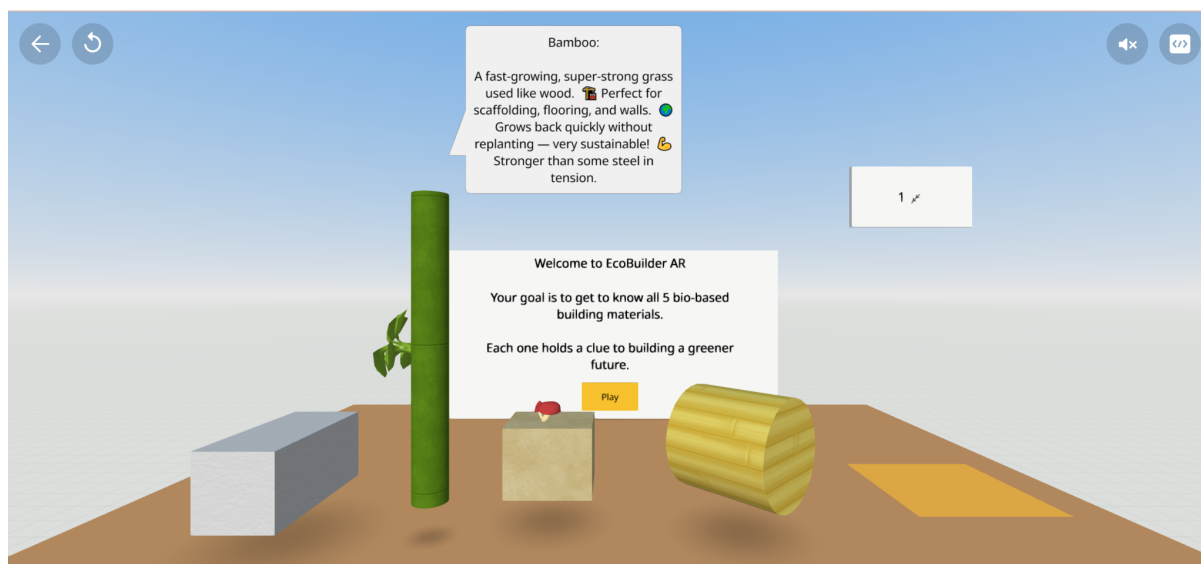


## 3.2 Praktiniai integravimo į mokymosi patirtį pasiūlymai

Žaidimų pagrindu sukurtos mokymosi aplinkos arba interaktyvūs 3D virtualūs pasauliai gali paskatinti mokinius tyrinėti biologijos pagrindu sukurtas medžiagas. Tai leidžia mokytis apie miestų dizainą ir smagiai, ir informatyviai.

**Pratimas: papildytosios realybės (AR) programėlė „EcoBuilder“**

. AR programėlė „EcoBuilder“ padeda mokiniams tyrinėti penkias skirtingas biologinės kilmės statybines medžiagas naudojant papildytosios realybės (AR) programėlę. Kiekviena medžiaga atskleidžia užuominą apie jos ekologinę naudą, pavyzdžiui, anglies dioksido surinkimą, izoliacines savybes ar tvarumą statybose. Mokiniai išmoks atpažinti ir suprasti unikalias kiekvienos medžiagos savybes ir kaip ji prisideda prie ekologiškesnės ir tvaresnės ateities kūrimo. Naudodami AR, mokiniai sąveikauja su virtualiais medžiagų atvaizdais, atranda jose esančias užuominas ir atsako į įterptuosius viktorinos klausimus apie kiekvieną medžiagą. Teisingi atsakymai pelno taškų, padeda mokiniams stebėti savo pažangą ir sustiprina mokymąsi. Šis pratimas apjungia praktinį tyrinėjimą, AR vizualizaciją ir problemų sprendimą.



2 pav. „EcoBuilder“ papildytosios realybės programėlė

Viktorina ir vertinimo sistema didina įsitraukimą, skatina atidų stebėjimą ir suteikia išmatuojamą grįžtamąjį ryšį apie mokinių supratimą apie ekologiškas statybines medžiagas.

Integruodami šiuos papildytosios realybės įrankius, studentai pereina nuo abstrakčių žinių prie patirtinio supratimo, kaupdami veiksmingas ir ilgalaikes žinias apie ekologišką statybą.

## Išvados





Šis mokymosi modulis suteikė pagrindinį supratimą apie biologinės kilmės statybines medžiagas, pabrėždamas jų svarbą tvarioje statyboje. Mes tyrinėjome, kaip gamta įkvepia novatorišką dizainą, ir, kritiškai vertinant, kaip papildytosios realybės technologija yra galinga priemonė, padedanti susieti teorines žinias su praktiniu pritaikymu. Dalyvaudami interaktyviose papildytosios realybės (AR) patirtyse, tokiose kaip „Eco-Builder Challenge“ „CoSpaces Edu“, mokiniai gali vizualizuoti sudėtingas koncepcijas, lavinti kritinio mąstymo įgūdžius ir puoselėti gilesnį ryšį su ekologiško dizaino principais. Artėjant prie tvaresnės ateities, biologinės kilmės medžiagų ir įtraukiančių technologijų, tokių kaip AR, integracija bus labai svarbi ugdant kitą novatorių kartą, kuri kurs žalesnį pasaulį.

| Fazė        | Aprašymas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tyrinėjimas | - Tyrimai ir atradimai: pristatyti biologinės kilmės statybines medžiagas, tokias kaip bambukas, grybiena, kanapių betonai ir perdirbta mediena, pabrėžiant jų ekologinę naudą, tvarumą ir praktinį panaudojimą statybose.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|             | - Turinio kūrimas: pateikite glaustą informacinę medžiagą, naudodami vaizdinę medžiagą, trumpus skaitinius ar vaizdo įrašus, kuriuose paaiškinamos medžiagų savybės, anglies pėdsakas, izoliacija ir poveikis gyvavimo ciklui.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|             | - Poreikių analizė: įvertinti studentų ankstesnes žinias apie tvarią statybą ir aplinkosaugos koncepcijas, kad būtų galima tinkamai pritaikyti veiklas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Taikymas    | - Mokymo programos įgyvendinimas: susieti medžiagų savybes su tvarumo principais ir ekologiško projektavimo praktika, parodant, kaip biologinės kilmės medžiagos gali pakeisti įprastas statybines medžiagas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | - Interaktyvūs pratimai: analizuokite realius atvejų tyrimus. Studentai naudoja papildytąją realybę (AR), kad tyrinėtų virtualius pastatų modelius, pasirinktų biologinės kilmės medžiagas ir matytų realaus laiko eksploatacinių savybių (izoliacijos, patvarumo, anglies dioksido poveikio) modeliavimą.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|             | - Atsiliepimų rinkimas: dalinkitės papildytosios realybės (AR) dizainais, apmąstykite rezultatus ir gaukite atsiliepimų iš bendraamžių / mokytojų.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Gilinimas   | - AR integracija: naudokite AR programėlę „EcoBuilder“, kad vizualizotumėte biologinės kilmės statybines medžiagas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|             | - Interaktyvus mokymasis:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|             | <b>Žaidimo turinys:</b><br>- <b>Taškai ir ženkleliai</b> : mokiniai renka taškus už teisingus atsakymus į viktorinos klausimus ir efektyvų medžiagų pasirinkimą. Ženkliukai apdovanoja už konkrečių medžiagų tipų ar tvarumo koncepcijų įvaldymą.<br>- <b>Lyderių lentelės</b> : stebėkite individualią arba komandos pažangą pagal viktorinos rezultatus, ekologiškus dizaino sprendimus ir kūrybišką medžiagų naudojimą.<br><b>AR pagrindu atliekami vertinimai:</b> tradicinius testus pakeiskite AR pagrindu atliekamais vertinimais, pavyzdžiui, mokiniai gali tyrinėti savo AR miesto ekosistemų modelius arba atlikti biologinės įvairovės „užduotis“ realioje aplinkoje. |





## Literatūra

O'Nascimento, R., Petreca, B., Morrow, R., Dawes, C., Ribul, M., Rahatekar, S. ir Baurley, S. (2025). Bioplaušto tyrinėtojas: papildytosios realybės (AR) įrankis, skatinantis žiedinį ekonomiką per medžiagų žinias.

Wang, Y., ir Li, G. (2020). Papildytosios realybės taikymas gamtos mokslų ugdyme: sisteminė apžvalga. „Journal of Educational Technology & Society“, 23(3), 108–122.

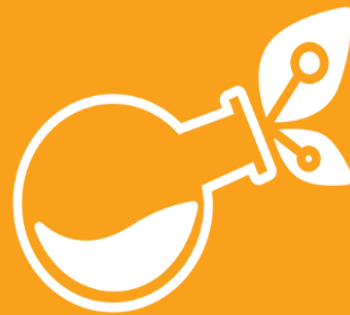
Azuma, RT, Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. ir MacIntyre, B. (2001). Naujausi papildytosios realybės pasiekimai. IEEE kompiuterinė grafika ir taikymai, 21(6), 34–47.

Wu, HK, Lee, SWY, Chang, HY ir Liang, JC (2013). Dabartinė papildytosios realybės švietime padėtis, galimybės ir iššūkiai. Kompiuteriai ir švietimas, 62, 41–49.





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.\*