**PAMOKOS TEMA**

Vilnius fraktaluose

**PAMOKOS TIKSLAS**

Susipažinti su fraktalais ir ieškoti jų apraiškų Vilniaus mieste.

**PAMOKOS KLAUSIMAS**

Ar mes gyvename fraktaluose?

**PAMOKOS HIPOTEZĖ**

Vilniaus miesto struktūra ir jo architektūra turi ryškių fraktalinių savybių.

**UŽDAVINIAI**

* Suformuoti gilią ir kompleksinę fraktalų sąvokos sampratą;
* Apibrėžti ir klasifikuoti fraktalus;
* Demonstruoti fraktalų taikymą įvairiose mokslo srityse (fizikoje, biologijoje, kompiuteriniuose modeliuose).
* Paskatinti ieškoti fraktalų Vilniaus miesto gamtoje, architektūroje, mene, miesto struktūroje;
* Ugdyti domėjimąsi mokslu.

**INTEGRUOJAMI DALYKAI**

1. **Matematika:** Fraktalų matematinis apibrėžimas, skaičiavimai, modeliavimas.
2. **Informatika:** Kompiuterinė grafika, programavimas, duomenų analizė.
3. **Fizika:** Fraktalų pasireiškimas gamtoje, fizikiniai procesai, kurie lemia fraktalinių struktūrų atsiradimą.
4. **Menas:** Fraktalų estetika, jų taikymas mene ir architektūroje.
5. **Geografija:** Miesto planavimas, kraštovaizdžio analizė.

**PRIEMONĖS**

TECHNINĖS PRIEMONĖS

* Kompiuteriai su internetu;
* Projektorius arba interaktyvi lenta;
* Kompiuterinės programos, kurios leistų kurti paprastus fraktalinius modelius (pvz., GeoGebra, Python).

MOKYMOSI MEDŽIAGA

* Pateikties failas.

**VIETA**

Sereikiškių parko Bernardino sodas, Barboros Radvilaitės g. 8A, Vilnius (ekskursijos pradžia).

**KLASĖ**

**9 – 10 klasės**. Gali būti pritaikyta 5 – 12 klasėms

**PAMOKOS TRUKMĖ**

* Klasėje: **45 min**.
* Praktinei daliai: **1 val. 30 min.**

**TEMOS ATNAUJINTOSE UGDYMO PROGRAMOSE**

**MATEMATIKA, 9 KLASĖ**

**Pasiekimų sritys ir pasiekimai**

A2. Tyrinėja matematinius objektus, formuluoja hipotezes apie bendras jų savybes ir vietą anksčiau nagrinėtų objektų sistemoje.

A3. Sukuria nuoseklią, logiškai pagrįstą teiginių seką ar užduoties sprendimą, vertina argumentavimo logiškumą, įrodo matematinius teiginius.

B2. Atpažįsta, apibrėžia ir tinkamai vartoja matematinius faktus – terminus, žymėjimą, objektus, įprastus algoritmus ir operacijas.

B3. Kuria, pristato matematinį pranešimą: atrenka reikiamą informaciją, naudojasi tinkamomis fizinėmis ir skaitmeninėmis priemonėmis, formomis, tinkamai cituoja šaltinius.

C2. Pasiūlo, vertina alternatyvias matematinės užduoties sprendimo strategijas, sudaro užduoties sprendimo planą, jį įgyvendina.

C3. Įvertina matematinės veiklos rezultatus, daro pagrįstas išvadas, jas interpretuoja.

**INFORMATIKA, 9 KLASĖ**

**Pasiekimų sritys ir pasiekimai**

A2. Kuria skaitmeninį turinį, naudoja įvairias priemones.

A3. Tobulina skaitmeninį turinį, vertina ir įsivertina.

C2. Tyrinėja duomenis ir atlieka veiksmus su jais.

C3. Vertina duomenų ir informacijos patikimumą, privatumą.

D1. Paaiškina skaitmeninių įrenginių veikimą, vartoja tikslias sąvokas.

D2. Parenka ir derina įvairias skaitmenines technologijas.

**FIZIKA, 9 KLASĖ**

**Pasiekimų sritys ir pasiekimai**

B2. Atsirenka reikiamą įvairiais būdais pateiktą informaciją iš skirtingų šaltinių, lygina, kritiškai vertina, klasifikuoja, apibendrina, interpretuoja, jungia skirtingų šaltinių informaciją.

B3. Skiria objektyvią informaciją, faktus, duomenis nuo subjektyvios informacijos, nuomonės, pasirenka patikimus informacijos šaltinius.

B4. Tinkamai ir tikslingai, laikydamasis etikos ir etiketo normų, vartoja kalbą skirtingais būdais ir formomis perteikdamas kitiems su fizika susietą informaciją, atlikdamas užduotis, tinkamai cituoja šaltinius. Naudoja skaitmenines technologijas.

C2. Formuluoja probleminius klausimus, su jais susietus tyrimo tikslus ir hipotezes.

C3. Planuoja tyrimą: pasirenka tinkamą tyrimo būdą, priemones, medžiagas, tyrimo atlikimo vietą, laiką bei trukmę, numato, kaip užtikrins tyrimo rezultatų patikimumą.

C4. Atlieka tyrimą: saugiai naudodamasis priemonėmis ir medžiagomis atlieka numatytas tyrimo veiklas laikydamasis etikos reikalavimų, tikslingai stebi vykstančius procesus ir fiksuoja pokyčius, tiksliai nuskaito matavimo priemonių rodmenis.

C5. Analizuoja gautus rezultatus ir duomenis: įvertina jų patikimumą, atrenka reikiamus išvadai daryti, atlieka reikalingus skaičiavimus ir pertvarkymus, pateikia tinkamais būdais.

C6. Formuluoja išvadas atsižvelgdamas į tyrimo hipotezę, apmąsto atliktas veiklas, numato tyrimo tobulinimo ir plėtotės galimybes.

D3. Aiškina fizikinių reiškinių dėsningumus, atpažįsta priežasties ir pasekmės ryšius, taiko fizikos dėsnius.

D4. Klasifikuoja, lygina fizikos mokslo tiriamus objektus, procesus, reiškinius atsižvelgdamas į jų savybes ir požymius.

D5. Modeliuoja įvairius fizikinius procesus ir reiškinius, įvardija bendrus dėsningumus.

E2. Tikslingai ir kūrybiškai taiko turimas fizikos žinias ir gebėjimus, gautus tyrimų rezultatus naujose situacijose.

E3. Kritiškai vertina gautus rezultatus atsižvelgdamas į realų kontekstą.

**BIOLOGIJA, 9 KLASĖ**

**Pasiekimų sritys ir pasiekimai**

A3. Įvardija moksliniams tyrimams taikomus bioetikos reikalavimus. Sieja etikos normas su biologijos mokslo raida ir prognozuoja jų kitimą.

A4. Apibūdina ir kritiškai vertina biologijos mokslo atradimų poveikį ir svarbą žmogui, bendruomenei, visuomenei. Apibūdina biologijos mokslo vystymąsi Lietuvoje ir pasaulyje: įvardija žymiausius biologijos mokslo atstovus ir aptaria svarbiausius jų pasiekimus.

B2. Atsirenka reikiamą, įvairiais būdais pateiktą informaciją iš skirtingų šaltinių, lygina, kritiškai vertina, klasifikuoja, apibendrina, interpretuoja, jungia skirtingų šaltinių informaciją.

B3. Pasirenka patikimus informacijos šaltinius, skiria objektyvią informaciją, faktus, duomenis nuo subjektyvios informacijos ar nuomonės.

C5. Analizuoja gautus duomenis, atlieka reikalingus skaičiavimus ir pertvarkymus, pateikia juos tinkamais būdais. Interpretuoja rezultatus, įvertina jų patikimumą.

D3. Aiškina reiškinių dėsningumus, atpažįsta priežasties ir pasekmės ryšius, taiko gyvosios gamtos dėsnius.

D4. Klasifikuoja, lygina objektus, procesus, reiškinius atsižvelgdamas į jų savybes ir požymius.

**DAILĖ, 9 KLASĖ**

**Pasiekimų sritys ir pasiekimai**

A3. Kūrybos procese geba naudotis meninės išraiškos priemonėmis.

C1. Stebi ir analizuoja dailės reiškinius.

C2. (At)pažįsta ir aptaria dailės kontekstus.

C3. Susieja dailės pažinimą su asmenine raiška ir meno vertybėmis.

**Ryšys su Bendrosiomis programomis**

*Matematika*

**A2**: Mokiniai tyrinėja fraktalus kaip matematinius objektus, ieško jų bendrų savybių ir lygina su anksčiau nagrinėtais objektais (geometrinėmis figūromis).

**A3**: Kurdami fraktalinius modelius, mokiniai kuria logiškai pagrįstą teiginių seką ir įrodo savo sprendimų teisingumą.

**B2**: Mokiniai naudoja ir apibrėžia tokias matematines sąvokas kaip savipanašumas, fraktalinė dimensija, iteracija.

**C2**: Mokiniai ieško skirtingų būdų, kaip aprašyti ir analizuoti fraktalus, pavyzdžiui, naudojant skirtingus matematinius modelius.

**C3**: Vertina savo gautus rezultatus ir daro išvadas apie fraktalų savybes.

*Informatika*

**A2**: Kuriant fraktalinius modelius kompiuterinėmis programomis, mokiniai kuria skaitmeninį turinį.

**A3**: Tobulina savo sukurtus modelius, eksperimentuodami su skirtingais parametrais ir vertindami rezultatus.

**C2**: Analizuodami gautus fraktalinius vaizdus, mokiniai tyrinėja duomenis.

**D2**: Parenka tinkamas kompiuterines programas ir įrankius fraktalų kūrimui ir analizei.

*Fizika*

**B2**, **B3**: Mokiniai renka informaciją apie fraktalus iš įvairių šaltinių, lygina ją ir kritiškai vertina.

**C2**, **C3**, **C4**, **C5**, **C6**: Tyrinėdami fraktalus gamtoje, mokiniai formuluoja hipotezes, planuoja tyrimus, renka duomenis ir analizuoja rezultatus.

**D3**, **D4**, **D5**: Aiškina, kaip fizikiniai procesai gali lemti fraktalinių struktūrų atsiradimą.

*Biologija*

**B2**, **B3**: Mokiniai analizuoja biologinius pavyzdžius, kuriuose pasireiškia fraktalinės struktūros (pvz., medžių šakos, kraujagyslės).

**C5**: Analizuoja duomenis apie biologinių sistemų fraktalines savybes.

**D3**, **D4**: Aiškina, kaip fraktalinės struktūros padeda organizmams prisitaikyti prie aplinkos.

*Dailė*

**A3**: Kuriant fraktalinius piešinius ar grafiką, mokiniai naudojasi meninėmis išraiškos priemonėmis.

**C1**: Analizuoja meno kūrinius, kuriuose pasireiškia fraktalinės struktūros.

**C3**: Susieja savo kūrybą su meno istorija ir teorijomis.

**KOMPETENCIJOS**

PAGRINDINĖS UGDOMOS KOMPETENCIJOS

**Kritinis mąstymas**: Mokiniai mokosi analizuoti informaciją, vertinti skirtingas perspektyvas ir formuluoti savo nuomonę. Tai pasireiškia, kai jie analizuoja žemėlapius, nuotraukas, ieško fraktalų gamtoje ir architektūroje, taip pat vertina skirtingus fraktalinių modelių variantus.

**Kūrybiškumas**: Kuriant fraktalinius modelius, ieškant naujų jų pritaikymo būdų ir interpretuojant rezultatus, mokiniai lavina savo kūrybiškumą.

**Problemų sprendimas**: Spręsdami įvairias su fraktalais susijusias užduotis, mokiniai mokosi analizuoti situaciją, ieškoti sprendimų ir vertinti jų efektyvumą.

**Bendravimas**: Dirbdami grupėse ir pristatydami savo darbus, mokiniai tobulina savo bendravimo įgūdžius, mokosi klausytis kitų nuomonių ir argumentuoti savo poziciją.

**Skaitmeninė kompetencija**: Naudojant kompiuterines programas, ieškant informacijos internete ir kuriant skaitmeninį turinį, mokiniai lavina savo skaitmeninę kompetenciją.

**Mokymosi mokytis**: Mokiniai mokosi savarankiškai ieškoti informacijos, analizuoti ją ir taikyti naujose situacijose.

KONKREČIOS KOMPETENCIJOS, SUSIJUSIOS SU SKIRTINGAIS DALYKAIS

**Matematika**: Geometrinio mąstymo, modeliavimo, duomenų analizės, problemų sprendimo.

**Informatika**: Programavimo, duomenų vizualizavimo, informacijos paieškos ir vertinimo.

**Fizika**: Stebėjimo, matavimo, eksperimentavimo, duomenų analizės, fizinių dėsningumų taikymo.

**Biologija**: Duomenų analizės, modelių kūrimo, biologinių sistemų tyrinėjimo.

**Dailė**: Vizualinio mąstymo, kūrybinės raiškos, estetinio suvokimo.

BENDROSIOS KOMPETENCIJOS:

**Iniciatyvumas ir atsakomybė**: Mokiniai imasi iniciatyvos, sprendžia problemas ir prisiima atsakomybę už savo darbą.

**Atvirumas ir tolerancija**: Mokiniai mokosi priimti kitų nuomones ir bendradarbiauti.

**Savarankiškumas**: Mokiniai mokosi dirbti savarankiškai ir priimti sprendimus.

**VERTINIMO BŪDAI**

Šioje pamokoje galima taikyti įvairius vertinimo būdus, kurie padėtų įvertinti ne tik mokinių žinias, bet ir jų įgytus įgūdžius bei kompetencijas. Štai keletas galimų vertinimo būdų:

FORMUOJAMASIS VERTINIMAS

**Stebėjimas**: Mokytojas stebi mokinių dalyvavimą diskusijose, jų gebėjimą dirbti grupėje, užduoti klausimus, kelti hipotezes;

**Klausimai**: Mokytojas užduoda atvirus klausimus, kurie skatina mokinius mąstyti ir paaiškinti savo supratimą;

VERTINIMO KRITERIJAI GALI BŪTI TOKIE:

**Žinios**: Ar mokinys supranta fizikos ir matematikos sąvokas, susijusias su fraktalais?

**Įgūdžiai**: Ar mokinys geba taikyti matematinius modelius, atlikti eksperimentus, analizuoti duomenis ir daryti išvadas?

**Kūrybiškumas**: Ar mokinys demonstruoja originalumą ir kūrybiškumą sprendžiant problemas?

**Bendradarbiavimas**: Ar mokinys gali efektyviai dirbti grupėje?

**Komunikacija**: Ar mokinys gali aiškiai ir tiksliai pateikti savo mintis tiek raštu, tiek žodžiu?

Svertiniai koeficientai gali būti priskirti skirtingiems vertinimo būdams ir kriterijams, atsižvelgiant į mokytojo nustatytus prioritetus.

**METODAI**

Ši pamoka gali būti įgyvendinta taikant įvairius mokymo metodus, kurie skatintų mokinių aktyvumą, kritinį mąstymą ir kūrybiškumą. Štai keletas galimų metodų:

*1. Tyrinėjimas ir atradimas*

**Projektinis mokymas**: Mokiniai gali dirbti grupėse, pasirinkdami konkrečius Vilniaus objektus (pastatus, parkus, gatves) ir tyrinėdami juose pasikartojančius modelius.

**Eksperimentavimas**: Mokiniai gali kurti savo fraktalinius modelius naudojant įvairias priemones (popierių, kompiuterines programas) ir stebėti, kaip keičiasi rezultatas, keičiantis parametrams.

**Stebėjimas**: Mokiniai gali stebėti gamtą ir architektūrą, ieškodami fraktalinių struktūrų.

*2. Kooperatyvus mokymasis*

**Grupės darbas**: Mokiniai gali dirbti grupėse, dalintis idėjomis, diskutuoti ir priimti bendrus sprendimus.

**Peer teaching**: Mokiniai gali mokytis vieni iš kitų, paaiškindami savo atrastus modelius ir sprendimus.

*3. Problemos sprendimas*

**Užduotys**: Mokiniams gali būti pateiktos problemos, kurias jie turi spręsti naudodami fraktalų žinias (pvz., kaip sukurti fraktalinį meno kūrinį, kaip modeliuoti medžio šakas).

**Atviri klausimai**: Mokytojas gali užduoti atvirus klausimus, skatinančius mokinius mąstyti kritiškai ir ieškoti įvairių sprendimų.

*4. Vizualizacija*

**Pristatymai**: Mokiniai gali parengti pristatymus, kuriuose naudotų įvairias vizualines priemones (nuotraukas, grafikus, schemas), kad paaiškintų savo idėjas.

**Modeliavimas**: Mokiniai gali kurti fizinius arba virtualius modelius, kurie iliustruotų fraktalų savybes.

*5. Informacinių ir komunikacinių technologijų (IKT) naudojimas*

**Internetiniai įrankiai**: Mokiniai gali naudoti internetinius įrankius fraktalų kūrimui, duomenų analizei ir vizualizavimui.

**Skaitmeniniai įrankiai**: Mokiniai gali kurti skaitmeninius plakatus, prezentacijas ar net trumpus filmukus, kuriuose pristatytų savo projektus.

**TEMOS SĄVOKOS**

lentelė 1 Temos sąvokos

| Sąvoka | Apibrėžimas | Ryšys su tema |
| --- | --- | --- |
| Fraktalas | Geometrinė figūra, kurią sudaro mažesnės, tos pačios formos kopijos. | Fraktalai gali būti naudojami apibūdinti daugelį Vilniaus senamiesčio pastatų, gatvių tinklo, upių sistemos savybes. |
| Savipanašumas | Fraktalo savybė, kai jo dalys yra panašios į visą figūrą. | Vilniaus senamiesčio gatvių tinklas demonstruoja savipanašumą, kai mažesnės gatvelės kartoja didesnių gatvių struktūrą. |
| Fraktalinė dimensija | Skaičius, apibūdinantis fraktalo sudėtingumą ir užimančią erdvę. | Fraktalinė dimensija gali būti naudojama apibūdinti Vilniaus senamiesčio tankumą ir sudėtingumą. |
| Iteracija | Procesas, kai veiksmas kartojamas kelis kartus, kiekvieną kartą naudojant ankstesnio karto rezultatus. | Daugelis fraktalų kuriami iteraciniais procesais, kurie gali būti pritaikyti modeliuojant Vilniaus miesto augimą. |
| Koch'o sniego dribsnis | Klasikinis fraktalas, gaunamas iteratyviai dalijant liniją į tris lygias dalis ir pakeičiant vidurinę dalį dviem tokio pat ilgio atkarpomis, sudarančiomis lygiakraštį trikampį. | Gali būti naudojamas kaip pavyzdys, iliustruojantis, kaip paprastas procesas gali generuoti sudėtingą struktūrą, panašią į kai kuriuos Vilniaus senamiesčio pastatų elementus. |
| Mendelio rinkinys | Fraktalas, kuriamas naudojant paprastą taisyklę, kurią kartojant gaunami sudėtingi ir gražūs raštai. | Gali būti naudojamas kurti abstrakčius paveikslus, įkvėptus Vilniaus architektūros. |
| Vilniaus senamiestis | UNESCO pasaulio paveldo objektas, išsiskiriantis unikalia architektūra, gatvių tinklu ir urbanistine struktūra. | Vilniaus senamiestis yra puikus pavyzdys, kaip fraktaliniai principai gali būti taikomi apibūdinant realius objektus. |
| Urbanistika | Mokslas, tiriantis miestų planavimą ir vystymą. | Urbanistai gali naudoti fraktalus, kad analizuotų miestų struktūrą, prognozuotų jų augimą ir optimizuotų infrastruktūrą. |
| Architektūra | Statinių projektavimas ir statyba. | Daugelis Vilniaus senamiesčio pastatų turi fraktalinių elementų, kurie suteikia jiems unikalų grožį ir funkcionalumą. |

**VEIKLOS**

| **Pamokos dalis** | **Veiklos aprašymas** | **Priemonės** | **Laikas minutė-mis** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Įvadas****SUDOMINIMAS****Vyksta klasėje** | Keletas idėjų, kaip pradėti pamoką intriguojančiai ir sudominti mokinius:**1 var. Vizualinė pasaka*** Pradėkite nuo įspūdingo Vilniaus senamiesčio vaizdo.
* Paklauskite: „Ar kada pagalvojote, kad Vilniaus senamiestis yra kaip didžiulis, sudėtingas paveikslas, kuriame kiekviena detalė yra susijusi su kitomis? Ar pastebėjote, kaip kartojasi tam tikri raštai, formos?“
* Pateikite keletą pavyzdžių: Gedimino pilies bokšto mūro struktūra, gatvių tinklas, pastatų langų išdėstymas.
* „Šie kartojantys raštai ir formos vadinami fraktalais. Šiandien mes kartu tyrinėsime, kaip fraktalai padeda mums suprasti ir įvertinti Vilniaus grožį bei unikalumą.“

**2 var. Interaktyvi pradžia*** Padalykite mokinius į grupes ir duokite kiekvienai grupei skirtingą Vilniaus senamiesčio nuotrauką.
* Paprašykite jų atidžiai apžiūrėti nuotrauką ir pabandyti rasti pasikartojančius elementus, modelius.
* Po kelių minučių surinkite klasę ir paprašykite kiekvienos grupės pristatyti savo pastebėjimus.
* Sujunkite visų pastebėjimus ir įveskite sąvoką „fraktalas“.

**3 var. Mįslė arba žaidimas*** Pateikite mįslę apie fraktalą, pavyzdžiui: „Ką turiu bendro su medžio šakomis, debesimis ir Vilniaus senamiesčio gatvėmis? Atsakymas – aš esu...“
* Paruoškite korteles su skirtingų fraktalų paveikslėliais. Mokiniai turi surinkti korteles poromis, kuriose pavaizduoti panašūs fraktalai.

**4 var. Netikėtas ryšys*** Pradėkite nuo netikėto pavyzdžio, pavyzdžiui, romantinės pasakos apie drakoną, kuris gyveno kalne, kurio forma priminė fraktalą.
* Sujunkite pasaką su realybe, pavyzdžiui, parodydami, kaip panašūs fraktalai pasitaiko ir mūsų aplinkoje, įskaitant Vilnių.
 | * Kompiuteriai su internetu;
* Projektorius arba interaktyvi lenta;
* Kompiuterinės programos, kurios leistų kurti paprastus fraktalinius modelius (pvz., GeoGebra, Python);
* Pateikties failas.
 | 10 |
| **TEORINĖ DALISVyksta klasėje** | Demonstruojamas pateikties failas | 25 |
| **PAGRINDINĖ DALIS** |
| **PRAKTINĖ DALIS****Vyksta mokyklos stadione** | Praktinė pamokos dalis turėtų būti orientuota į tai, kad mokiniai patys atras, ištirs ir pritaikytų fraktalų sąvoką. Štai kelios idėjos, kaip tai padaryti:**1 var. Vilniaus senamiesčio tyrinėjimas*** Naudojant internetines platformas, tokias kaip Google Street View, mokiniai gali „pasivaikščioti“ po Vilniaus senamiestį, ieškodami fraktalinių struktūrų pastatuose, gatvių tinkle, parkuose;
* Ekskursijos po senamiestį metu, mokiniai galėtų fotografuoti pastatus, detales, kurios, jų manymu, turi fraktalinių elementų.

**2 var. Matavimai ir analizė*** Mokiniai gali išmatuoti įvairius objektus (pvz., medžių šakas, upės vingius) ir analizuoti, ar juose pasikartoja panašios struktūros;
* Surinktus duomenis mokiniai gali pateikti grafikų, diagramų pavidalu ir ieškoti bendrų dėsningumų.

**3 var. Kūrybinės užduotys**Mokiniai gali sukurti savo unikalius fraktalinius meno kūrinius, naudodami įvairias technikas (piešimą, tapybą, grafiką);Mokiniai gali suprojektuoti savo „fraktalinį pastatą“ arba miestą;Išmanesniems mokiniams galima pasiūlyti sukurti muzikinį kūrinį, kurio struktūra būtų paremta fraktalais.**Pavyzdys: Projektas „Mano fraktalinis Vilnius“*** Mokiniai pasirenka vieną Vilniaus rajoną ir išsamiai jį ištiria, ieškodami fraktalinių elementų architektūroje, gatvių tinkle, gamtoje;
* Mokiniai fotografuoja, piešia arba kuria eskizus, kurie iliustruotų jų atrastą fraktalinę struktūrą;
* Mokiniai analizuoja surinktą medžiagą, ieško bendrų dėsningumų ir aprašo savo atradimus;
* Mokiniai parengia pristatymą, kuriame pristato savo tyrimo rezultatus, naudodami įvairias priemones (nuotraukas, grafikus, modelius).
 | * Priklauso nuo pasirinkto praktinės dalies varianto
 | 1,5 val. |
| **UŽBAIGIMASRefleksija/ įsivertinamas****Vyksta klasėje** | **1. Apibendrinanti diskusija****Klausimai**:* Ką naujo sužinojote apie fraktalus?
* Kaip fraktalai gali padėti mums geriau suprasti Vilnių?
* Kur dar, jūsų manymu, galime aptikti fraktalų gamtoje ir žmogaus sukurtose struktūrose?
* Kokie klausimai jums kilo šios pamokos metu?

**Sąvokų pakartojimas**: Pakartoti pagrindines sąvokas (fraktalas, savipanašumas, iteracija) ir jų apibrėžimus.**Ryšys su kitais dalykais**: Pabrėžti, kad fraktalai yra svarbūs ne tik matematikoje, bet ir kitose mokslo srityse (fizika, biologija, informatika).**2. Kūrybinis užbaigimas*** Paprašyti mokinių parašyti trumpą istoriją, kurioje fraktalai vaidintų svarbų vaidmenį;
* Kūrybingesni mokiniai gali pabandyti sukurti kūrinį, kuriame būtų atspindėta fraktalų idėja;
* Sukurti komiksą (pvz., *Pixton*, *Comic Life*), kuriame pagrindinis veikėjas keliauja po fraktalinį pasaulį.

**3. Projektų pristatymai**Jei mokiniai dirbo prie projektų, skirti laiką jų pristatymams;Po kiekvieno pristatymo surengti diskusiją, kurioje mokiniai galėtų užduoti klausimus ir pateikti atsiliepimus.**4. Refleksija**Pakviesti mokinius užrašyti savo mintis apie pamoką, ką naujo sužinojo ir kokie klausimai jiems liko neatsakyti.Nubrėžti vertikalią liniją ir paprašyti mokinių pažymėti, kur jie jaučiasi šioje linijoje, atsižvelgiant į tai, kiek jie suprato apie fraktalus (nuo „visiškai nesuprantu“ iki „viską suprantu“). | Priklauso nuo pasirinkto užbaigimo dalies varianto | 10 |
| **Bendras laikas** | **Klasėje: 45 min.****Lauke: 1,5 val.** |