



Co-funded by
the European Union

Kas yra Žmogaus genomo projektas?



BIOS4YOU
AR 2.0

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

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

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

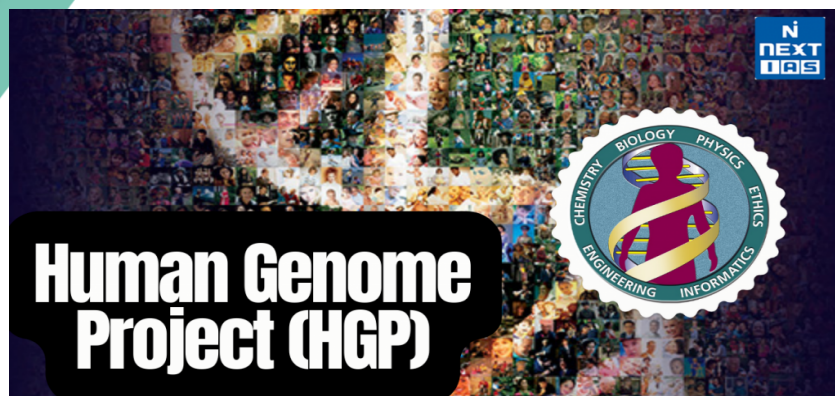




Turinys

Įvadas	4
1. Tyrinėjimas.....	5
Kodėl verta tirti žmogaus genomą?	5
Dideli tikslai, didelis komandinis darbas.....	5
Kaip jie sekvenavo DNR?	6
Iš kur atsirado DNR?	7
Etiniai aspektai	7
Ilgalaikis palikimas	8
2. Taikymas.....	9
3. Gilinimas	11
AR elementai Delightex – mokymosi tikslai ir šaltiniai	13
Išvados.....	16
Literatūra.....	19





Bendra mokymosi kelio tema	Žmogaus genomo projektas ir genominė medicina
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	Kas yra Žmogaus genomo projektas?
Tikslinių vartotojų amžius	14–18 metų
Reikalavimai besimokančiajam	Pagrindinės žinios apie DNR, genus ir molekulinę biologiją; susipažinimas su moksliniais tyrimais; susidomėjimas mokslo istorija ir biomedicininiais tyrimais
Mokymosi vieneto aprašymas	Šiame skyriuje studentai supažindinami su Žmogaus genomo projektu (ŽGP) – novatoriška tarptautine tyrimų iniciatyva, sėkmingai nustačiusia žmogaus genomo žemėlapi. Mokiniai nagrinės jo tikslus, technologijas, pagrindinius dalyvius ir socialines bei etines pasekmes. Interaktyvaus turinio, įskaitant papildytosios realybės (AR) patirtį ir istorinius atvejų tyrimus, pagalba studentai supras ŽGP mokslinę reikšmę ir ilgalaikį palikimą.
Tema: Dalyvaujančios šalys	Gamtos mokslų mokytojai, biologijos pedagogai, IKT/AR fasilitatoriai, studentai, pasirinktinai svečiai iš biomedicinos ar genomikos tyrimų srities
Raktiniai žodžiai	Žmogaus genomo projektas, DNR sekoskaita, genomika, biotechnologijos, tarptautinis bendradarbiavimas, tyrimų etika, duomenų dalijimasis, biomedicininės inovacijos





Pagrindinės kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios, kurias galima įgyti	Žmogaus genomo projekto pasiekimų ir jo įgyvendinimo supratimas Įžvalgos apie bendradarbiaujant sukurtą pasaulinį mokslą ir mokslo pasiekimus Duomenų etikos, privatumo ir genomikos išmanymas Genomo sekvenavimo technologijų (pvz., Sanger sekvenavimo) išmanymas Skaitmeninio raštingumo ugdymas naudojant papildytosios realybės įrankius Kritinis genominių žinių poveikio visuomenei apmąstymas
Naudoti ištekliai ir didaktinės priemonės	NHGRI žmogaus genomo projekto archyvas ir informaciniai lapeliai Vizualinės laiko juostos, nuotraukos iš NHGRI nuotraukų archyvo Papildytosios realybės programėlė (pvz., „Molecular“ arba „GenomeAR“) Interaktyvūs darbalapiai, pristatymai ir viktorinos Grupinė veikla, imituojanti HGP planavimą arba etikos komiteto darbą
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	Svarbiausių HGP etapų supratimas Gebėjimas aprašyti sekos nustatymo metodus ir rezultatus Kritiniai atsakymai į etinius klausimus Įsitraukimas į AR mokymosi modulius Grupinis darbas ir dalyvavimas pamokose





Įvadas

Žmogaus genomo projektas (ŽGP) buvo vienas svarbiausių XX amžiaus mokslinių projektų. Jis buvo vykdomas nuo 1990 iki 2003 m., o jo tikslas buvo nustatyti ir sekvenuoti visą žmogaus genomą – visą DNR, kurioje yra informacijos apie žmogaus kūno sandarą ir funkcijas. Šiame dideliame tarptautiniame projekte kartu dirbo mokslininkai iš daugelio šalių, įskaitant Jungtines Amerikos Valstijas, Jungtinę Karalystę, Prancūziją, Vokietiją, Japoniją ir Kiniją. Jų bendradarbiavimas padėjo pamatus šiuolaikinei genomikai ir pakeitė tai, kaip mokslininkai tiria žmogaus biologiją (Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas [NHGRI], 2024).

Žmogaus genomo projektas gerokai pagerino mokslinį paveldimumo, genetinių ligų ir žmogaus kintamumo supratimą. Jis taip pat pakeitė mokslinių tyrimų atlikimo būdą, skatindamas atvirą dalijimąsi duomenimis ir bendradarbiavimą tarp skirtingų mokslo disciplinų (Collins, Morgan ir Patrinos, 2003). Šie principai išlieka esminiai šiuolaikiniuose genomikos tyrimuose ir biomedicininėse inovacijose.

Šiame mokymosi skyriuje mokiniai tyrinėja, kas buvo Žmogaus genomo projektas, kodėl jis buvo svarbus ir kaip mokslininkai sėkmingai iššifravo žmogaus DNR. Jie taip pat nagrinėja su genomo tyrimais susijusius etinius iššūkius, tokius kaip genetinis privatumas ir atsakingas genetinių duomenų naudojimas (Green ir Guyer, 2015). Naudodami papildytosios realybės (AR) įrankius, mokiniai sąveikauja su DNR modeliais ir sekoskaitos procesais, o tai padeda jiems geriau suprasti mokslinius metodus ir atradimus, atsiradusius Žmogaus genomo projekto metu.





1. Tyrinėjimas

Kodėl verta tirti žmogaus genomą?

Kiekvienas gyvas organizmas turi genomą – visą DNR instrukcijų rinkinį. Žmogaus genomą galima palyginti su labai didele instrukcijų knyga, kurioje paaiškinama, kaip sukonstruotas ir kaip veikia mūsų kūnas. Ji nurodo ląstelėms, kaip augti, vystytis ir reaguoti į aplinką.

Dešimtojo dešimtmečio pradžioje mokslininkai jau turėjo pažangius mikroskopus ir genų analizatorius. Tačiau jie niekada nebuvo nuskaityę viso žmogaus genomo kaip vienos užbaigtos sekos. Štai kodėl Žmogaus genomo projektas (ŽGP) buvo toks svarbus – jo pagrindinis tikslas buvo pirmą kartą sekvenuoti visą žmogaus DNR (NHGRI, 2024).

Tyrinėdami žmogaus genomą, mokslininkai gali geriau suprasti, kodėl kai kuriems žmonėms išsivysto tokios ligos kaip vėžys, diabetas ar paveldimi genetiniai sutrikimai. Šios žinios taip pat padeda tyrėjams tobulinti gydymo būdus ir kurti naujus vaistus. Be to, genomo tyrimai padeda paaiškinti žmogaus evoliuciją ir kodėl kiekvienas žmogus yra genetiškai unikalus (Green ir Guyer, 2015).

Dideli tikslai, didelis komandinis darbas

Žmogaus genomo projektas oficialiai prasidėjo 1990 m. ir turėjo penkis pagrindinius tikslus:

- Nustatykite visus žmogaus DNR genus
- Nustatykite maždaug 3 milijardų DNR bazių porų seką
- Saugoti genetinę informaciją viešose duomenų bazėse
- Tobulinti genetinių duomenų analizės įrankius
- Spręsti su genomo tyrimais susijusius etinius, teisinius ir socialinius klausimus (ELSI) (Collins ir kt., 2003)

Projektas buvo pasaulinio bendradarbiavimo rezultatas. Kartu dirbo mokslininkai iš Jungtinių Amerikos Valstijų, Jungtinės Karalystės, Prancūzijos, Vokietijos, Japonijos ir Kinijos. Dalyvavo daugiau nei 20 mokslinių tyrimų institucijų, kurios sudarė Tarptautinį





žmogaus genomo sekoskaitos konsorciumą. Šis plataus masto bendradarbiavimas parodė, kaip tarptautinis komandinis darbas gali paspartinti mokslo pažangą.



2 pav. Prezidentas Billas Clintonas ir dr. Francisas Collinsas Baltuosiuose rūmuose 2000 m. skelbia žmogaus genomo projektą. Šaltinis: NHGRI nuotraukų archyvas.

Kaip jie sekvenavo DNR?

DNR sekoskaitą galima palyginti su labai ilgos knygos raidžių skaitymu. Žmogaus genomo projekto metu mokslininkai daugiausia naudojo metodą, vadinamą Sangerio sekoskaita. Šis metodas veikia daug kartų kopijuojant mažus DNR fragmentus. Buvo pridėtos specialios cheminės medžiagos, kad kiekviena DNR bazė – A, T, C arba G – sukurtų signalą, kurį būtų galima aptikti lazeriais. Tada kompiuteriai nuskaitydavo šiuos signalus ir rekonstruodavo DNR seką (Collins ir kt., 2003).

Nors Sanger sekvenavimas buvo lėtas, palyginti su šiandieniniais metodais, iki 2003 m. mokslininkams pavyko sekvenuoti daugiau nei 90 % žmogaus genomo. Šiandien, dėka naujų technologijų, tą pačią užduotį galima atlikti vos per kelias valandas ir daug pigiau – dažnai mažiau nei 1000 USD už genomą (T2T konsorciumas, 2022 m.).

Iš kur atsirado DNR?





Norėdami sukurti žmogaus genomo „nuorodą“, tyrėjai panaudojo anoniminius DNR mėginius. Didžioji dalis DNR buvo gauta iš savanorių, gyvenančių Bafale, Niujorke. Apie 70 % galutinės sekos buvo gauta iš vieno donoro, o likę duomenys – iš 19 kitų asmenų. Visi mėginiai buvo anonimizuoti, siekiant apsaugoti donorų privatumą ir užkirsti kelią asmeninės genetinės informacijos netinkamam naudojimui (NHGRI, 2024).



3 pav. DNR sekoskaitos laboratorijos įranga Žmogaus genomo projekto metu. Šaltinis: NHGRI nuotraukų archyvas.

Etiniai aspektai

Nuo pat pradžių Žmogaus genomo projekto dalyviai mokslininkai suprato, kad genomo informacija gali kelti rimtų etinių klausimų. Pavyzdžiui, ar genetiniai duomenys galėtų būti naudojami diskriminuojant žmones darbe ar sveikatos draudimo srityje? Ar turėtų būti leidžiami genetiniai tyrimai negimusiems vaikams?

Siekdama spręsti šiuos klausimus, HGP sukūrė ELSI (Etinių, teisinių ir socialinių pasekmių) programą ir apie 5 % viso projekto biudžeto skyrė etiniams tyrimams. Buvo vienas pirmųjų didelių mokslinių projektų, į kurį etika buvo įtraukta kaip pagrindinė jo darbo sudedamoji dalis (Green ir Guyer, 2015).





Ilgalaikis palikimas

Žmogaus genomo projektas nesibaigė 2003 m. Jo rezultatai atvėrė duris personalizuotai medicinai, genetiniams tyrimams, protėvių tyrimams ir daugeliui šiuolaikinių biomedicininų technologijų. Projektas taip pat skatino atvirąjį mokslą taikant tokią politiką kaip Bermudų principai, kurie skatino mokslininkus greitai ir laisvai dalytis genetiniais duomenimis, užuot juos laikant privačius iki paskelbimo (Collins ir kt., 2003).

2022 m. tyrėjai, naudodami pažangias sekvenavimo technologijas, baigė pirmąją tikrai pilną žmogaus genomo seką. Šis pasiekimas užpildė regionus, kurių nebuvo galima nuskaityti atliekant pradinę HGP, ir parodė, kiek daug genomikos mokslas pažengė į priekį nuo 2003 m. (T2T konsorciumas, 2022 m.).





2. Taikymas

Šiame etape mokiniai pritaiko savo žinias apie Žmogaus genomo projektą per interaktyvias ir į praktiką orientuotas mokymosi veiklas, skirtas naudoti „Delightex“. Pagrindinis dėmesys skiriamas supratimui, kaip genominiai duomenys yra tiriami, aiškinami ir naudojami realiuose moksliniuose ir socialiniuose kontekstuose, nereikalaujant, kad mokiniai atliktų sudėtingas laboratorines užduotis.

Naudodami „Delightex“, mokiniai tyrinėja trimačius DNR ir chromosomų modelius pateikiami tiesiai mokymosi aplinkoje. Šie vaizdiniai modeliai padeda besimokantiejiems aiškiai matyti DNR dvigubos spiralės struktūrą, bazių poravimąsi ir chromosomų organizaciją. Sukdami ir priartindami modelius, mokiniai stiprina savo supratimą apie genomo struktūrą ir susieja abstrakčias vadovėlių žinias su vaizdiniais vaizdais (NHGRI, 2024).

Kaip vaizdinę medžiagą mokytojai gali pateikti nuorodas į trumpus animacinius vaizdo įrašus, tokius kaip „Khan Academy“ vaizdo įrašas „DNR struktūra ir funkcija“, kuriame aiškiai ir pagal amžių suprantamai paaiškinami DNR komponentai. yra: <https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/dna-and-rna-structure/v/dna-structure-and-function>

Siekdami padėti suprasti, kaip Žmogaus genomo projektas sekvenavo DNR, mokiniai žiūri trumpus aiškinamuosius vaizdo įrašus, įterptus arba susietus su „Delightex“. Šiuose vaizdo įrašuose pristatoma pagrindinė Sangerio sekvenavimo idėja ir parodoma, kaip mokslininkai skaito DNR fragmentus ir juos surenka. įtraukite juos į pilną genomą. Rekomenduojamas pavyzdys yra NHGRI edukacinis vaizdo įrašas „Kaip buvo sekvenuotas žmogaus genomą“, kuriame paprastai paaiškinamas procesas. terminais ir tiesiogiai susieja jį su HGP (NHGRI, 2024): <https://www.genome.gov/education/educational-resources>

Peržiūrėję vaizdo įrašą, mokiniai atsako į „Delightex“ refleksijos klausimus, pavyzdžiui, kodėl DNR reikėjo sekvenuoti mažais fragmentais ir kaip kompiuteriai padėjo mokslininkams surinkti visą genomą. Tai padeda besimokantiejiems aktyviai apdoroti informaciją, o ne pasyviai stebėti turinį (Collins ir kt., 2003).





Tada mokiniai, naudodamiesi interaktyviais genų pavyzdžiais, nagrinėja praktinį genomo duomenų pritaikymą. „Delightex“ scenose chromosomų vaizduose yra paryškinti genų regionai, pvz., tBRCA1 genas, susijęs su krūties vėžio rizika. Pasirinkdami šiuos žymenis, mokiniai skaito trumpus paaiškinimus apie genų funkciją ir kaip genetinės mutacijos gali paveikti ligos vystymąsi. Ši veikla susieja Žmogaus genomo projektą su šiuolaikine genomikos medicina ir parodo, kaip genomo duomenys palaiko medicininius tyrimus (Green ir Guyer, 2015). Papildomas papildomas šaltinis yra NHGRI puslapis „Kas yra BRCA?“, parašyta plačiai auditorijai: <https://www.genome.gov/genetics-glossary/BRCA>

Etinis mąstymas yra svarbi vykdymo etapo dalis. Studentams pateikiamos trumpos, scenarijais pagrįstos situacijos, susijusios su genominių duomenų naudojimu, pavyzdžiui, genetiniai tyrimai, duomenų privatumas arba prieiga prie medicininės informacijos. Šie scenarijai „Delightex“ sistemoje rodomi kaip informaciniai skydeliai ir juose prašoma studentų apsvarstyti tokius klausimus kaip, kas turėtų turėti prieigą prie genetinių duomenų ir kaip netinkamas naudojimas gali sukelti diskriminaciją. Kiekvienas scenarijus yra susietas su Žmogaus genomo projekto etinių, teisinių ir socialinių pasekmių (ELSI) programa, kuri dalį savo biudžeto skyrė šiems klausimams tirti (Green ir Guyer, 2015). Papildomos informacijos studentai gali rasti NHGRI ELSI apžvalgos puslapyje: <https://www.genome.gov/about-genomics/policy-issues/ELSI>

Siekiant pabrėžti bendradarbiavimo svarbą didelio masto moksle, mokiniai dalyvauja vadovaujamoje vaidmenimis pagrįstoje diskusijoje, įkvėptoje originalaus Žmogaus genomo projekto. Mokiniai imasi supaprastintų vaidmenų, tokių kaip mokslininkas, duomenų valdytojas arba etikas, ir aptaria iššūkius, susijusius su tarptautiniu bendradarbiavimu ir duomenų mainais. Tai atspindi, kaip skirtingų šalių mokslininkai dirbo kartu ir vadovavosi atvirųjų duomenų principais, tokiais kaip Bermudų principai, kurie skatino greitą duomenų mainus (Collins ir kt., 2003).

Vykdymo etape mokiniai gauna grįžtamąjį ryšį per trumpus testus, refleksijos užduotis ir mokytojo vadovaujamas diskusijas. Ši veikla padeda įtvirtinti supratimą ir susieti mokslines žinias su etine ir socialine atsakomybe. Šio etapo pabaigoje besimokantieji





aktyviai susidurs su realiais pavyzdžiais, technologijomis ir iššūkiais, susijusiais su Žmogaus genomo projektu, taip pasiruošdami gilesniam apmąstymui ir tobulėjimui kitame skyriuje.

3. Gilinimas

Šiame etape mokymasis gilinamas ir plečiamas per refleksiją, vaizdinį pastiprinimą ir prasmingus ryšius su realaus pasaulio mokslu. Papildytoji realybė (AR) atlieka pagrindinį vaidmenį, padėdama mokiniams pereiti nuo pagrindinio supratimo prie kritinio mąstymo ir asmeninės genomikos žinių interpretacijos.

Naudodamiesi „Delightex“, mokiniai per interaktyvius 3D modelius ir trumpus medijos išteklius dar kartą aptaria pagrindines Žmogaus genomo projekto idėjas. Pavyzdžiui, vėl nagrinėjami DNR ir chromosomų modeliai, tačiau šį kartą daugiausia dėmesio skiriant funkcijai ir pritaikymui, o ne tik struktūrai. Mokiniai gali sukurti ir tyrinėti chromosomas, apmąstydami, kaip genomo kartografavimas leido nustatyti su ligomis ir požymiais susijusius genus (NHGRI, 2024). Ši pakartotinė sąveika skatina ilgalaikį įsiminimą ir sąvokų aiškumą.

Siekdami sustiprinti supratimą, besimokantieji žiūri trumpus, aukštos kokybės aiškinamuosius vaizdo įrašus, susietus su papildytosios realybės (AR) aplinka. Vienas veiksmingas pavyzdys yra TED-Ed vaizdo įrašas „Žmogaus genomo projekto paaiškinimas“, kuriame vizualiai patraukliu, vidurinių mokyklų mokiniams tinkamu būdu apibendrinami projekto tikslai, iššūkiai ir rezultatai: <https://ed.ted.com/lessons/the-human-genome-project-tania-simoncelli>

Po peržiūros studentai atsako į refleksijos klausimus, pavyzdžiui, kaip genomo žinios pakeitė mediciną ir ar ateityje reikėtų finansuoti panašius didelio masto projektus (Collins ir kt., 2003).

Su genomu susijusios papildytosios realybės užduotys taip pat padeda mokiniams susieti mokslinį turinį su šiuolaikine medicina. Pavyzdžiui, besimokantieji nagrinėja su sveikatos sutrikimais susijusius paryškintus genus ir aptaria, kaip genomo sekoskaita padeda ankstyvai diagnozei ir individualizuotam gydymui. Tai tiesiogiai susieja Žmogaus





genomo projektą su genomikos medicina, padėdama studentams suprasti jo aktualumą ne tik istorijoje (Green ir Guyer, 2015). Kad praturtintų savo žinias, mokiniai gali peržiūrėti NHGRI puslapį „Genomika ir medicina“, kuris suprantama kalba paaiškina realius pritaikymus: <https://www.genome.gov/health/genomics-and-medicine>

Žaidimų pagrindu sukurti mokymosi elementai dar labiau sustiprina motyvaciją. „Delightex“ programoje mokytojai gali kurti trumpas „genomo misijas“, kurių metu mokiniai renka informaciją, atrakina turinį arba atlieka iššūkius, pavyzdžiui, nustato teisingą genomo duomenų bazių vaidmenį arba priderina sekoskaitos technologijas prie jų paskirties. Šios veiklos skatina aktyvų mokymąsi, kartu išlaikant B1–B2 lygių mokiniams valdomą kognityvinį krūvį.

Šiame etape taip pat stiprinama etinė refleksija. Studentai dar kartą aptaria anksčiau pristatytus etinius klausimus, tokius kaip genetinis privatumas ar prieiga prie genomo duomenų, ir susieja juos su šiandienos diskusijomis. AR diskusijose gali būti pateikiami trumpi atvejų pavyzdžiai ir nukreipiamieji klausimai, susiję su Žmogaus genomo projekto ELSI programa, skatinant besimokančiuosius formuoti ir pagrįsti savo nuomonę (Green ir Guyer, 2015). Papildomas informacinis šaltinis yra NHGRI ELSI apžvalga: <https://www.genome.gov/about-genomics/policy-issues/ELSI>

Norėdami pademonstruoti mokymosi rezultatus, mokiniai gali kurti trumpus paaiškinimus, naudodami ekrano kopijas iš papildytosios realybės scenų, arba įrašyti trumpus vaizdo įrašų apmąstymus, aprašydami, ko išmoko apie genomo sekvenavimą ar etinę atsakomybę. Šie rezultatai padeda derinti mokslinį supratimą, skaitmeninį raštingumą ir bendravimo įgūdžius.

Apskritai, tobulinimo etapas skatina gilesnį supratimą, refleksiją ir žinių perdavimą. Derindami papildytosios realybės tyrinėjimą, patikimus mokslinius išteklius ir valdomą refleksiją, studentai stiprina savo gebėjimą suprasti genomiką kaip mokslinę ir visuomeninę sritį. Tai juos paruošia būsimam mokymuisi biologijos, medicinos ir





biotechnologijų srityse, kartu skatinant pagrįstą ir atsakingą mąstymą apie genetinius duomenis.

AR elementai Delightex – mokymosi tikslai ir šaltiniai

AR elementas (Delightex)	Mokymosi tikslas	Šaltinis / nuoroda
3D DNR dvigubos spiralės modelis	Suprasti pagrindinę DNR struktūrą ir bazių poravimąsi (A–T, C–G)	Khano akademija. <i>DNR struktūra ir funkcija.</i> https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/dna-and-rna-structure
3D chromosomų modelis	Suprasti, kaip DNR yra organizuota j chromosomas ir kokia yra genomo struktūra	Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas (NHGRI). <i>Žmogaus genomo projektas.</i> https://www.genome.gov/human-genome-project
Interaktyvus genomo	Atpažinti chromosomose esančius genus ir suprasti etaloninio genomo idėją	NHGRI. <i>Genomo pagrindai.</i> https://www.genome.gov/genetics-glossary/Genome





AR elementas (Delightex)

Mokymosi tikslas

Šaltinis / nuoroda

3D DNR Suprasti pagrindinę DNR Khano akademija.*DNR struktūra ir*
dvigubos struktūrą ir bazių *funkcija.*
spiralės poravimąsi (A–T, C–G) <https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/dna-and-rna-structure>
modelis

3D Suprasti, kaip DNR yra Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų
chromosomų organizuota į institutas (NHGRI).*Žmogaus genomo*
modelis chromosomas ir kokia yra *projektas.*
genomo struktūra <https://www.genome.gov/human-genome-project>

žemėlapis (AR
skydelis)

Trumpas Suprasti Žmogaus genomo TED leid.*Žmogaus genomo projektas.*
aiškinamasis projekto tikslus, laiko <https://ed.ted.com/lessons/the-human-genome-project-tania-simoncelli>
vaizdo įrašas juostą ir svarbą
(įterpta
nuoroda)

Geno pavyzdys Susieti genomo NHGRI.*BRCA* *genai.*
(pvz., BRCA1) sekvenavimą su ligų rizika <https://www.genome.gov/genetics-glossary/BRCA>
ir genomikos medicina





AR elementas
(Delightex)

Mokymosi tikslas

Šaltinis / nuoroda

3D dvigubos spiralės modelis	DNR Suprasti pagrindinę DNR struktūrą ir bazių poravimąsi (A–T, C–G)	Khano akademija. <i>DNR struktūra ir funkcija.</i> https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/dna-and-rna-structure
3D chromosomų modelis	Suprasti, kaip DNR yra organizuota į chromosomas ir kokia yra genomo struktūra	Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas (NHGRI). <i>Žmogaus genomo projektas.</i> https://www.genome.gov/human-genome-project
Etikos scenarijų grupė (ELSI)	Apmąstyti genominių duomenų etinius, teisinius ir socialinius klausimus (privatumas, diskriminacija)	NHGRI. <i>Etinės, teisinės ir socialinės pasekmės (ELSI).</i> https://www.genome.gov/about-genomics/policy-issues/ELSI
Žaidimo pagrindu sukurta misija (mokytojo sukurta)	Didinkite motyvaciją ir įtvirtinkite pagrindines HGP sąvokas per aktyvų mokymąsi	Mokytojo sukurta užduotis Delightex platformoje





AR elementas
(Delightex)

Mokymosi tikslas

Šaltinis / nuoroda

3D dvigubos spiralės modelis	DNR Suprasti pagrindinę DNR struktūrą ir bazių poravimąsi (A–T, C–G)	Khano akademija. <i>DNR struktūra ir funkcija.</i> https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/dna-and-rna-structure
3D chromosomų modelis	Suprasti, kaip DNR yra organizuota į chromosomas ir kokia yra genomo struktūra	Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas (NHGRI). <i>Žmogaus genomo projektas.</i> https://www.genome.gov/human-genome-project
Refleksijos savęs vertinimo grupė	/ Ugdyti kritinį mąstymą ir asmeninę refleksiją apie genomiką ir visuomenę	Remiantis skyriaus turiniu ir diskusija klasėje





Išvados

Žmogaus genomo projektas (ŽGP) buvo vienas svarbiausių šiuolaikinio mokslo pasiekimų. Jis pakeitė mūsų supratimą apie žmogaus biologiją ir padėjo sukurti naujas sritis, tokias kaip tiksloji medicina, bioinformatika ir etikos taisyklės dėl genetinių duomenų dalijimosi (Collins ir kt., 2003). Šio mokymosi modulio metu mokiniai tyrinėjo ne tik pagrindinius ŽGP mokslinius rezultatus, bet ir platesnį kontekstą, kuriame projektas buvo vykdomas. Tai apėmė pasaulinį šalių bendradarbiavimą, sparčią technologinę pažangą ir etinius iššūkius, susijusius su didelio masto tyrimais.

Naudodami papildytosios realybės įrankius, tokius kaip „Molecular“ ir „Genome AR“, mokiniai galėjo interaktyviai tyrinėti sudėtingas genomikos sąvokas. Šie įrankiai padėjo besimokantiejiems vizualizuoti DNR struktūras, suprasti sekoskaitos procesus ir susieti teoriją su realiais biomedicinos pavyzdžiais. Veikla, skirta etinėms dilemoms, genomo tyrimams ir tarptautiniam bendradarbiavimui, leido mokiniams patirti mokslinius ir socialinius iššūkius, su kuriais susidūrė Žmogaus genomo projekto metu.

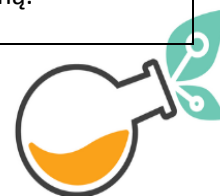
Todėl šis skyrius padėjo ugdyti mokslinį raštingumą, kritinį mąstymą, etinį sąmoningumą ir skaitmeninius įgūdžius. Mokiniai sužinojo, kaip renkami, analizuojami ir dalijamasi genominiiais duomenimis, ir kodėl ši informacija turi būti naudojama atsakingai šiuolaikinėje medicinoje ir biotechnologijose (Green ir Guyer, 2015). Žmogaus genomo projektas ir toliau daro įtaką daugeliui sričių, įskaitant sveikatos priežiūrą, žemės ūkį ir protėvių tyrimus.

Skyriaus pabaigoje studentai skatinami apmąstyti, kaip tokios aktualios temos kaip genų redagavimas, duomenų privatumas ir lygi prieiga prie medicinos technologijų yra susijusios su HGP palikimu. Šio ryšio supratimas padeda besimokantiejiems tapti informuotais ir atsakingais būsimų diskusijų apie mokslą, technologijas ir visuomenę dalyviais.





Fazė	Aprašymas
Tyrinėjimas	- Tyrimai ir atradimai: mokiniai tyrinėja Žmogaus genomo projektą naudodamiesi NHGRI informaciniais lapeliais, trumpais edukaciniais vaizdo įrašais ir vaizdinėmis laiko juostomis. Šiose medžiagose pristatomi pagrindiniai Žmogaus genomo projekto tikslai, laiko juosta ir mokslinė svarba.
	- Turinio kūrimas: mokytojai veda diskusijas naudodami interaktyvias laiko juostas ir istorinius pavyzdžius. Pateikiami etiniai klausimai, susiję su genomo tyrimais, privatumu ir duomenų naudojimu, siekiant paruošti mokinius vėlesnėms refleksijoms.
	- Poreikių analizė: Mokinių ankstesnės žinios apie DNR, genus ir genomiką vertinamos trumpų diskusijų arba diagnostinių klausimų metu. Tai padeda mokytojams nustatyti supratimo spragas ir atitinkamai pritaikyti paaiškinimus bei papildytosios praktikos veiklas.
Taikymas	- Mokymo programos įgyvendinimas: mokiniai dalyvauja pamokose, paremtose papildytosios realybės (AR) moduliais. Naudodami tokius įrankius kaip „Molecular“ ir „Genome AR“, jie tyrinėja DNR struktūrą, sekoskaitos procesus ir genomo regionus, susietus su realaus pasaulio pavyzdžiais.
	- Interaktyvūs pratimai: mokiniai atlieka virtualią sekoskaitos laboratoriją, dalyvauja etikos debatuose ir papildytosios realybės (AR) pagrindu atliekamuose vaidmenų žaidimuose. Genų paieškos misijos leidžia mokiniams surasti konkrečius genus ir susieti juos su požymiais ar ligomis, taip įtvirtinant pagrindines tyrinėjimo etapo sąvokas.
	- Atsiliepimų rinkimas: Supratimas stiprinamas mokinių refleksijomis, bendraamžių atsiliepimais atliekant grupines užduotis ir mokytojų atsiliepimais po diskusijų bei papildytosios realybės veiklų.
Gilinimas	- AR integracija: „Molecular“ ir „Genome AR“ naudojamos gilesniam supratimui per interaktyvų 3D DNR, baltymų ir genomo regionų tyrinėjimą. Studentai gali sukurti, priartinti ir manipuliuoti modeliais, kad sustiprintų erdvinį ir konceptualinį supratimą.
	- Interaktyvus mokymasis: besimokantieji savarankiškai tyrinėja papildytosios realybės (AR) turinį savo tempu, dar kartą apžvelgdami sudėtingas temas, tokias kaip sekoskaita, genų funkcija ir genomo organizacija.
	Taškai ir ženkleliai Mokiniai gauna ženklelius už atliktas papildytosios realybės užduotis, išsprendę iššūkius ir teisingai nustatę genomines ypatybes. Motyvacijai didinti galima naudoti klasės lyderių lenteles. Lyderių lentelės Vizualiniai reitingai rodo pažangą ir pasiekimus, pagrįstus atliktomis papildytosios realybės (AR) veiklomis ir iššūkiais. Užduotys ir lygiai Naudojamas misijomis pagrįstas mokymasis, kai mokiniai, pereidami lygius, atrakina naujas genomines užduotis ir iššūkius. Atlygiai už tyrinėjimą Papildomas AR turinys arba duomenų rinkiniai atrakinami, kai mokiniai atlieka pasirenkamas tyrinėjimo arba refleksijos užduotis. Bendradarbiavimo pagrindu sukurtos žaidimo užduotys Studentai dirba komandose atlikdami genomo analizės užduotis ar modeliavimus, skatindami bendravimą, bendradarbiavimą ir bendrą problemų sprendimą.





Vertinimas apima papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtas vaizdines apžvalgas, kolegų recenzuojamus grupinius projektus ir multimedijos refleksijas. Šie formatai leidžia mokiniams parodyti supratimą paaiškinant, pateikiant vaizdinius įrodymus ir diskutuojant, o ne vien įsimenant informaciją.





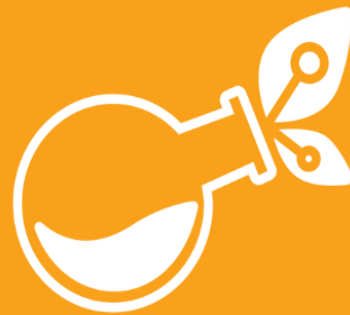
Literatūra

1. Collins, F. S., Morgan, M. ir Patrinos, A. (2003). Žmogaus genomo projektas: pamokos iš didelio masto biologijos. *Science*, 300(5617), 286–290. <https://doi.org/10.1126/science.1084564>
2. Green, E. D., ir Guyer, M. S. (2015). Genominės medicinos kurso braižymas nuo bazinių porų iki lovos priežiūros. *Nature*, 470(7333), 204–213. <https://doi.org/10.1038/nature09764>
3. Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas. (2024). Žmogaus genomo projekto informacinis lapas. <https://www.genome.gov/human-genome-project>
4. Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas. (2024). Etinių, teisinių ir socialinių pasekmių (ELSI) tyrimų programa. <https://www.genome.gov/about-nhgri/what-we-do/elsi-research-program>
5. T2T (Telomerų-Telomerų) konsorciumas. (2022). Pilna žmogaus genomo seka. *Mokslas*, 376(6588), 44–53. <https://doi.org/10.1126/science.abj6987>
6. Sanger, F., Nicklen, S. ir Coulson, A. R. (1977). DNR sekoskaita grandinę nutraukiančiais inhibitoriais. *Nacionalinės mokslų akademijos darbai*, 74(12), 5463–5467. <https://doi.org/10.1073/pnas.74.12.5463>
7. NHGRI nuotraukų archyvas. (n. d.). Žmogaus genomo projekto istoriniai vaizdai. Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas. <https://www.genome.gov/about-nhgri/who-we-are/photo-archive>
8. MoleculAR. (n. d.). MoleculAR: papildytoji realybė molekulinei biologijai. <https://molecularweb.org>
9. „Genome AR“. (n. d.). „Genome AR“ edukacinė programėlė. <https://genomear.org>
(Jei reikia, naudokite tikslų URL, kurį pateikė jūsų įstaiga / programėlių parduotuvė.)
10. „YouTube“. (n. d.). Žmogaus genomo projekto paaiškinimas [vaizdo įrašas]. Rekomenduojamas šaltinis: oficialus Nacionalinio žmogaus genomo tyrimų instituto kanalas. <https://www.youtube.com/@genomegov>
(Mokytojai turėtų parinkti pagal amžių tinkamus vaizdo įrašus naudojimui klasėje.)





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.