

Primjena proširene stvarnosti u nastavi geografije

Omrčen- Loko, Marta

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:166:456027>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-14**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Science](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

**PRIMJENA PROŠIRENE STVARNOSTI U
NASTAVI GEOGRAFIJE**

Marta Omrčen-Loko

Split, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

**PRIMJENA PROŠIRENE STVARNOSTI U
NASTAVI GEOGRAFIJE**

Marta Omrčen-Loko

Mentor: Doc dr. sc. Jelena Nakić

Split, rujan 2024.

Temeljna dokumentacijska kartica

Diplomski rad

Sveučilište u Splitu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Odjel za informatiku
Ul. Ruđera Boškovića 33, 21000, Split, Hrvatska

PRIMJENA PROŠIRENE STVARNOSTI U NASTAVI GEOGRAFIJE

Marta Omrčen-Loko

SAŽETAK

Proširena stvarnost (AR) u obrazovanju omogućava interaktivno učenje koje može značajno unaprijediti razumijevanje složenih pojmova. Ovaj rad daje pregled istraživanja AR-a u nastavi, s posebnim naglasnom na primjenu u nastavi geografije, posebno u podučavanju Zemljine rotacije i revolucije. Razvijena je AR aplikacija putem platforme CoSpaces Edu, koja omogućuje učenicima da vizualiziraju kretanje Zemlje u svemiru te na taj način bolje shvate astronomske pojave. Istraživanje je provedeno na uzorku srednjoškolskih učenika, podijeljenih u dvije skupine: eksperimentalnu, koja je koristila AR, i kontrolnu, koja je učila putem metode demonstracije. Rezultati su pokazali da AR povećava angažman učenika i pomaže u razumijevanju pojmova, ali klasična metoda demonstracije u nekim je slučajevima pokazala bolju učinkovitost. Većina učenika izrazila je zadovoljstvo korištenjem AR-a u nastavi, iako su rezultati testa znanja favorizirali tradicionalni pristup. Rad sugerira potencijal AR tehnologije u obrazovanju, uz preporuku za daljnja istraživanja u svrhu boljeg razumijevanja njezine pune vrijednosti.

Ključne riječi: proširena stvarnost, CoSpaces, geografija, metoda demonstracije, istraživanje

Rad je pohranjen u knjižnici Prirodoslovnog-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu.

Rad sadrži: 48 stranica, 40 grafičkih prikaza, 20 literaturnih navoda i 1 stranicu priloga. Izvornik je na hrvatskom jeziku.

Mentor: **Dr.sc. Jelena Nakić**, docent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu

Ocjenjivači: **Dr.sc. Jelena Nakić**, docent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu

Dr.sc. Marko Rosić, redovni profesor u trajnom zvanju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu

Lucija Bročić, asistent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu

Rad prihvaćen: rujan, 2024.

Basic documentation card

Thesis

University of Split
Faculty of Science
Odjel za informatiku
Ul. Ruđera Boškovića 33, 21000, Split, Hrvatska

INTEGRATING AUGMENTED REALITY INTO GEOGRAPHY EDUCATION

Marta Omrčen-Loko

ABSTRACT

Augmented reality (AR) in education enables interactive learning that can significantly improve understanding of complex concepts. This paper provides an overview of research on AR in teaching, with a special emphasis on its application in teaching geography, especially in teaching the Earth's rotation and revolution. An AR application was developed through the CoSpaces Edu platform, which allows students to visualize the movement of the Earth in space and thus better understand astronomical phenomena. The research was conducted on a sample of high school students, divided into two groups: the experimental group, which used AR, and the control group, which learned through the demonstration method. The results showed that AR increases student engagement and helps in understanding concepts, but the classic demonstration method showed better effectiveness in some cases. The majority of students expressed their satisfaction with the use of AR in class, although the results of the knowledge test favored the traditional approach. The paper suggests the potential of AR technology in education, with a recommendation for further research to better understand its full value.

Key words: Augmented Reality, CoSpaces, geography, demonstration method, research.

Thesis deposited in library of Faculty of Science, University of Split

Thesis consists of: 48 pages, 40 figures, 20 references and 1 page attachment. Original language: Croatian

Supervisor: Jelena Nakić, Ph.D. Assistant Professor of Faculty of Science, University of Split

Reviewers: Jelena Nakić, Ph.D. Assistant Professor of Faculty of Science, University of Split

Marko Rosić, Ph.D. Full professor of Faculty of Science, University of Split

Lucija Bročić, Instructor of Faculty of Science, University of Split

Thesis accepted: September, 2024.

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Pregled područja	2
2.1.	Blokovsko programiranje	2
2.2.	Proširena stvarnost (AR)	4
2.3.	Proširena stvarnost u obrazovanju	7
2.3.1.	Proširena stvarnost u poučavanju geografije.....	8
3.	Razvoj aplikacije.....	12
3.1.	Zemljina rotacija i revolucija.....	12
3.2.	Korištene tehnologije	13
3.2.1.	CoSpaces.....	13
3.3.	Realizacija projekta	13
4.	Metodologija istraživanja.....	22
4.1.	Vrsta istraživanja.....	22
4.2.	Predmet i cilj istraživanja	22
4.3.	Metoda demonstracije	23
4.4.	Instrumenti istraživanja	24
4.4.1.	Ulazni upitnik	24
4.4.2.	Test provjere znanja.....	25
4.4.3.	Izlazni upitnik za eksperimentalnu skupinu	35
5.	Rezultati.....	36
5.1.	Sudionici.....	36
5.2.	Rezultati ulaznog upitnika.....	38
5.3.	Rezultati t-testa.....	40
5.4.	Rezultati izlaznog upitnika za eksperimentalnu skupinu.....	44
5.5.	Osvrt.....	47
6.	Zaključak	48
	Literatura	49
	Prilog	51

1. Uvod

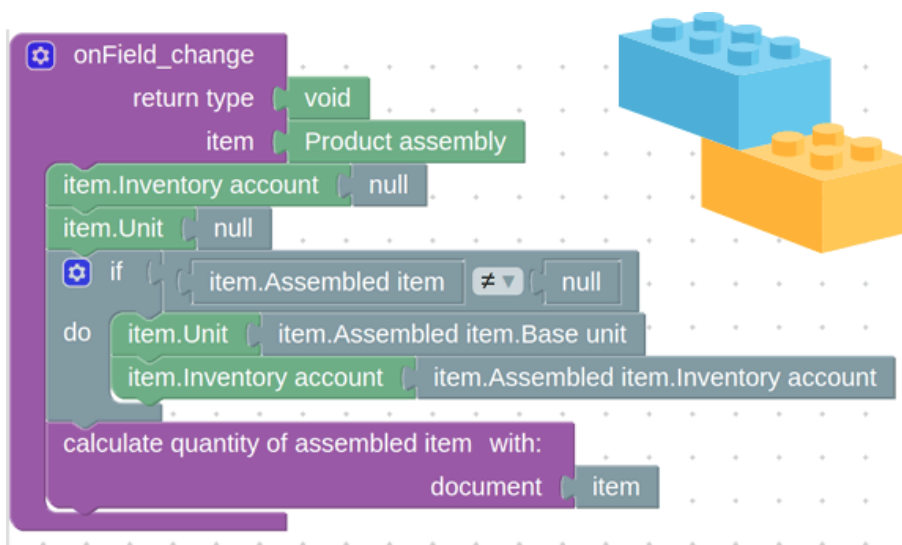
U suvremenom obrazovanju, tehnologija ima sve važniju ulogu u oblikovanju načina na koji učenici usvajaju znanje i nastavnika u prijenosu tog znanja. Razvojem novih tehnologija, osobito u području proširene stvarnosti (*engl. Augmented Reality AR*), otvaraju se mogućnosti za kreiranje interaktivnih obrazovnih iskustava koja omogućuju dublje razumijevanje složenih pojmova i potiču učenike na aktivno sudjelovanje u procesu učenja. Proširena stvarnost predstavlja tehnologiju koja omogućuje kombiniranje stvarnog i virtualnog svijeta, gdje digitalni objekti, slike i podaci obogaćuju fizičko okruženje. Ova tehnologija može značajno doprinijeti obrazovnim procesima jer učenicima omogućuje da vizualiziraju i manipuliraju informacijama na način koji je teško postići tradicionalnim metodama poučavanja. U nastavi geografije, koja se često bavi apstraktnim i složenim pojmovima poput Zemljine rotacije, revolucije, promjena godišnjih doba i drugih astronomskih pojava, proširena stvarnost može pružiti značajnu podršku. Kroz ovu tehnologiju, učenici mogu izravno promatrati simulacije tih pojava, što im pomaže u dubljem razumijevanju i lakšem usvajanju gradiva. Ovaj diplomski rad istražuje mogućnosti primjene proširene stvarnosti u nastavi geografije, s posebnim naglaskom na njen utjecaj na razumijevanje Zemljine rotacije i revolucije.

Cilj ovog rada je usporediti učinkovitost proširene stvarnosti s klasičnim metodama poučavanja kao što je metoda demonstracije. Kroz istraživanje provedenom na uzorku učenika srednjih škola, analizira se koliko proširena stvarnost doprinosi razumijevanju gradiva te kako učenici reagiraju na korištenje ove tehnologije u obrazovnom kontekstu. Također, rad pruža detaljan pregled razvoja specifične AR aplikacije koja simulira kretanje Zemlje u svemiru, omogućujući učenicima interaktivno iskustvo učenja.

2. Pregled područja

2.1. Blokovsko programiranje

Blokovski pristup vizualnom programiranju nipošto nije nova ideja, ali prva implementacija nije imala tehničke mogućnosti da se koristi na ispravan način. Tek je nedavno postao popularan zbog pojave alata nove generacije poput Scratcha, Blocklyja i Snapa. Ovi alati dio su veće skupine poznate kao strukturirani urednici (Gouge et al. 1984). Blokovsko kodiranje je oblik programskog jezika u kojem programer izdaje upute povlačenjem i ispuštanjem blokova (Slika 1). Ovo pomaže u sprječavanju sintaksnih pogrešaka i programeri ne moraju pamtit sintaksu za pisanje koda. Na primjer, u tekstualnom jeziku, propuštanje točke sa zarezom rezultirat će porukom o pogrešci ili spriječiti pokretanje programa. Ove vrste pogrešaka eliminirane su blokovskim kodiranjem. Blokovsko kodiranje je jednako moćno i korisno kao i tekstualni jezik, ali je lakše za korištenje i razumijevanje. Povlačenje i ispuštanje naredbi lakše je nego tipkanje znak po znak na tipkovnici (*Block coding, 2024*).



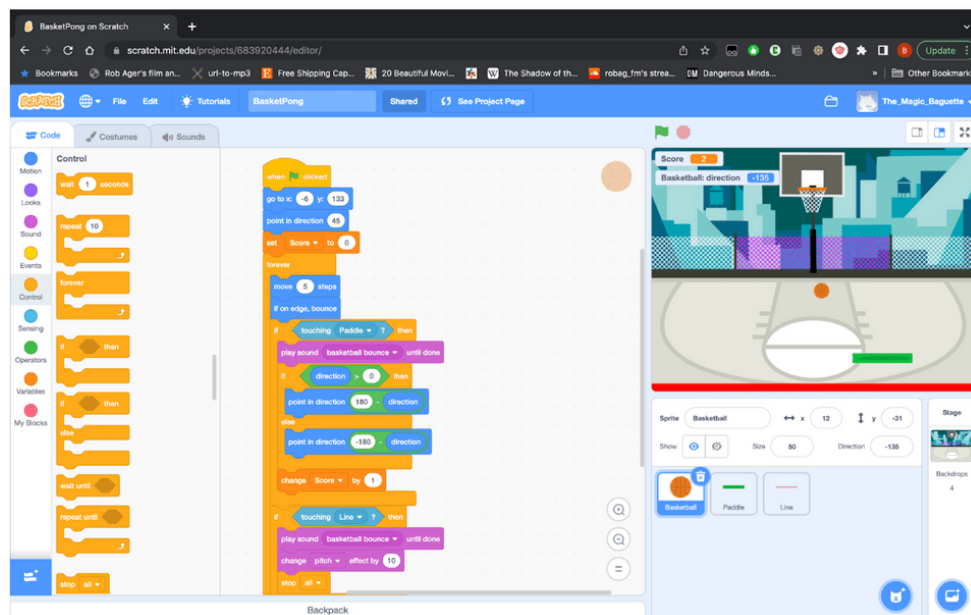
Slika 1 Primjer blokovskog programiranja (*Codejig, 2024*)

- **Grafički blokovi:** Programi se izrađuju povlačenjem i povezivanjem grafičkih blokova koji predstavljaju različite funkcije, petlje, varijable, uvjete i druge programske konstrukcije.

- **Intuitivnost:** Blokovsko programiranje je često intuitivnije za razumijevanje jer su blokovi obično obojeni i oblikovani tako da jasno pokazuju odnose između različitih dijelova koda.
- **Vizualna povratna informacija:** Budući da korisnici mogu vizualno vidjeti kako se blokovi povezuju, lakše je uočiti logičke greške i ispraviti ih.
- **Upotreba u edukaciji:** Blokovsko programiranje se često koristi u školama i edukativnim programima kako bi se djeca i početnici upoznali s osnovama programiranja i računalne logike.
- **Prelazak na tekstualno programiranje:** Nakon što korisnici ovladaju konceptima kroz blokovsko programiranje, često im je lakše prijeći na tekstualno programiranje u jezicima kao što su Python, JavaScript, ili Java.

Popularne platforme:

- **Scratch:** Razvijen od strane MIT-a, Scratch je jedna od najpoznatijih platformi za blokovsko programiranje, posebno dizajnirana za djecu i početnike. Na (Slika 2) možete vidjeti kako izgleda sučelje kod Scratch platforme.



Slika 2 Prikaz sučelja u Scratch-u (*What is block coding?*, 2022)

- **Blockly:** Google-ov projekt koji pruža sličnu funkcionalnost kao Scratch, ali se može integrirati u druge aplikacije i web stranice kao na primjer u CoSpaces Edu. CoSpaces Edu je edukativna platforma koja omogućava učenicima i nastavnicima da

kreiraju interaktivne 3D sadržaje, virtualne stvarnosti (VR) i proširene stvarnosti (AR) koristeći blokovsko programiranje, a koristi Blockly za programiranje.

2.2. Proširena stvarnost (AR)

Proširena stvarnost (engl. *Augmented Reality, AR*) je unaprijeđena verzija stvarnog svijeta koja se ostvaruje upotrebom digitalnih informacija generiranih računalom. Ove informacije mogu uključivati vizualne, zvučne i druge senzorne elemente. AR koristi računalni hardver i softver, poput aplikacija, konzola, ekrana ili projekcija, kako bi integrirao digitalne informacije s fizičkim okruženjem. AR je sve prisutnija među tvrtkama koje rade na rješenjima za virtualnu stvarnost, posebno u području mobilnog računarstva i poslovnih aplikacija. U doba sve većeg prikupljanja i analize podataka, jedan od glavnih ciljeva proširene stvarnosti je istaknuti specifične značajke fizičkog svijeta, poboljšati razumijevanje tih značajki te pružiti korisne i pristupačne uvide koji se mogu primijeniti u stvarnim situacijama. Ovi "veliki podaci" mogu pomoći tvrtkama u donošenju odluka, razumijevanju potrošačkih navika i mnogim drugim aspektima (*Hayes, 2023*) Proširena stvarnost postaje sve važnija tehnologija u različitim područjima, uključujući industriju, medicinu, obrazovanje i urbano planiranje, a njena primjena se širi i zbog konstantnog tehnološkog napretka. AR sustavi omogućuju korisnicima da dožive interaktivno okruženje obogaćeno digitalnim informacijama, poput slika, zvukova ili tekstualnih podataka, što poboljšava percepciju i donošenje odluka. Ova tehnologija koristi se u industrijskim procesima za optimizaciju rada, a u medicini omogućuje vizualizaciju složenih anatomskih struktura tijekom operacija, čime smanjuje rizik i poboljšava preciznost kirurških zahvata (*Wolf, J. i sur 2023*), (*Mendoza-Ramírez, C. E. i sur. 2023*). AR nastavlja rasti kao tehnologija s potencijalom da transformira različite sektore, a budući napredak u području hardverske i softverske podrške omogućit će još širu primjenu. Očekuje se da će buduće inovacije omogućiti daljnju integraciju AR-a u svakodnevne aktivnosti, od edukacije do medicinskih zahvata, stvarajući nove prilike za poboljšanje učinkovitosti i točnosti u širokom spektru profesionalnih domena.

Prednosti proširene stvarnosti:

Proširena stvarnost je interaktivno iskustvo u kojem je stvarno okruženje obogaćeno računalno generiranim vizualnim elementima, zvukovima i drugim podražajima. Može

korisniku pružiti pojačano, više umreživano iskustvo nego što bi inače doživio, što povećava korisnikovo uživanje ili razumijevanje. Iz komercijalne perspektive, proširena stvarnost može povećati prepoznatljivost brenda i potaknuti prodaju. Jedna od glavnih prednosti AR-a je njegova sposobnost da poboljša korisničko iskustvo kroz intuitivnu interakciju i stvaranje novih dimenzija u stvarnom svijetu. U medicinskom području, AR sustavi su se pokazali posebno korisnima u kirurškoj navigaciji, gdje kirurzi mogu pratiti tijek operacije bez potrebe da odvrćaju pogled na vanjske monitore, što im omogućava veću koncentraciju i preciznost. Istraživanja pokazuju da AR može smanjiti kognitivno opterećenje kirurga, kao i smanjiti razliku u performansama između iskusnih i manje iskusnih liječnika, čime tehnologija postaje vrijedna za obuku i edukaciju (*Wolf, J. i sur 2023*). Još jedna od prednosti AR-a u obrazovanju je njegova pristupačnost kroz mobilne uređaje, poput pametnih telefona i tableta, što omogućuje širu upotrebu ove tehnologije među učenicima. S obzirom na to da većina učenika danas posjeduje mobilne uređaje, AR aplikacije postaju dostupnije i ne zahtijevaju skupu opremu, što omogućava jednostavnu integraciju u obrazovni proces. Istraživanja pokazuju da studenti bolje pamte lekcije temeljene na AR tehnologiji nego one temeljene na tradicionalnim metodama, jer AR pruža interaktivno iskustvo koje potiče dugotrajno učenje (*Kamińska, D. i sur., 2023*). Međutim, unatoč brojnim prednostima, AR tehnologija suočava se s izazovima poput složenosti implementacije, visokih troškova razvoja i potrebne tehničke infrastrukture. Mnogi sustavi zahtijevaju napredne kamere, senzore i softverske alate kako bi omogućili preciznu interakciju s okolinom. Ograničenja poput osjetljivosti na uvjete osvjetljenja, zahtjevne računalne obrade i precizne kalibracije također su ključne prepreke koje treba prevladati kako bi se osiguralo pouzdano iskustvo korisnika (*Mendoza-Ramírez, C. E. i sur. 2023*).

Primjeri proširene stvarnosti:

Neki rani korisnici u maloprodajnom sektoru razvili su AR tehnologije dizajnirane za poboljšanje iskustva kupovine. Proširena stvarnost je integrirana u aplikacije kataloga trgovina, što omogućuje potrošačima da vizualiziraju kako bi različiti proizvodi izgledali u različitim okruženjima. Na primjer, prilikom kupnje namještaja, kupci usmjere kameru prema odgovarajućoj prostoriji, i proizvod će se pojaviti u prednjem planu (Slika 3). Prednosti proširene stvarnosti mogu se proširiti i na zdravstveni sektor, gdje može igrati mnogo veću ulogu. AR aplikacije omogućuju korisnicima da vide visoko detaljne, 3D slike različitih tjelesnih sustava kada moderiraju mobilnim uređajem preko ciljne slike. Ova uporaba AR-a postala je moćno sredstvo za učenje i obuku medicinskih stručnjaka. AR

također ima značajan potencijal u obrazovanju, gdje omogućava učenicima i studentima bolju vizualizaciju složenih koncepata te ih motivira da aktivno sudjeluju u nastavi. Kroz interaktivne aplikacije učenici mogu istraživati molekularne strukture, povijesne događaje ili geografske pojave, čime se obrazovni proces postaje pristupačniji i zabavniji (*Mendoza-Ramírez, C. E. i sur. 2023*). U urbanom planiranju, AR pruža graditeljima i planerima mogućnost prikazivanja novih građevina u stvarnom okruženju prije nego što započne gradnja. Ova funkcionalnost pomaže u boljem razumijevanju kako će se nove zgrade uklopiti u postojeći okoliš, omogućujući planerima i urbanistima da naprave informiranije odluke te da preciznije predviđaju potencijalne izazove. Primjena AR-a u urbanom planiranju može olakšati komunikaciju između različitih interesnih skupina, uključujući arhitekta, gradske vlasti i javnost, čime se ubrzava proces donošenja odluka i smanjuje broj grešaka (*Mendoza-Ramírez, C. E. i sur. 2023*).



Slika 3 Primjer primjene proširene stvarnosti (AR) (*cafe24, 2020*)

2.3. Proširena stvarnost u obrazovanju

Proširena stvarnost (AR) u informatičkom obrazovanju donosi spoznajne promjene u načinu na koji učenici uče programiranje, algoritamsko razmišljanje i druge informatičke koncepte. Ključna prednost AR-a u obrazovanju je njegova sposobnost da učini apstraktne koncepte opipljivima kroz interaktivne, vizualne prikaze. U informatici, AR aplikacije omogućavaju studentima da vide algoritme u akciji ili manipuliraju virtualnim objektima koji prikazuju kompleksne podatkovne strukture, poput stabala ili grafova, u trodimenzionalnom prostoru (*Pallikonda S. i sur 2020*). Time se smanjuje kognitivno opterećenje jer se koncepti ne uče samo kroz teoriju već i kroz praksu u realnom vremenu. Posebno učenje programiranja može biti izazovno zbog apstraktnosti samih algoritama i potrebe za vizualizacijom tokova podataka. Uz pomoć AR-a, studenti mogu iz prve ruke doživjeti kako se algoritmi poput sortiranja ili pretraživanja odvijaju na virtualnim objektima prikazanim kroz njihove uređaje.

Ova vrsta vizualne interakcije pomaže studentima da razviju dublje razumijevanje kako algoritmi funkcioniraju i kako se podatkovne strukture koriste u različitim situacijama. Na primjer, učenici mogu promatrati algoritme sortiranja u stvarnom vremenu kako preuređuju nizove podataka, ili mogu vizualno istraživati putanje kroz grafove, što znatno olakšava shvaćanje kako algoritmi pretraživanja djeluju u složenim sustavima. Ovaj pristup omogućuje učenicima da vide učinke svake linije koda na način koji tradicionalni tekstualni formati ne mogu pružiti.

Prema istraživanju, "AR ne samo da poboljšava razumijevanje tehničkih pojmova, već i povećava motivaciju učenika zahvaljujući interaktivnoj prirodi učenja" (*Pallikonda S. i sur 2020*) (*Avila-Garzon, C. i sur 2021*). Tehnologija proširene stvarnosti se u informatici koristi i za razvoj aplikacija kroz popularne alate kao što su Unity i Vuforia, koji omogućavaju studentima da stvaraju vlastite AR aplikacije i projekte. Time se kombinira praktično znanje iz programiranja s primjenom u realnim zadacima. Ovaj pristup omogućuje učenje kroz izgradnju aplikacija koje se ne temelje samo na tekstualnim uputama, već i na vizualnom iskustvu programiranja i implementacije AR tehnologija u stvarnom svijetu (*Pallikonda S. i sur 2020*). Takav pristup također potiče suradnju i komunikaciju među studentima. Primjerice, rad na razvoju AR aplikacija često zahtijeva timski rad i razmjenu ideja, čime se razvijaju i tzv. meke vještine (*engl. soft skills*), važne u informatičkoj industriji.

Suradničko učenje postaje važan aspekt obrazovnih procesa koji koriste AR tehnologiju. Kada učenici zajedno rade na razvoju AR projekata, ne samo da jačaju tehničke vještine,

nego i uče kako zajednički rješavati probleme i komunicirati ideje na način koji je nužan u suvremenim radnim okruženjima. Ove aktivnosti simuliraju realne scenarije rada u tehnološkoj industriji, gdje su zajednički rad i interdisciplinarna suradnja ključni faktori uspjeha. Mnogi AR alati omogućavaju studentima da surađuju na daljinu, što dodatno proširuje mogućnosti za globalnu kolaboraciju i razmjenu znanja.

2.3.1. Proširena stvarnost u poučavanju geografije

Kroz proširenu stvarnost, stvarni i virtualni svjetovi se spajaju, omogućujući učenicima da manipuliraju sadržajem, što poboljšava njihovo razumijevanje i produžuje zadržavanje informacija. U našem kontekstu nastave geografije, apstraktni pojmovi kao što su kontinenti mogu se proširiti pomoću multimedijalnih i trodimenzionalnih objekata, čineći učenje fascinantnim iskustvom (*Rellia, 2022*) (Slika 4). U kontekstu nastave geografije, apstraktni pojmovi iz tiskanih geografskih udžbenika mogu se obogatiti multimedijским i trodimenzionalnim objektima, čime se značajno poboljšava iskustvo učenja i omogućuje dublje razumijevanje sadržaja. Stvarni svijet doslovno se dovodi u učionicu, dok se moguće poteškoće vezane uz tradicionalnu nastavu geografije uklanjaju. Proces učenja postaje zanimljivije iskustvo, a zadržavanje informacija se produžuje.



Slika 4 Učenici koriste AR za prikaz Australije (*Rellia, 2022*)

Također, za prikaz rotacije i revolucije Zemlje koristi se i Solar System Scope, to je interaktivna aplikacija koja omogućava korisnicima da istražuju Sunčev sustav kroz

realistično simulirane modele nebeskih tijela. Zbog njegove sposobnosti da realno simulira kretanja nebeskih tijela, omogućujući korisnicima praćenje planetarnih rotacija i revolucija na temelju zadane vremenske i prostorne postavke. Aplikacija se često koristi u obrazovanju kako bi olakšala razumijevanje složenih koncepata o svemiru (Slika 5). Ona pruža interaktivne značajke koje omogućuju učenicima da istražuju strukture i kretanje nebeskih tijela, čineći teorijske pojmove o Sunčevom sustavu dostupnijima i vizualno privlačnijima. Primjerice, rezultati istraživanja su pokazali da korištenje Solar System Scope aplikacije značajno poboljšava sudjelovanje učenika u učenju o Sunčevom sustavu, što se može pripisati interaktivnim alatima i simulacijama koje aplikacija nudi. Aplikacija se pokazala korisnom u obrazovnom okruženju jer omogućuje realističan prikaz Sunčevog sustava, čime se povećava motivacija učenika i olakšava usvajanje gradiva (Putri D. A. i sur., 2023).



Slika 5 Prikaz Sunčevog sustava u Solar System Scope (Putri D. A. i sur., 2023)

Kako je AR tehnologija sve dostupnija zahvaljujući pametnim telefonima i tabletima, očekuje se da će njena primjena u informatičkom obrazovanju nastaviti rasti, otvarajući nove mogućnosti za integraciju obrazovnih sadržaja u interaktivne, digitalne svjetove. Osim toga, AR se koristi za razvoj specifičnih aplikacija u edukaciji koje omogućuju suradničko učenje i timski rad, jer mnogi projekti zahtijevaju zajedničko rješavanje problema i razmjenu ideja (Slika 6). To povećava angažman i motivaciju učenika, posebno jer AR olakšava interakciju sa složenim sustavima na intuitivniji način (Kamińska, D. i sur. 2023). Osim učenja programiranja, AR omogućuje praktičnu primjenu informatičkih znanja u različitim

područjima, od dizajniranja mrežnih topologija do razumijevanja arhitektura računalnih sustava.



Slika 6 Korištenja AR za učenje ljudskih organa (*India Today, 2024*)

Jedan od izazova AR tehnologija u obrazovanju je pristupačnost i tehnička složenost korištenja ovih sustava. Iako troškovi postaju pristupačniji, potrebna je tehnološka infrastruktura i osnovno znanje o razvojnim alatima kako bi se AR u potpunosti integrirao u nastavni plan. Unatoč tehničkim izazovima, prilagodba nastavnog osoblja ovoj tehnologiji također igra ključnu ulogu. Potrebno je pružiti adekvatnu podršku profesorima i nastavnicima kroz edukacije i osposobljavanje, kako bi mogli maksimalno iskoristiti potencijal AR tehnologije u učionici. Uz pravilnu integraciju, AR može značajno unaprijediti tradicionalne metode poučavanja, omogućujući učenicima dinamičnije i interaktivnije iskustvo učenja.

Međutim, istraživanja pokazuju da, unatoč početnim preprekama, AR tehnologije imaju pozitivan učinak na dugoročno pamćenje i razumijevanje složenih koncepata, čineći ih ključnim alatom u modernom obrazovanju. Dokazi sugeriraju da AR može potaknuti dublju kognitivnu angažiranost učenika, što rezultira boljim razumijevanjem i primjenom naučenih koncepata u stvarnim situacijama. Očekuje se da će AR nastaviti oblikovati budućnost

obrazovanja, otvarajući nove dimenzije učenja u područjima koja zahtijevaju apstraktno mišljenje i tehničke vještine.

3. Razvoj aplikacije

Za izradu aplikacije korišten je CoSpaces, inovativna platforma koja omogućava stvaranje interaktivnih 3D sadržaja bez potrebe za naprednim programerskim vještinama. CoSpaces omogućava korisnicima izradu virtualnih simulacija, edukativnih igara i mnogih drugih sadržaja koristeći jednostavno sučelje i alat za vizualno programiranje. U aplikaciji je izrađena simulacija okretanja Zemlje oko Sunca i oko svoje osi, prikazujući izmjenu godišnjih doba. Kako bi simulacija bila što vjernija stvarnosti, korištena je relevantna literatura iz geografije, a cijeli proces izrade nadgledala je profesorica geografije, osiguravajući točnost i ispravnost prikaza. Ovaj projekt predstavlja odličan spoj tehnologije i edukacije, pružajući korisnicima interaktivno iskustvo učenja o kretanju Zemlje i prirodnim fenomenima koji iz toga proizlaze.

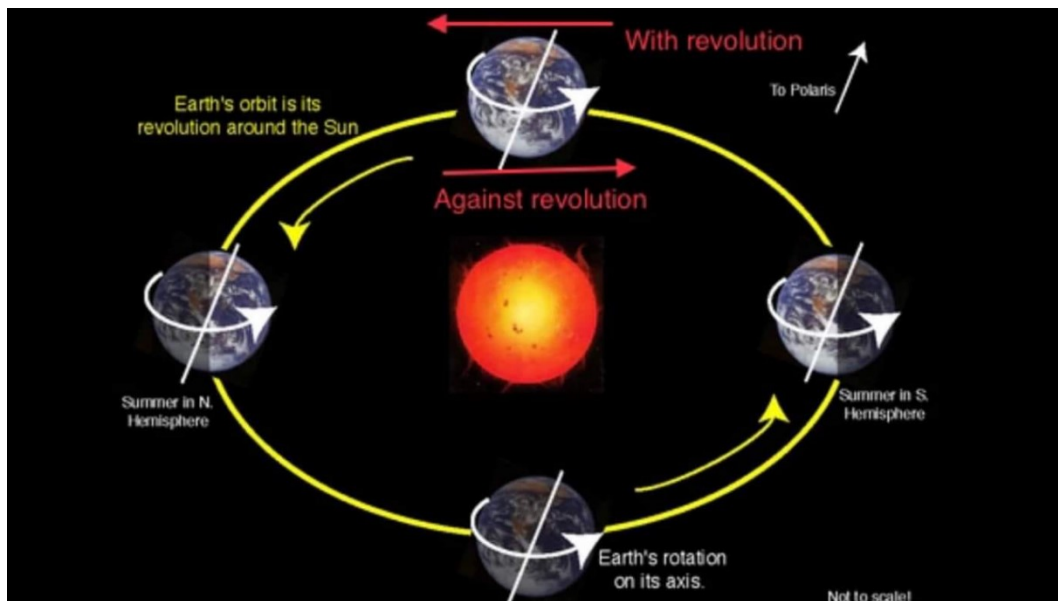
3.1. Zemljina rotacija i revolucija

Rotacija Zemlje

Rotacija Zemlje je proces okretanja našeg planeta oko zamišljene osi koja prolazi kroz sjeverni i južni pol. Ovo okretanje traje 24 sata i stvara ono što nazivamo sunčevim danom. Zemlja rotira od zapada prema istoku, pri čemu brzina rotacije iznosi 1674 km/h na ekvatoru, dok se ta brzina smanjuje prema polovima. Posljedice rotacije uključuju spljoštenost Zemlje na polovima. (*Kveez.com, 2024*).

Revolucija Zemlje

Revolucija Zemlje odnosi se na njeno kretanje oko Sunca, koje traje 365 dana, 5 sati, 48 minuta i 46 sekundi, čineći tropsku godinu. Zemljina putanja oko Sunca je eliptična i naziva se ekliptika. Prosječna udaljenost Zemlje od Sunca je 149,6 milijuna kilometara, pri čemu je Zemlja najbliža Suncu 3. prosinca na udaljenosti od 147,5 milijuna kilometara, a najudaljenija 4. srpnja na 152,5 milijuna kilometara. Posljedice revolucije Zemlje uključuju smjenu godišnjih doba, promjene duljine dana te formiranje različitih toplinskih pojaseva (*IlijanaGea., 2017*). (Slika 7).



Slika 7 Gibanje Zemlje oko Sunca i oko vlastite osi (n.a. 2023)

3.2. Korištene tehnologije

3.2.1. CoSpaces

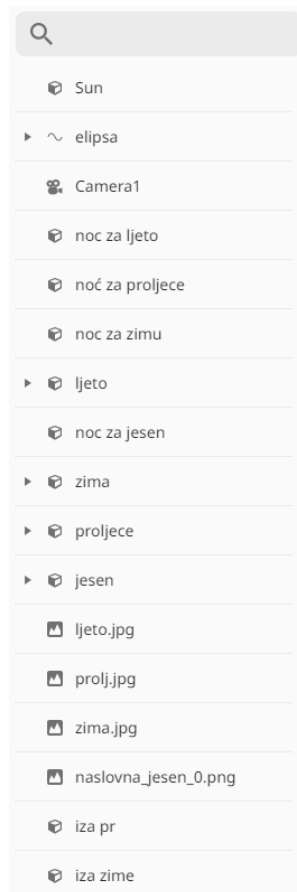
CoSpaces Edu je inovativna platforma koja je prilagodljiva za sve uzraste i predmete, omogućavajući učenicima izradu vlastitih 3D kreacija. Pomoću CoSpaces Edu, učenici mogu animirati svoje kreacije pomoću koda i istraživati ih na zanimljive načine, uključujući virtualnu i proširenu stvarnost. Platforma koristi blokovsko programiranje, uključujući alat Blockly, čime olakšava učenicima početak učenja kodiranja bez potrebe za prethodnim programerskim iskustvom. Rad s CoSpaces Edu razvija digitalnu pismenost i vještine učenja 21. stoljeća, kao što su suradnja i kodiranje. Ove vještine pripremaju djecu za budućnost, osnažujući ih da postanu kreatori. CoSpaces Edu nije samo alat za učenje, već i platforma koja potiče kreativnost i inovativnost kod učenika, čineći učenje interaktivnim i zabavnim.

3.3. Realizacija projekta

Kao projekt izrađen je 3D prikaz u CoSpaces Edu platformi koji demonstrira rotaciju Zemlje oko vlastite osi i revoluciju Zemlje oko Sunca. Cilj projekta bio je ilustrirati kako se mijenjaju godišnja doba ovisno o položaju Zemlje, kao i kako se izmjenjuju dan i noć s obzirom na to koja je strana Zemlje obasjana Suncem. Kroz ovaj projekt, učenici su imali

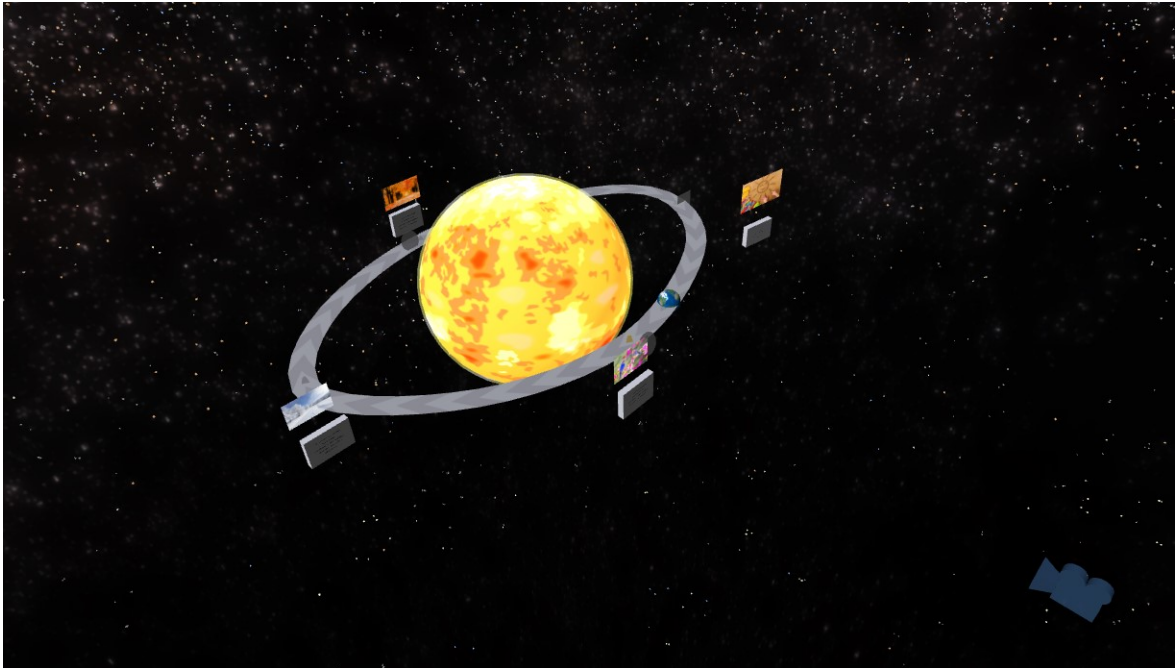
prilikom naučiti o proljetnoj i jesenskoj ravnodnevnicima, te ljetnom i zimskom suncostaju, uključujući i datume kada svaki od njih započinje. Korištenjem blokovskog programiranja, uključujući alat Blockly, učenici su mogli sami animirati ove pojave, čime su stekli osnovna znanja iz kodiranja. Ovaj projekt nije samo teorijski prikaz, već omogućava učenicima da stvarno dožive kruženje Zemlje. Umjesto da samo vide slike ili pročitaju o tome, učenici su mogli ući u prostor simulacije i na interaktivan način doživjeti procese koji oblikuju naše razumijevanje vremena i prostora. Na ovaj način, CoSpaces Edu uspješno spaja tehnologiju i edukaciju, omogućujući učenicima stjecanje praktičnih znanja i vještina dok istražuju složene prirodne fenomene kroz virtualnu stvarnost.

Na početku su dodana sva tijela i slike koji su postavljeni u svemir i koji su služili za realizaciju prikaza Zemljine rotacije i revolucije. (Slika 8).



Slika 8 Prikaz likova korištenih u projektu

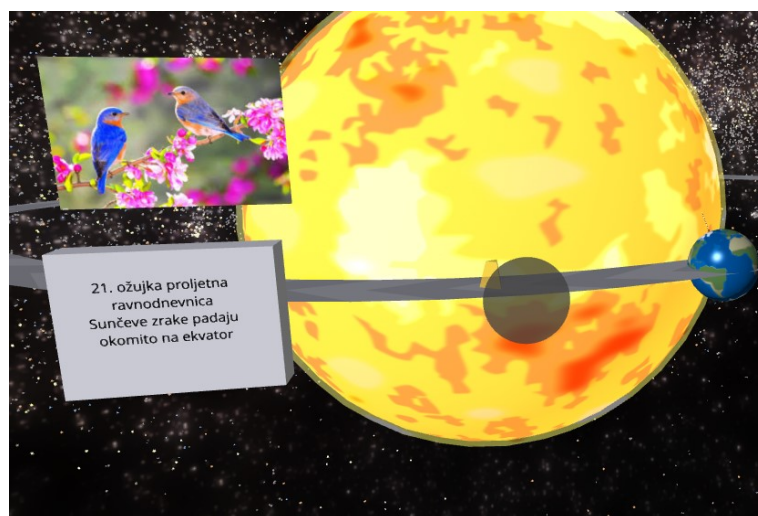
Nakon toga je dodano Sunce u središte, a oko Sunca je postavljena elipsa oko koje Zemlja kruži (Slika 9).



Slika 9 Vrtanja Zemlje oko Sunca po elipsi

Zatim su dodana četiri godišnja doba koja su prikazana kao slike koje predstavljaju nešto značajno za svako godišnje doba, a ispod slika je dodan tekst koji prikazuje kako se naziva dan kada dođe do promjene određenog godišnjeg doba, koji datum spada i što se tada zapravo događa sa Suncem i Zemljom.

Proljetna ravnodnevica je svake godine 21. ožujka, tada je prvi dan proljeća (Slika 10).



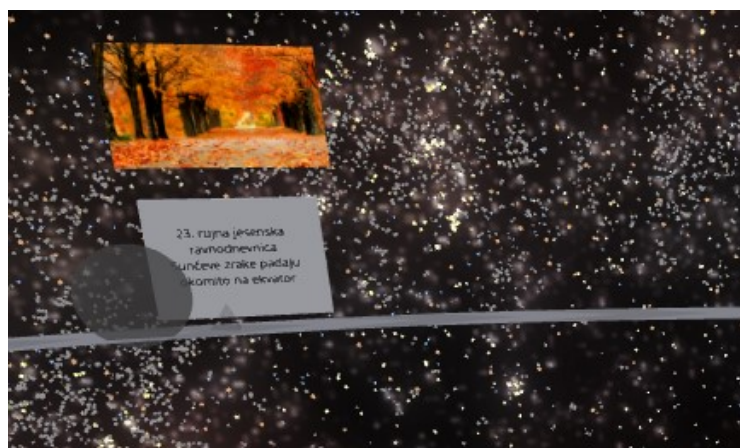
Slika 10 Prikaz proljetne ravnodnevnicе

Ljetni suncostaj svake godine započinje 21. lipnja i to je prvi dan ljeta. (Slika 11).



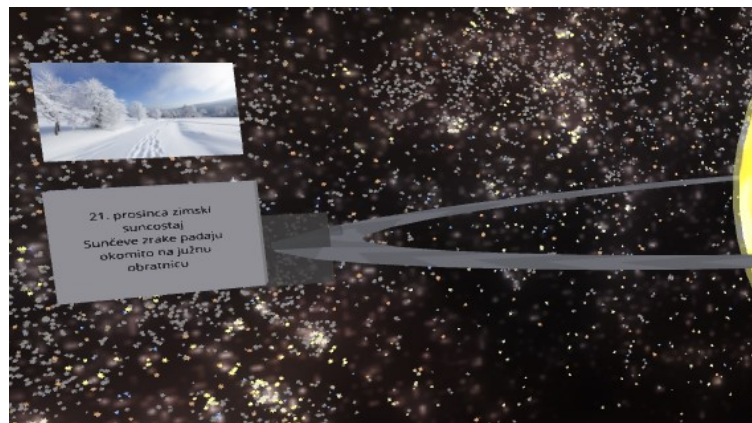
Slika 11 Prikaz ljetnog suncostaja

Jesenska ravnodnevnic se događa 23. rujna i to je prvi dan jeseni (Slika 12).



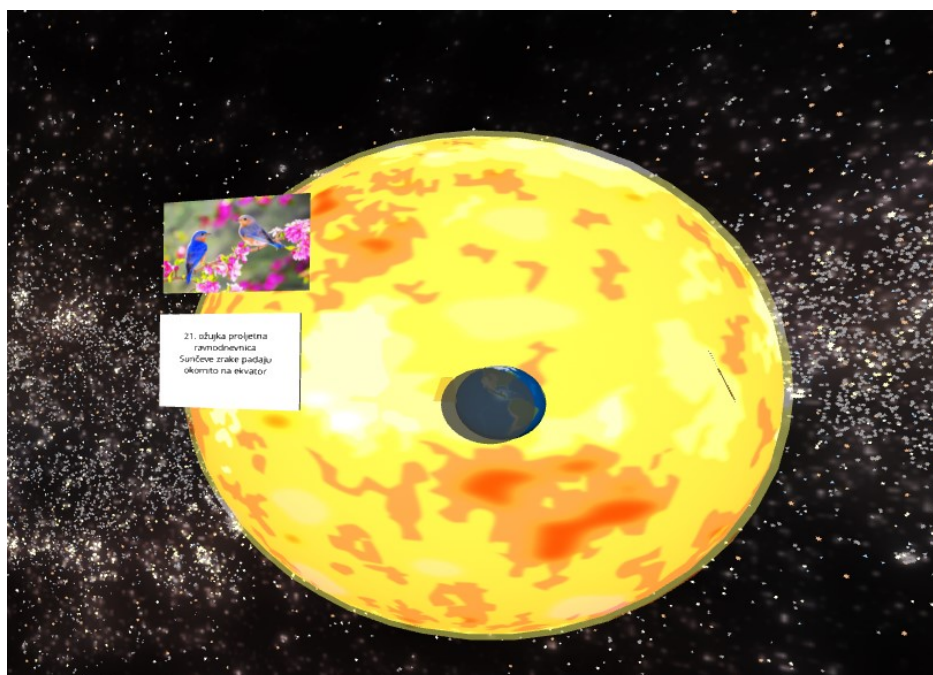
Slika 12 Prikaz jesenske ravnodnevnic

Zimski suncostaj je svake godine 21. prosinca i to je prvi dan zime (Slika 13).



Slika 13 Prikaz zimskog suncostaja

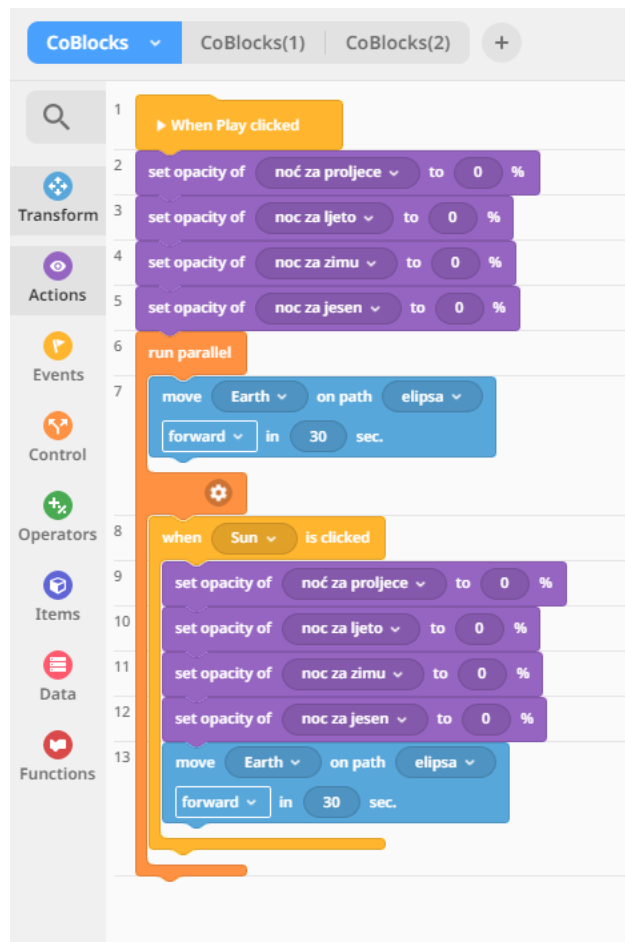
Nakon toga je trebalo prikazati i izmjenu dana i noći, odnosno Zemljinu revoluciju. Dodana je sjena koja zatamnjuje dio Zemlje okrenut od Sunca što predstavlja noć na tom dijelu Zemljine polutke (Slika 14).



Slika 14 Prikaz izmjene dana i noći

Na kraju je trebalo osposobiti sve likove korištene u projektu da rade što im je zadano, odnosno trebalo je sve isprogramirati sve korištenjem blokovskog programiranja.

Na Slici 15 prikazan je glavni dio programa. Kada se klikne botun za početak (engl. Play) sve sjene nestanu, a Zemlja se okreće naprijed po elipsi 30 sekundi. Također je u glavnom programu postavljeno da svaki put kada se klikne Sunce, sjene ponovno nestaju, a Zemlja nastavlja vrtnju oko Sunca. To je postavljeno zbog toga što se Zemlja zaustavlja četiri puta pri svojoj vrtnji oko Sunca i na svakom zaustavljanju je zatamnjen drugi dio Zemlje pa je potrebno da nekako nastavi vrtnju.

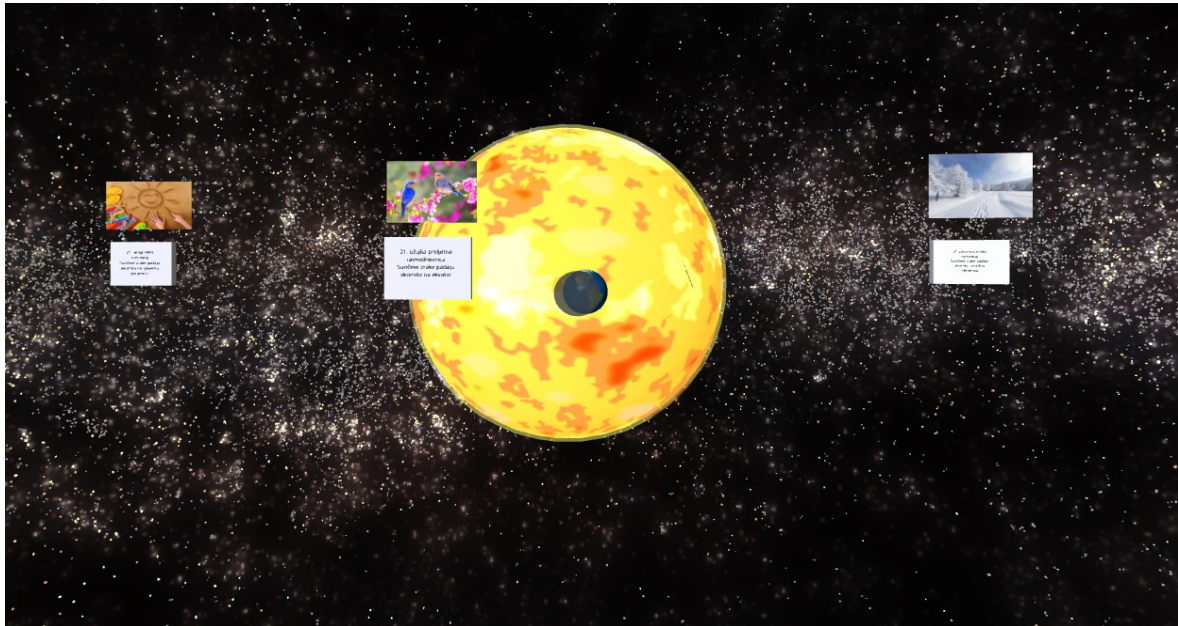


Slika 15 Prikaz glavnog dijela programa

Nakon toga je napravljen dio programa gdje je jednostavno postavljena vrtnja Zemlje oko vlastite osi u 5 sekundi.

Na kraju je izrađen kod koji zaustavlja Zemlju kod slika sva četiri godišnja doba, pri tom zaustavljanju zatamni se dio Zemlje koji je okrenut od Sunca što predstavlja noć na tom dijelu Zemlje. U ovom dijelu je bilo potrebno postaviti sljedeće zaustavljanje Zemlje kod idućeg godišnjeg doba kao izlaz iz prethodne petlje.

Konačan prikaz Zemljine rotacije i revolucije u svemiru s izmjenom godišnjih doba i izmjenom dana i noći. Ovakav gotov projekt se nakon ovoga može koristiti za prikaz proširene stvarnosti (Slika 16).



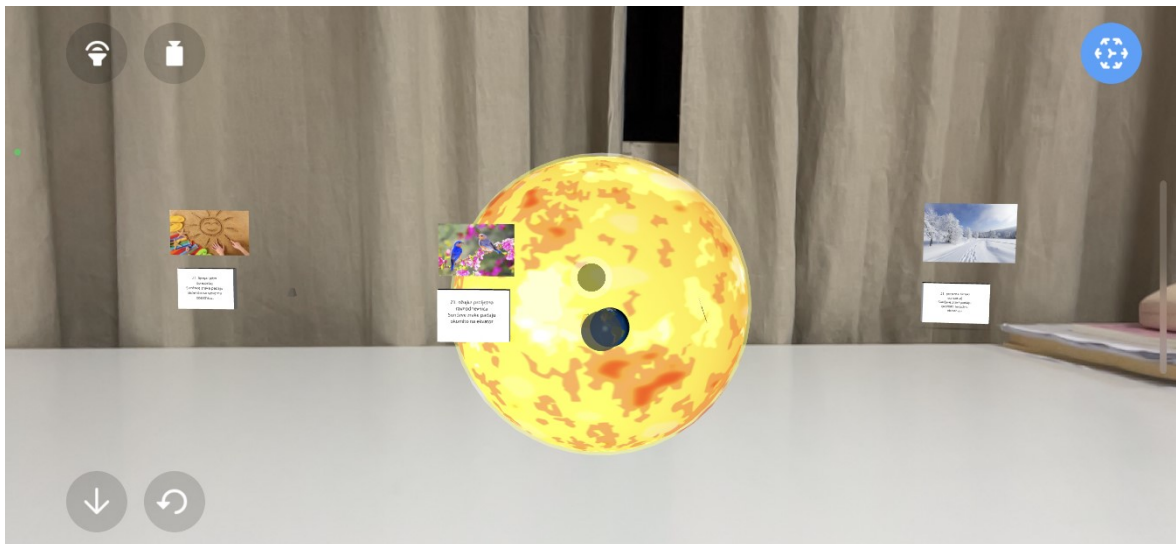
Slika 16 Prikaz Zemljine rotacije i revolucije u svemiru

Nakon što je projekt napravljen učenici su pokrenuli prikaz proširene stvarnosti pritiskom na botun „Start“. Prikaz korištenjem mobilnog uređaja vidimo na slici 17.

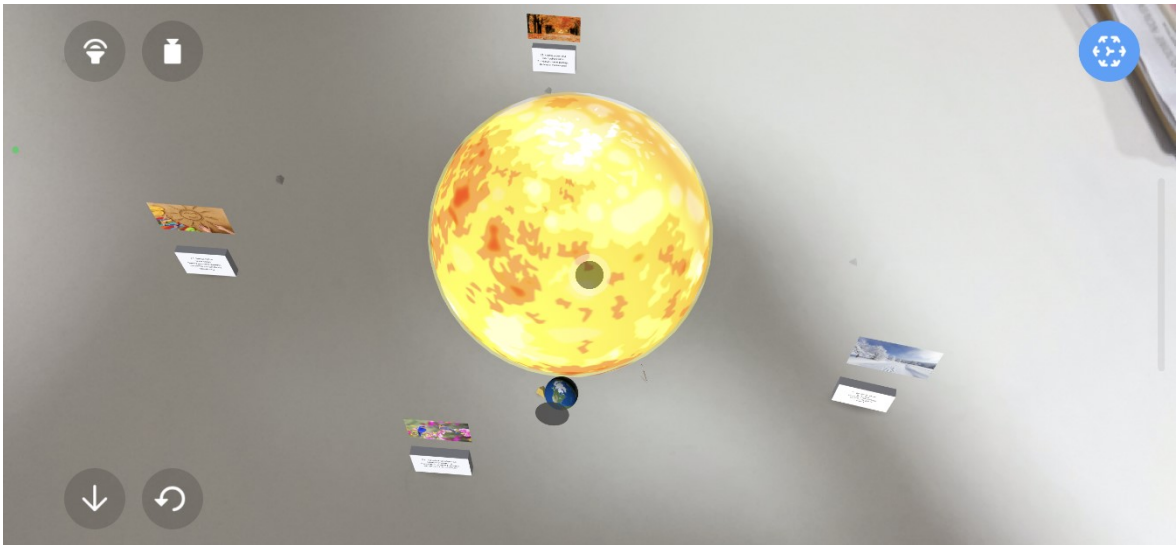


Slika 17 Prikaz Zemljine rotacije i revolucije u proširenoj stvarnosti korištenjem mobilnog uređaja

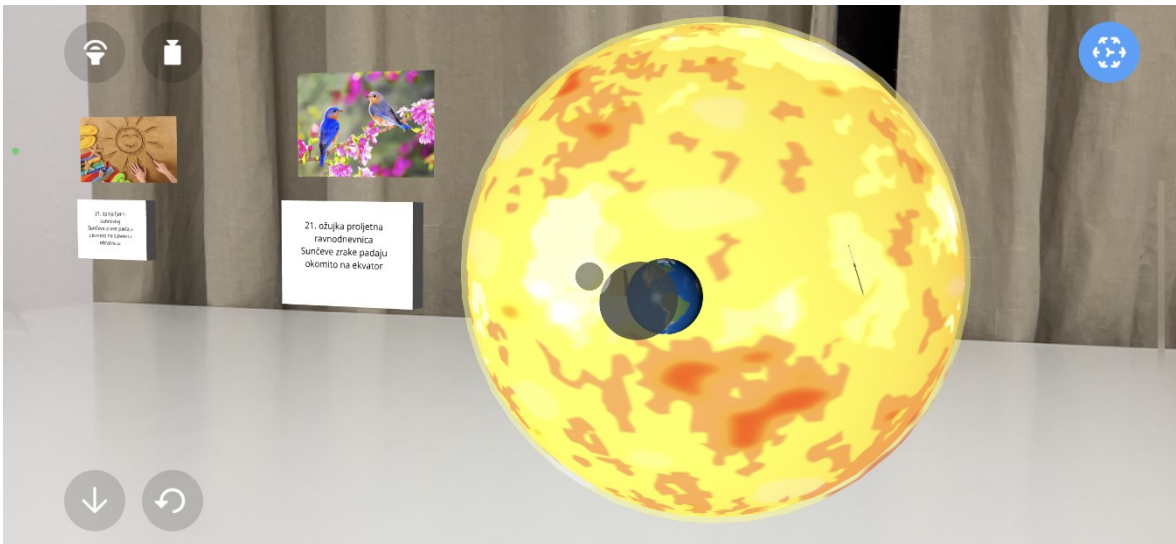
Na slikama 18, 19 i 20 možemo vidjeti kako izgleda prikaz Zemljine rotacije i revolucije u stvarnom prostoru.



Slika 18 Snimka zaslona Zemljine rotacije i revolucije s prednje strane



Slika 19 Snimka zaslona Zemljine rotacije i revolucije gledano odozgo



Slika 20 Snimka zaslona Zemljine rotacije i revolucije iz blizine

4. Metodologija istraživanja

Istraživanje u obrazovanju odnosi se na sustavno i znanstveno istraživanje različitih aspekata obrazovnog procesa s ciljem unapređenja obrazovne prakse i rješavanja specifičnih obrazovnih problema. Obrazovno istraživanje može obuhvatiti širok spektar tema, uključujući učenje učenika, učinkovitost nastavnih metoda, profesionalni razvoj nastavnika, te društvene i kulturne utjecaje na obrazovanje. Ono se temelji na primjeni znanstvenih metoda, uključujući prikupljanje i analizu podataka, kako bi se osigurali objektivni, validni i pouzdani rezultati koji mogu poslužiti za donošenje obrazovnih odluka i politike. Prema istraživačima, obrazovno istraživanje ne samo da otkriva nova znanja, već i doprinosi razumijevanju, objašnjavanju, predviđanju i kontroli obrazovnih procesa i ponašanja. Karakterizira ga visoka svrhovitost i sustavni pristup, a rezultati se često organiziraju kvantitativno i kvalitativno kako bi se donijele zaključne statističke interferencije i stvorilo novo znanje. Osim toga, obrazovno istraživanje ima interdisciplinarni karakter, često povezujući znanja iz psihologije, sociologije, antropologije i filozofije kako bi se na sveobuhvatan način pristupilo obrazovnim problemima (Sushma, 2013).

4.1. Vrsta istraživanja

Ovo istraživanje koristi dizajn randomiziranog kontroliranog pokusa (*engl. Randomized Controlled Trial, RCT*), što predstavlja zlatni standard u eksperimentalnim istraživanjima. Učenici su nasumično podijeljeni u dvije grupe: eksperimentalnu skupinu, koja je učila pomoću proširene stvarnosti, i kontrolnu skupinu, koja je koristila klasičnu metodu demonstracije. Randomizacija (nasumična podjela) je primijenjena kako bi se neutralizirale početne razlike među sudionicima, čime se povećava interna valjanost istraživanja. Istraživanje je provedeno u dvije osnovne škole kako bi se osigurala veća primjenjivost rezultata na širu populaciju. Istraživanje je provedeno u skladu s Etičkim kodeksom Sveučilišta u Splitu, uz odobrenje Etičkog povjerenstva PMF-a u Splitu (*u Prilogu rada*).

4.2. Predmet i cilj istraživanja

Predmet istraživanja: Ovo istraživanje usmjereno je na evaluaciju dviju različitih metoda poučavanja u kontekstu razumijevanja Zemljine rotacije i revolucije među učenicima srednje

škole. Predmet istraživanja su učinci klasične metode demonstracije i metode proširene stvarnosti na postignuća učenika. **Cilj istraživanja** je utvrditi koja metoda poučavanja, klasična metoda demonstracije ili metoda proširene stvarnosti, rezultira boljim razumijevanjem koncepta Zemljine rotacije i revolucije kod učenika srednje škole. Također, cilj je ispitati razinu zadovoljstva učenika koji su sudjelovali u poučavanju uz pomoć proširene stvarnosti, u usporedbi s onima koji su pratili klasičnu metodu poučavanja.

Istraživačka pitanja koja se postavljaju u ovom istraživanju obuhvaćaju različite aspekte: utječu li različite metode održavanja nastave na znanje učenika, kako učenici gledaju na korištenje novih metoda kao što je proširena stvarnost i koliko su zapravo upoznati s tim pojmom.

Kako bi saznali ove informacije postavljena su sljedeća istraživačka pitanja:

1. Donosi li upotreba proširene stvarnosti (AR) u poučavanju rotacije i revolucije Zemlje bolje rezultate u razumijevanju gradiva kod učenika u usporedbi s klasičnom metodom demonstracije?

Dodatni istraživački ciljevi:

1. Ispitivanje mišljenja učenika o upotrebi proširene stvarnosti u obrazovanju.
2. Ispitivanje razine zadovoljstva učenika koji su koristili proširenu stvarnost.

4.3. Metoda demonstracije

Metoda demonstracije u nastavi koristi se kako bi se učenicima omogućilo vizualno i praktično razumijevanje složenih koncepata. Ova metoda uključuje korištenje fizičkih objekata, modela ili pokusa kako bi se konkretno prikazali apstraktni procesi i pojave. Demonstracija je posebno korisna kod tema koje zahtijevaju prostornu i vizualnu orijentaciju, kao što su pojmovi iz prirodnih znanosti, jer omogućuje učenicima da jasno vide kako određeni procesi funkcioniraju u stvarnom vremenu. Ova metoda često se kombinira s usmenim objašnjavanjem i diskusijom kako bi se osiguralo da učenici u potpunosti razumiju prikazani sadržaj.

Prikaz Zemljine rotacije i revolucije metodom demonstracije izveden je korištenjem globusa koji je simbolizirao Zemlju i stolne lampe koja je predstavljala Sunce. Demonstracija je provedena tako da je lampa bila pozicionirana u središtu, dok je globus, odnosno Zemlja,

kružila oko lampe, simulirajući njenu revoluciju oko Sunca, istovremeno rotirajući oko svoje osi. Tijekom demonstracije, uz verbalno pojašnjenje, objašnjeno je što se u tom trenutku odvija, u kojem se položaju Zemlja nalazi u odnosu na Sunce, te kako ti odnosi utječu na Zemljinu rotaciju i revoluciju. Posebna pozornost posvećena je objašnjavanju kako ove pojave dovode do izmjene godišnjih doba i smjene dana i noći.

4.4. Instrumenti istraživanja

4.4.1. Ulazni upitnik

Istraživanje je provedeno u lipnju 2024. godine na uzorku učenika drugog i trećeg razreda srednjih škola. U istraživanju su sudjelovale dvije škole i to gimnazija Dinka Šimunovića u Sinju i Prirodoslovno-matematička gimnazija u Splitu. Ispunjavanje ankete je bilo anonimno i dobrovoljno. Za popunjavanje ankete sudionici su trebali dati svoj pristanak čime se jamči dobrovoljnost. Istraživanje je provedeno pomoću online upitnika koji je kreiran putem alata Google obrasci.

Ova anketa koristi se za prikupljanje početnih mišljenja učenika o proširenoj stvarnosti i njihovim očekivanjima u vezi s lekcijama o Zemljinoj rotaciji i revoluciji. Anketa uključuje pitanja usmjerena na prethodno znanje i stavove prema korištenju tehnologije u obrazovanju, također je na početku sadržavala neka osobna pitanja poput spola, škole i razreda. Anketu su učenici rješavali u svom razredu u prirodnom okruženju (naturalistička paradigma) tako da su skenirali QR kod koji je prikazan preko projektor. Za anketu je bilo potrebno oko 5 minuta, a sastojala se od 13 pitanja:

1. Pristajem na sudjelovanje u anketi
2. Razred:
3. Škola
4. Spol:
5. Jeste li ikada čuli za pojam "proširena stvarnost" (AR)?
 - a) Da
 - b) Ne
6. Koliko dobro razumijete što je proširena stvarnost?

Nedovoljno 1 2 3 4 5 odlično

7. Jeste li ikada čuli za Cospace?

- a) Da
- b) Ne

8. Ako jeste, za koje svrhe ste koristili Cospace?

- a) Izrada 3D modela
- b) Stvaranje virtualnih okruženja
- c) Obrazovne svrhe
- d) Igre i zabava

9. Koliko dobro poznajete Cospace?

Nedovoljno 1 2 3 4 5 odlično

10. Koliko vam je poznat pojam Zemljine rotacije?

Nedovoljno 1 2 3 4 5 odlično

11. Koliko vam je poznat pojam Zemljine revolucije?

Nedovoljno 1 2 3 4 5 odlično

12. Kojim metodama biste voljeli koristiti za učenje o Zemljinoj rotaciji i revoluciji?

- a) Predavanja,
- b) Radionice,
- c) Online tečajevi,
- d) Praktični rad,
- e) Eksperimenti,
- f) Interaktivne simulacije

13. Ako imate dodatnih pitanja ili komentara možete se izjasniti ovdje:

4.4.2. Test provjere znanja

Test je osmišljen kako bi kvantitativno procijenio učenikovo razumijevanje koncepta Zemljine rotacije i revolucije nakon provedenih lekcija. Test se sastoji od pitanja koja pokrivaju ključne aspekte gradiva i koristi se za mjerenje kognitivnih ishoda učenja nakon intervencije. Test se odvijao nakon što je održan sat, učenici su već bili podijeljeni u dvije grupe (metoda korištenjem proširene stvarnosti i metoda demonstracije) i svatko je imao oko 20ak minuta za riješiti test. Test je bio također napravljen u Google Forms-u i učenici su ga rješavali na svojim mobilnim uređajima nakon skeniranja QR koda. Pitanja su imala

ponuđene odgovore, a samo je jedan od odgovora bio točan i nosio je 1 bod. Na kraju je ukupno bilo 17 bodova za 17 pitanja. Pitanja korištena za provjeru znanja su, zelenom bojom su označeni točni odgovori:

1. Koji je glavni uzrok izmjene dana i noći?
 - a) Revolucija Zemlje
 - b) Rotacija Zemlje**
 - c) Revolucija mjeseca
 - d) Rotacija mjeseca
2. Koji je glavni uzrok promjene godišnjih doba?
 - a) Revolucija Zemlje
 - b) Rotacija Zemlje
 - c) Revolucija mjeseca**
 - d) Rotacija mjeseca
3. Koliko traje jedna potpuna rotacija Zemlje oko svoje osi?
 - a) oko 365 dana
 - b) oko 366 dana
 - c) oko 12 h
 - d) oko 24 h**
4. Koliko traje jedna potpuna revolucija Zemlje oko Sunca?
 - a) 366 dana 5 h 48' 46"
 - b) 365 dana 48 h 46' 5"
 - c) 365 dana 5 h 48 min 46 sek**
 - d) 365 dana 6 h 48 min 46 sek
5. Koja je posljedica Zemljine rotacije?
 - a) Toplinski pojasevi
 - b) Izmjena dana i noći**
 - c) Izmjena godišnjih doba
6. Koja je posljedica Zemljine revolucije?
 - a) Toplinski pojasevi
 - b) Izmjena dana i noći
 - c) Izmjena godišnjih doba**
7. Kod nas prvi dan ljeta Sunčeve zrake padaju okomito na:

- a) Ekvator
 - b) Sjeverna polarnica
 - c) Južna polarnica
 - d) Sjeverna obratnica**
 - e) Južna obratnica
8. Kod nas prvi dan proljeća Sunčeve zrake padaju okomito na:
- a) Ekvator**
 - b) Sjeverna polarnica
 - c) Južna polarnica
 - d) Sjeverna obratnica
 - e) Južna obratnica
9. Kod nas prvi dan jeseni Sunčeve zrake padaju okomito na:
- a) Ekvator**
 - b) Sjeverna polarnica
 - c) Južna polarnica
 - d) Sjeverna obratnica
 - e) Južna obratnica
10. Kod nas prvi dan zime Sunčeve zrake padaju okomito na:
- a) Ekvator
 - b) Sjeverna polarnica
 - c) Južna polarnica
 - d) Sjeverna obratnica
 - e) Južna obratnica**
11. Koliko je stupnjeva nagnuta Zemljina os u odnosu na njezinu orbitalnu ravninu?
- a) 23.5 '
 - b) 23.5 °**
 - c) 66.5 '
 - d) 66.5 °
12. Solsticij može biti:
- a) Zimski i proljetni
 - b) Zimski i jesenski
 - c) Zimski i ljetni**
 - d) Proljetni i jesenski
13. Ekvinocij može biti:

- a) Zimski i ljetni
 - b) Jesenski i proljetni**
 - c) Zimski i proljetni
 - d) Zimski i jesenski
14. Sjeverna obratnica se još zove:
- a) Kozja obratnica
 - b) Jarčeva obratnica
 - c) Rakova obratnica**
 - d) Ježeva obratnica
15. Južna obratnica se još zove:
- a) Kozja obratnica
 - b) Jarčeva obratnica**
 - c) Rakova obratnica
 - d) Ježeva obratnica
16. Sjeverna obratnica iznosi:
- a) $23^{\circ} 30' S$
 - b) $66^{\circ} 30' N$
 - c) $66^{\circ} 30' S$
 - d) $23^{\circ} 30' N$**
17. Južna obratnica iznosi:
- a) $23^{\circ} 30' S$**
 - b) $66^{\circ} 30' N$
 - c) $66^{\circ} 30' S$
 - d) $23^{\circ} 30' N$

Tablica 1 prikazuje osnovne statističke rezultate testiranja koje je provedeno na uzorku od 37 učenika. Aritmetička sredina je 12,76, što znači da je prosječan rezultat učenika na testu bio 12,76 bodova od maksimalnih 17. Mod (najčešća vrijednost) je 14, a medijan je 13, što ukazuje da polovina učenika ima rezultat ispod 13, a polovina iznad. Standardna devijacija (Sd) iznosi 2,692, što znači da postoji umjerena varijabilnost u rezultatima. Rezultati se kreću od 7 (minimum) do 17 (maksimum), što pokazuje da su učenici postigli širok raspon bodova na testu.

Korištena je Cronbachova alfa koja iznosi 0,684 kako bi procijenili unutarnju konzistentnost testa, odnosno pouzdanost skale od 17 pitanja. Vrijednost od 0,684 sugerira umjerenu pouzdanost, blizu prihvatljivog praga od 0,7, što znači da su pitanja testirala slične koncepte, ali bi se pouzdanost mogla dodatno poboljšati.

Za procjenu normalnosti distribucije rezultata korišten je Shapiro-Wilk test, čija je p-vrijednost 0,185. Budući da je p-vrijednost veća od 0,05, možemo zaključiti da su podaci normalno distribuirani. To znači da su podaci dovoljno blizu normalnoj distribuciji, što omogućuje korištenje t-testa za daljnju analizu.

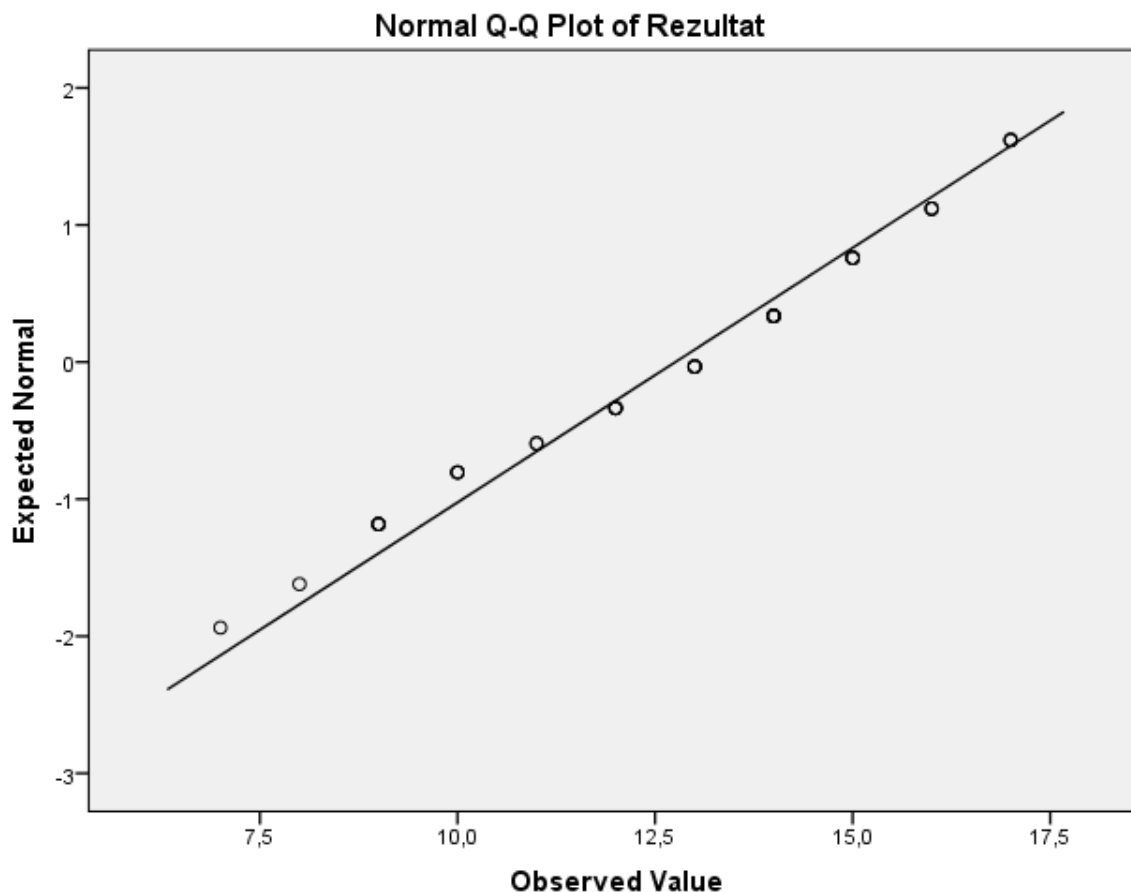
Na osnovu ovih rezultata odlučeno je koristiti t-test, jer je Shapiro-Wilk test potvrdio da su podaci normalno distribuirani, a Cronbachova alfa pokazala prihvatljivu pouzdanost testa. T-test omogućuje usporedbu prosječnih rezultata između dviju grupa (npr. metode proširene stvarnosti i metode demonstracije) kako bi testirali postoji li značajna razlika u njihovom uspjehu.

Tablica 1 Metrijske karakteristike testa

C	TEST
N	37
Aritmetička sredina	12.76
Mod	14
M (medijan)	13.0
Sd	2.692
Minimum	7
Maksimum	17
Maksimalan mogući broj bodova	17
Broj čestica	17
Cronbach α	0,684
Shapiro-Wilk	0.185*

Slika 21 prikazuje Q-Q plot (Quantile-Quantile plot) za varijablu Rezultat kako bi se provjerila normalnost distribucije podataka. Q-Q plot uspoređuje distribuirane vrijednosti podataka s onim što bi se očekivalo u savršeno normalnoj distribuciji. Točke predstavljaju individualne rezultate, a crta pokazuje savršeno normalnu distribuciju. Ako su točke blizu crte, kao što je slučaj ovdje, to sugerira da su podaci približno normalno distribuirani.

Ovaj rezultat je u skladu s rezultatom Shapiro-Wilk testa ($p = 0,185$), koji također sugerira da podaci ne odstupaju značajno od normalne distribucije, što je važan preduvjet za korištenje t-testa.



Slika 21 Normalna razdioba podataka testa

Analiza čestica predstavlja statističku analizu odgovora učenika na pojedine stavke ispita te njihovih međusobnih odnosa. Ova analiza pruža korisne informacije o kvaliteti stavki ispita, doprinosi procjeni valjanosti i pouzdanosti ispita te može pomoći u unaprjeđenju nastavnog procesa.

Indeks težine mjeri postotak učenika koji su točno odgovorili na pojedinu stavku:

- < 0.33 – teški zadaci
- $0.33-0.67$ – umjereno teški zadaci
- 0.67 – lagani zadaci (*Cohen i sur., 2011*)

Indeks diskriminativnosti procjenjuje koliko dobro pojedina stavka razlikuje učenike s visokim i niskim postignućem. Stavka se smatra "dobrom" ako većina učenika s visokim postignućem točno odgovori, dok većina učenika s niskim postignućem odgovori netočno.

- ≥ 0.40 – vrlo dobri zadaci
- 0.30-0.39 – dobri zadaci
- 0.20-0.29 – zadaci s ograničenom diskriminativnošću
- ≤ 0.20 – loši zadaci (*Cohen i sur., 2011*)

Ovi indeksi omogućuju detaljnu evaluaciju stavki ispita i pružaju temelj za poboljšanje nastave i ocjenjivanja.

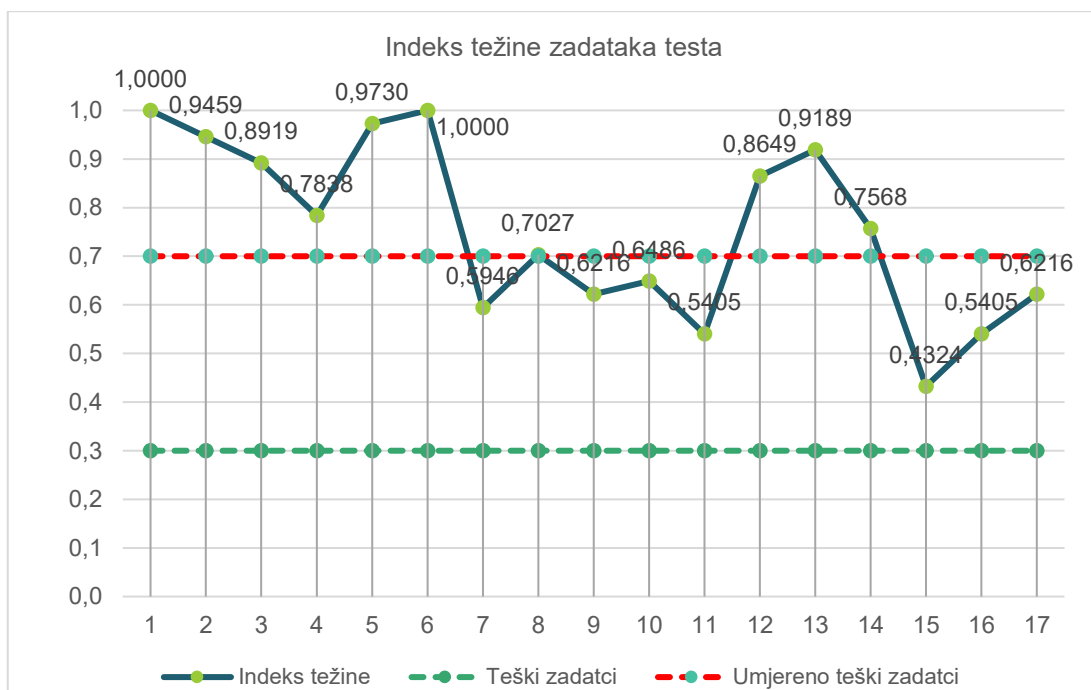
Analiza čestica testa:

- Indeks težine prikazan je u tablici 2 te na Slici 22.

Tablica 2 Indeks težine zadatka testa

TO	IT	
Z1	1,0000	Lagani zadaci
Z2	0,9459	Lagani zadaci
Z3	0,8919	Lagani zadaci
Z4	0,7838	Lagani zadaci
Z5	0,9730	Lagani zadaci
Z6	1,0000	Lagani zadaci
Z7	0,5946	Umjereno teški zadaci
Z8	0,7027	Lagani zadaci

Z9	0,6216	Umjereno teški zadaci
Z10	0,6486	Umjereno teški zadaci
Z11	0,5405	Umjereno teški zadaci
Z12	0,8649	Lagani zadaci
Z13	0,9189	Lagani zadaci
Z14	0,7568	Lagani zadaci
Z15	0,4324	Umjereno teški zadaci
Z16	0,5405	Umjereno teški zadaci
Z17	0,6216	Umjereno teški zadaci

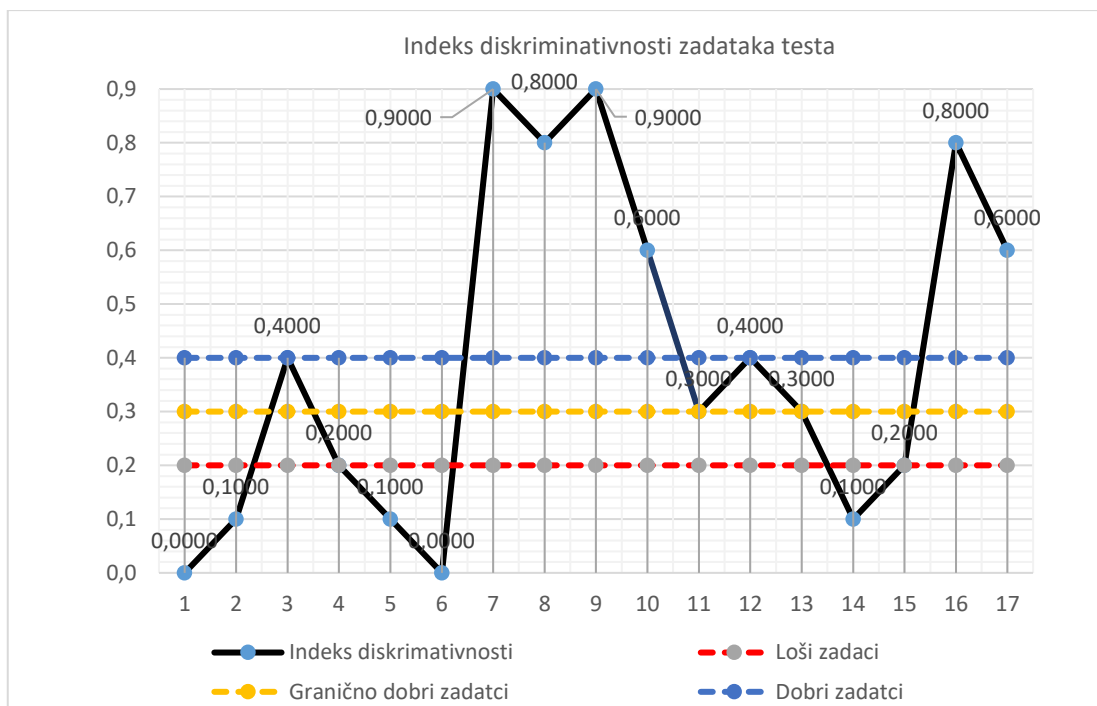


Slika 22 Grafički prikaz indeksa težine zadataka testa

- Indeks diskriminativnosti zadatka prikazan je u tablici 3i na Slici 23.

Tablica 3 Indeks diskriminativnosti zadatka testa

TO	ID	
Z1	0,0000	Loši zadaci
Z2	0,1000	Loši zadaci
Z3	0,4000	Vrlo dobri zadaci
Z4	0,2000	Granično dobri zadaci
Z5	0,1000	Loši zadaci
Z6	0,0000	Loši zadaci
Z7	0,9000	Vrlo dobri zadaci
Z8	0,8000	Vrlo dobri zadaci
Z9	0,9000	Vrlo dobri zadaci
Z10	0,6000	Vrlo dobri zadaci
Z11	0,3000	Dobri zadaci
Z12	0,4000	Vrlo dobri zadaci
Z13	0,3000	Dobri zadaci
Z14	0,1000	Loši zadaci
Z15	0,2000	Granično dobri zadaci
Z16	0,8000	Vrlo dobri zadaci
Z17	0,6000	Vrlo dobri zadaci



Slika 23 Grafički prikaz indeksa diskriminativnosti zadataka testa

Tablica 2 prikazuje analizu **indeksa težine** za svaku stavku ispita (Z1 do Z17), koji predstavlja postotak učenika koji su točno odgovorili na određeni zadatak. Na temelju indeksa težine, zadaci su klasificirani kao lagani, umjereno teški ili teški. Zadaci s indeksom težine većim od 0.67 smatraju se laganim, jer ih je točno riješilo više od 67% učenika. Primjeri takvih zadataka u tablici su Z1, Z2, Z3, Z4, itd. S druge strane, zadaci s indeksom težine između 0.33 i 0.67 klasificirani su kao umjereno teški, što znači da je između 33% i 67% učenika točno odgovorilo na njih, poput Z7, Z9 i Z15. Ova tablica pruža uvid u to koji su zadaci bili lakši za većinu učenika, a koji su zahtijevali više znanja ili vještina.

Tablica 3 prikazuje **indeks diskriminativnosti** za svaku stavku ispita (Z1 do Z17), koji procjenjuje koliko dobro zadaci razlikuju učenike s visokim i niskim postignućem. Zadaci s indeksom ≤ 0.20 , kao što su Z1, Z2, Z5, Z6 i Z14, klasificirani su kao loši, jer ne razlikuju dobro učenike s različitim razinama znanja. Granično dobri zadaci, s indeksom između 0.20 i 0.29, poput Z4 i Z15, donekle razlikuju učenike, ali nedovoljno. Dobri zadaci, poput Z11 i Z13, imaju indeks između 0.30 i 0.39 i pokazuju bolju diskriminativnost. Vrlo dobri zadaci, s indeksom ≥ 0.40 , poput Z7, Z8, Z9, Z10, Z12, Z16 i

Z17, najbolje razlikuju učenike s visokim postignućem od onih s niskim, što ih čini najkorisnijima za procjenu znanja.

4.4.3. Izlazni upitnik za eksperimentalnu skupinu

Anketa se provodi nakon lekcije i koristi se za ispitivanje zadovoljstva učenika i njihovih mišljenja o korištenoj metodi proširene stvarnosti. Nakon što su riješili test, učenici eksperimentalne skupine (metoda AR) imali su za kraj riješiti anketu koja se odnosila na mišljenje o proširenoj stvarnosti i takvom načinu podučavanja gradiva Zemljine rotacije i revolucije. Anketa se sastojala od 5 pitanja i popunjavanje je trajalo 5 minuta. Pitanja su:

1. Kako biste ocijenili prikaz Zemljine rotacije i revolucije u proširenoj stvarnosti?
Nedovoljno 1 2 3 4 5 odlično
2. Je li vam prikaz u proširenoj stvarnosti pomogao bolje razumjeti Zemljinu rotaciju i revoluciju?
 - a) Da
 - b) Ne
3. Koje ste nove informacije naučili uz proširenu stvarnost koje prije niste znali?
4. Smatrate li da biste bolje naučili na klasičan način?
 - a) Da
 - b) Ne
5. Biste li voljeli koristiti AR i za druge astronomske pojave? Ako da, koje?

5. Rezultati

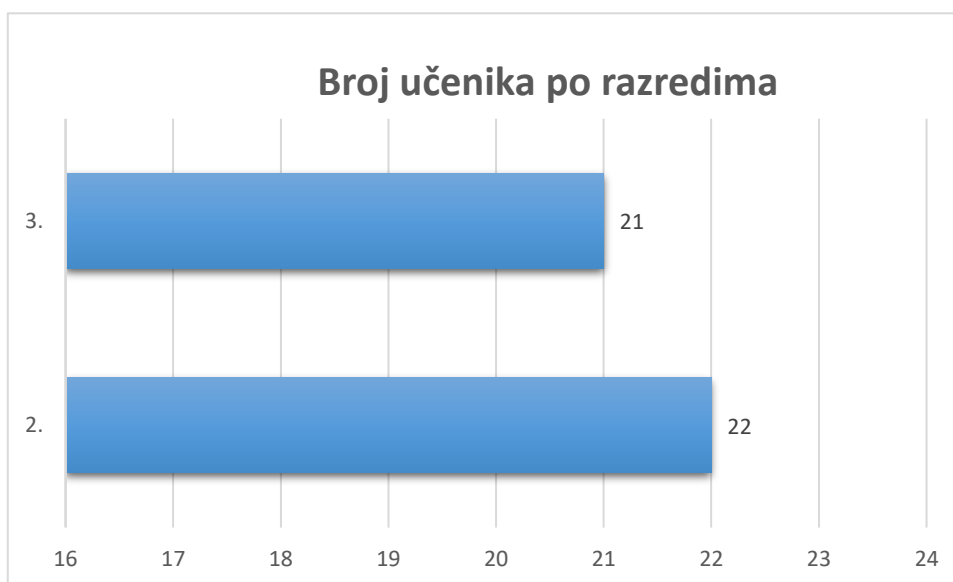
5.1. Sudionici

Ukupno je 43 učenika odgovorilo na anketu, što znači da je analiza provedena na uzorku od 43 učenika, dok je test uspješno riješilo samo 37 učenika. Ova razlika može se prvenstveno objasniti tehničkim problemima koji su se pojavili tijekom pristupa testu. Šestero učenika se suočilo s poteškoćama poput nestabilne internetske veze, softverskih grešaka ili problema s uređajem, što je onemogućilo njihovo sudjelovanje u testiranju.

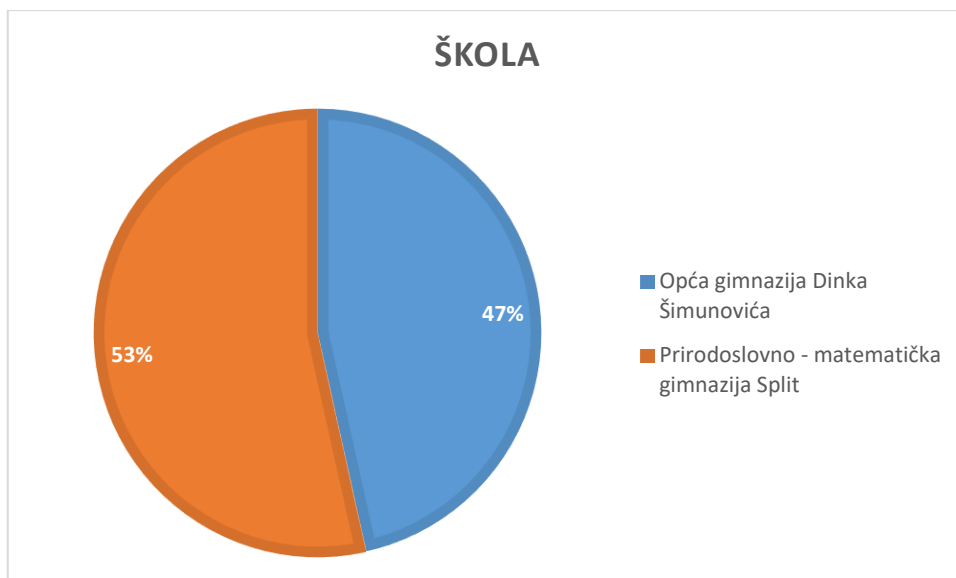
Razred: Učenici su podijeljeni u dva razreda: 22 učenika iz 2. razreda (51,2%) i 21 učenik iz 3. razreda (48,8%) (Slika 24).

Škola: U istraživanju su sudjelovale dvije škole: Opća gimnazija Dinka Šimunovića (20 učenika, 46,5%) i Prirodoslovno-matematička gimnazija Split (23 učenika, 53,5%) (Slika 25).

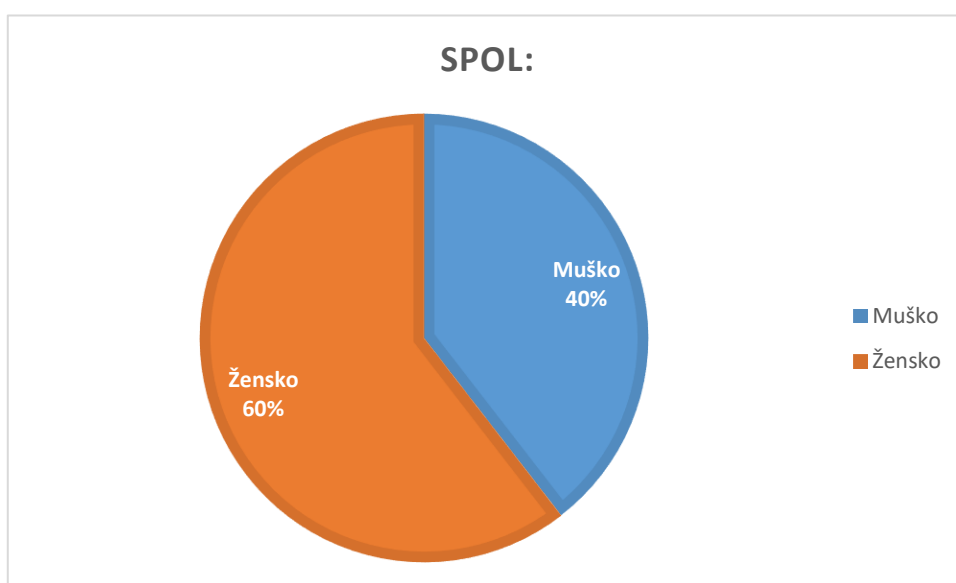
Spol: Većinu uzorka čine učenice (26 učenica, 60,5%), dok su učenici manje zastupljeni (17 učenika, 39,5%) (Slika 26).



Slika 24 Prikaz broja učenika po razredima



Slika 25 Prikaz broja učenika po školama



Slika 26 Prikaz broja učenika prema spolu

Rodna distribucija: U istraživanju je sudjelovalo više ženskih učenika (26) nego muških učenika (17), s omjerom od 60,5% ženskih učenika i 39,5% muških učenika. Školska distribucija: U Općoj gimnaziji Dinka Šimunovića sudjelovao je gotovo jednak broj muških i ženskih učenika (11 muških i 9 ženskih), dok je u Prirodoslovno-matematičkoj gimnaziji

Split sudjelovalo znatno više ženskih učenika (17) u odnosu na muške učenike (6) (Tablica 4).

Tablica 4 Distribucija učenika po spolu i školi

Spol: * Škola Crosstabulation				
Count				
		Škola		Total
		Opća gimnazija Dinka Šimunovića	Prirodoslovno - matematička gimnazija Split	
Spol:	Muško	11	6	17
	Žensko	9	17	26
Total		20	23	43

5.2. Rezultati ulaznog upitnika

21 učenik (48,8%) je čuo za pojam AR, dok 22 učenika (51,2%) nije čulo za taj pojam. Ovdje vidimo da gotovo polovica učenika nije upoznata s proširenom stvarnošću (Tablica 5).

Tablica 5 Odgovor na pitanje o proširenoj stvarnosti

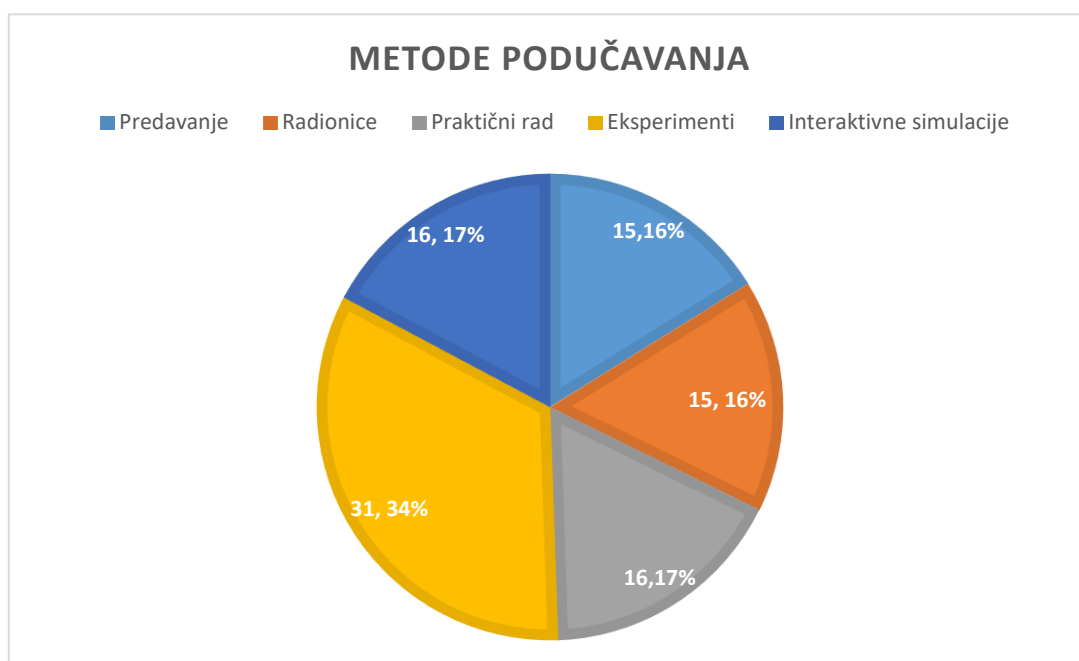
Jeste li ikada čuli za pojam "proširena stvarnost" (AR)?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Da	21	48,8	48,8	48,8
	Ne	22	51,2	51,2	100,0
	Total	43	100,0	100,0	

Samo 2 učenika (4,7%) je čulo za Cospace, dok velika većina od 41 učenika (95,3%) nije upoznata s tim pojmom. Ovaj podatak sugerira da je Cospace relativno nepoznat alat među učenicima (Tablica 6).

Tablica 6 Odgovor na pitanje o poznavanju CoSpacea

Jeste li ikada čuli za Cospace?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Da	2	4,7	4,7	4,7
	Ne	41	95,3	95,3	100,0
	Total	43	100,0	100,0	

Učenici preferiraju eksperimente kao način učenja o Zemljinoj rotaciji i revoluciji. Praktični radovi i interaktivne simulacije također imaju određenu popularnost, dok su predavanja i radionice manje preferirane metode. Ovi rezultati mogu biti korisni za nastavnike pri planiranju nastave, jer sugeriraju da učenici preferiraju aktivnije metode učenja, koje uključuju eksperimentiranje i simulacije (Slika 27).



Slika 27 Prikaz preferiranih metoda podučavanja

Rezultati ulaznog upitnika pokazuju da gotovo polovica učenika (48,8%) nije bila upoznata s pojmom proširene stvarnosti (AR), dok je još manji broj učenika (4,7%) čuo za alat Cospace, što ukazuje na ograničeno poznavanje tih tehnologija među učenicima. Većina učenika preferira aktivne metode učenja, poput eksperimenata i interaktivnih simulacija, dok su predavanja i radionice manje popularne. Ovi podaci sugeriraju da bi nastavnicima bilo korisno uključiti više praktičnih i interaktivnih aktivnosti u nastavu, kako bi se poboljšala zainteresiranost i razumijevanje pojmova poput Zemljine rotacije i revolucije.

5.3. Rezultati t-testa

Na osnovu tablice 7 i 8 možemo detaljno analizirati razliku u konačnim rezultatima testa između dvije grupe učenika, gdje je jedna koristila proširenu stvarnost, a druga metodu demonstracije. Tablica 7 prikazuje rezultate t-testa, koji je korišten za testiranje razlike između prosječnih rezultata dviju skupina. Vrijednost t statistike je -2,239, dok je p-vrijednost 0,032, što je manje od praga značajnosti od 0,05. To znači da postoji statistički značajna razlika između rezultata dvije metode podučavanja.

Tablica 8 prikazuje deskriptivne statistike za obje metode. Grupa koja je koristila proširenu stvarnost imala je prosječan rezultat 11,84 sa standardnom devijacijom od 2,774, dok je grupa koja je koristila metodu demonstracije postigla prosječan rezultat od 13,72 sa standardnom devijacijom od 2,296. Standardna pogreška srednje vrijednosti (Std. Error Mean) ukazuje na preciznost prosječne vrijednosti, gdje je metoda demonstracije imala nešto manju standardnu pogrešku, što znači da su rezultati u ovoj grupi bili konzistentniji.

Sveukupno, analiza pokazuje da su učenici koji su koristili metodu demonstracije postigli značajno bolje rezultate na testu u odnosu na one koji su koristili proširenu stvarnost, što sugerira da je metoda demonstracije bila efikasnija u ovom kontekstu.

Tablica 7 Prikaz t-testa za ukupan rezultat na testu

		skupina
t-test	t	-2,239
	p	0.032*

Tablica 8 Deskriptivna statistika rezultata za ukupan rezultat riješenog testa ovisno o korištenoj metodi

Test	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Metoda	Proširena stvarnost	19	11,84	2,774	,636
	Metoda demonstracije	18	13,72	2,296	,541

Statistički značajna razlika na rezultatima t-testa pojavljuje se kod pitanja koja su navedena u Tablici 9 i 10. Tri navedena pitanja pokazuju statistički značajnu razliku, a četvrto je jako blizu granici.

To su pitanja vezana uz Zemljinu rotaciju i položaj Sunčevih zraka u različitim godišnjim dobima, te naziv sjeverne obratnice, uspoređujući rezultate dviju skupina učenika: one koja je koristila proširenu stvarnost (0) i one koja je koristila metodu demonstracije (1). Vrijednosti t statistike za svako pitanje ukazuju na razlike između skupina. Prvo pitanje, o trajanju potpune rotacije Zemlje oko svoje osi, pokazuje $t = -2,131$ i $p = 0,04$, što je značajno jer je p-vrijednost manja od 0,05, ukazujući na statistički značajnu razliku između metoda. Drugo pitanje, o položaju Sunčevih zraka na prvi dan ljeta, ima još jaču statističku razliku s $t = -3,179$ i $p = 0,003$, što je izrazito značajno. Treće pitanje, o položaju Sunčevih zraka na prvi dan zime, također pokazuje značajnu razliku s $t = -2,405$ i $p = 0,022$. Međutim, kod četvrtog pitanja, koje se odnosi na naziv sjeverne obratnice, $t = -1,859$ i $p = 0,071$, što je blizu praga od 0,05, ali ne doseže statističku značajnost. Ovi rezultati sugeriraju da su učenici koji su koristili metodu demonstracije postigli bolje rezultate kod većine pitanja u usporedbi s onima koji su koristili proširenu stvarnost, posebno kod pitanja o Sunčevim zraka na prvi dan ljeta i zime.

Tablica 9 Prikaz rezultata t-testa za pitanja koja imaju statistički značajnu razliku

Pitanja:		Koliko traje jedna potpuna rotacija Zemlje oko svoje osi?	Kod nas prvi dan ljeta Sunčeve zrake padaju okomito na:	Kod nas prvi dan zime Sunčeve zrake padaju okomito na:	Sjeverna obratnica se još zove:
t-test	t	-2,131	-3,179	-2,405	-1,859
	p	0.04*	0,003*	0,022*	0,071

Tablica 10 prikazuje statističku analizu uspjeha sudionika na četiri pitanja o Zemljinoj rotaciji i revoluciji, koristeći dvije različite metode poučavanja – proširenu stvarnost (prikazana kao "0") i metodu demonstracije (prikazana kao "1"). Svako pitanje ocijenjeno je kroz prosjek točnih odgovora (Mean), broj sudionika (N), standardnu devijaciju (Std. Deviation) koja mjeri raspršenost odgovora, te standardnu grešku srednje vrijednosti (Std. Error Mean), koja procjenjuje preciznost tih prosjeka. Na primjer, za pitanje "Koliko traje jedna potpuna rotacija Zemlje oko svoje osi?", prosječan rezultat za proširenu stvarnost iznosi 0,79, dok je za metodu demonstracije 1,00, što ukazuje na to da su sudionici koji su koristili metodu demonstracije postigli bolje rezultate. Standardna devijacija za proširenu stvarnost iznosi 0,419, dok je za demonstraciju 0,000, što znači da su svi sudionici u toj metodi dali isti odgovor.

Tablica 10 Deskriptivna statistika rezultata za pitanja koja imaju statistički značajnu razliku

Metoda		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Koliko traje jedna potpuna rotacija Zemlje oko svoje osi?	0	19	,79	,419	,096
	1	18	1,00	0,000	0,000
Kod nas prvi dan ljeta Sunčeve zrake padaju okomito na:	0	19	,37	,496	,114
	1	18	,83	,383	,090
Kod nas prvi dan zime Sunčeve zrake padaju okomito na:	0	19	,47	,513	,118
	1	18	,83	,383	,090
	0	19	,63	,496	,114

Sjeverna obratnica se još zove:	1	18	,89	,323	,076
------------------------------------	---	----	-----	------	------

Na temelju rezultata t-testa i deskriptivnih statistika iz analiza provedenih u ovom istraživanju, možemo zaključiti da upotreba proširene stvarnosti (AR) nije donijela bolje rezultate u razumijevanju gradiva u usporedbi s klasičnom metodom demonstracije. Statistički značajne razlike pokazuju da su učenici koji su koristili metodu demonstracije postigli bolje rezultate na testu, kako u ukupnom rezultatu, tako i kod većine specifičnih pitanja o Zemljinoj rotaciji i revoluciji, uključujući pitanja o položaju Sunčevih zraka na prvi dan ljeta i zime. Iako proširena stvarnost nudi interaktivan pristup, podaci sugeriraju da je metoda demonstracije bila učinkovitija u prenošenju znanja o ovim astronomskim pojmovima, što je jasno vidljivo iz statistički značajnih razlika u prosječnim rezultatima između dviju metoda.

5.4. Rezultati izlaznog upitnika za eksperimentalnu skupinu

Tablica 11 prikazuje rezultate odgovora na pitanje "Je li vam prikaz u proširenoj stvarnosti pomogao bolje razumjeti Zemljinu rotaciju i revoluciju?". Od ukupno 19 ispitanika, 15 njih (što čini 78,9%) odgovorilo je sa "Da", dok je 4 ispitanika (21,1%) odgovorilo "Ne". Tablica sugerira da je većina ispitanika (78,9%) smatrala da im je proširena stvarnost pomogla u boljem razumijevanju pojmova Zemljine rotacije i revolucije.

Tablica 11 Odgovori na pitanje o razumijevanju Zemljine rotacije i revolucije

Je li vam prikaz u proširenoj stvarnosti pomogao bolje razumjeti Zemljinu rotaciju i revoluciju?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Da	15	78,9	78,9	78,9
	Ne	4	21,1	21,1	100,0

	Total	19	100,0	100,0	
--	-------	----	-------	-------	--

Tablica 12 prikazuje kako su ispitanici ocijenili prikaz Zemljine rotacije i revolucije u virtualnom svijetu, koristeći ljestvicu ocjena. Od ukupno 19 ispitanika, 1 ispitanik (5,3%) dao je ocjenu 2, 2 ispitanika (10,5%) dali su ocjenu 3, dok je najveći broj ispitanika, njih 10 (52,6%), ocijenio prikaz sa 4. Također, 6 ispitanika (31,6%) dalo je najvišu ocjenu 5. Ukupno, većina ispitanika (84,2%) ocijenila je prikaz ocjenama 4 ili 5, što ukazuje na pozitivnu percepciju prikaza Zemljine rotacije i revolucije u proširenoj stvarnosti.

Tablica 12 Prikaz zadovoljstva prikazom u proširenoj stvarnosti

Kako biste ocijenili prikaz Zemljine rotacije i revolucije u proširenoj stvarnosti?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	1	5,3	5,3	5,3
	3	2	10,5	10,5	15,8
	4	10	52,6	52,6	68,4
	5	6	31,6	31,6	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

Tablica 13 prikazuje odgovore ispitanika na pitanje "Smatrate li da biste bolje naučili na klasičan način?". Od ukupno 19 ispitanika, 7 njih (36,8%) odgovorilo je "Da", dok je 12 ispitanika (63,2%) odgovorilo "Ne". Ukupno, većina ispitanika (63,2%) smatra da bi bolje naučili korištenjem AR pristupa nego klasičnim načinom, dok manji dio (36,8%) vjeruje da bi im klasični način bio učinkovitiji.

Tablica 13 Odgovor na pitanje smatraju li učenici da bi bolje naučili klasičnim prikazom

Smatrate li da biste bolje naučili na klasičan način?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Da	7	36,8	36,8	36,8
	Ne	12	63,2	63,2	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

Iz tekstualnih odgovora učenika na pitanja "Koje ste nove informacije naučili uz proširenu stvarnost koje prije niste znali?" i "Biste li voljeli koristiti AR i za druge astronomske pojave? Ako da, koje?", možemo zaključiti da su neki (njih 15,79%) učenici kroz proširenu stvarnost naučili nove informacije o izmjeni godišnjih doba, dana i noći te o pojmovima kao što su obratnice i solsticij, dok su drugi (84,21%) već prethodno imali znanje o tim temama. Što se tiče interesa za daljnje korištenje virtualnih prikaza, mnogi učenici su pokazali želju za primjenom virtualnih metoda u učenju drugih astronomskih pojava poput rotacije Mjeseca, plima i oseka, proučavanja zvijezda, Sunčevog sustava i pozicija planeta, dok su neki bili manje sigurni u svoje preferencije. Sveukupno, odgovori sugeriraju da je većina učenika smatrala virtualni prikaz korisnim, osobito za razumijevanje astronomskih procesa.

Na temelju rezultata izlaznog upitnika, možemo zaključiti da su učenici koji su koristili proširenu stvarnost u učenju o Zemljinoj rotaciji i revoluciji bili uglavnom zadovoljni ovim načinom poučavanja. Većina učenika (78,9%) smatrala je da im je virtualni prikaz pomogao bolje razumjeti gradivo, dok je 84,2% učenika ocijenilo prikaz ocjenama 4 ili 5, što ukazuje na visoku razinu zadovoljstva. Također, 63,2% učenika vjeruje da bi AR pristup bio učinkovitiji u odnosu na klasične metode poučavanja. Tekstualni odgovori pokazuju da su učenici naučili nove informacije o astronomskim procesima, a većina njih je pokazala interes za korištenje proširene stvarnosti i u učenju drugih astronomskih pojava. Sveukupno, istraživanje sugerira da je proširena stvarnost pozitivno primljena i percipirana kao korisna metoda u učenju određenih astronomskih koncepata.

5.5. Osvrt

Osvrt na rezultate istraživanja pokazuje da primjena proširene stvarnosti (AR) u nastavi geografije ima potencijal za unapređenje angažmana učenika, no rezultati pokazuju određene razlike u uspješnosti između eksperimentalne i kontrolne skupine. Usporedimo li ovo istraživanje s povezanim radovima opisanim u pregledu područja, vidljivo je da se rezultati djelomično poklapaju s prethodnim istraživanjima. Ranija istraživanja o primjeni AR-a u obrazovanju, ističu da AR poboljšava dugoročno pamćenje i razumijevanje apstraktnih koncepata zahvaljujući interaktivnom iskustvu. Ovo se pokazalo točnim i u ovom radu, gdje su učenici eksperimentalne skupine izrazili zadovoljstvo korištenjem AR aplikacije te je utvrđeno da ona doprinosi razumijevanju astronomskih pojava kao što su Zemljina rotacija i revolucija. Međutim, klasična metoda demonstracije, prema rezultatima ovog istraživanja, bila je učinkovitija u postizanju boljih rezultata na testovima znanja. To je u suprotnosti s dijelom istraživanja koja su sugerirala da AR tehnologija može biti jednako ili više učinkovita u poboljšanju akademskih postignuća, posebno kod vizualnih i prostornih pojmova.

Ograničenja ovog istraživanja uključuju nedostatak podataka o različitim varijablama poput spola, škole ili razreda zbog načina na koji je anketa bila provedena, što je onemogućilo dublje analize. Također, zbog vremenskih ograničenja nije provedeno testiranje upotrebljivosti aplikacije prije primjene u nastavi, što bi moglo otkriti potencijalne tehničke probleme ili neprilagođenosti koje su mogle utjecati na rezultate. Ovaj nedostatak testiranja dodatno naglašava ograničenja AR tehnologije u smislu tehničke složenosti, koja je već istaknuta u ranijim radovima kao ključni izazov u implementaciji u obrazovanju. Iako rezultati potvrđuju da AR tehnologija povećava angažman učenika, kao što su prethodne studije pokazale, ovo istraživanje ukazuje na to da je potreban oprez pri generalizaciji zaključaka. Potrebno je dodatno istraživanje kako bi se bolje razumjelo u kojim kontekstima i pod kojim uvjetima AR može nadmašiti tradicionalne metode poučavanja. Također, buduća istraživanja trebala bi uključivati testiranje aplikacije prije primjene te širenje uzorka na različite demografske skupine i obrazovne razine. Time bi se osigurala bolja prilagodba tehnologije specifičnim obrazovnim potrebama i povećala njezina učinkovitost u postizanju obrazovnih ciljeva.

6. Zaključak

Proširena stvarnost (AR) predstavlja revolucionarnu tehnologiju koja obogaćuje stvarni svijet digitalnim informacijama, čime poboljšava učenje i donošenje odluka u raznim područjima, uključujući obrazovanje, medicinu, industriju i obrazovanje. U nastavi geografije, AR omogućava bolju vizualizaciju apstraktnih pojmova, čime se olakšava razumijevanje složenih koncepata. Unatoč izazovima u implementaciji, AR ima potencijal transformirati tradicionalne metode poučavanja i značajno unaprijediti obrazovni proces. Provedeno istraživanje pokazalo je da primjena proširene stvarnosti u nastavi geografije ima brojne prednosti, osobito kada je riječ o vizualizaciji astronomsko-geografskih pojava poput Zemljine rotacije i revolucije. Učenici koji su imali priliku koristiti AR tehnologiju u nastavi izrazili su visoku razinu zadovoljstva ovim pristupom, ističući kako im je pomogao bolje razumjeti i zamisliti procese o kojima su učili. Međutim, statistička analiza rezultata pokazala je da tradicionalna metoda demonstracije, i dalje donosi bolje rezultate na testovima znanja. To sugerira da, iako AR nudi inovativne pristupe učenju, njezina učinkovitost ovisi o načinu na koji je integrirana u nastavni proces. Jedan od ključnih nalaza ovog istraživanja jest da proširena stvarnost može imati značajan utjecaj na motivaciju učenika i njihovu angažiranost tijekom nastave. Učenici su pokazali veći interes za nastavne sadržaje kada su mogli vizualno i interaktivno sudjelovati u učenju, što otvara vrata za daljnji razvoj obrazovnih alata koji kombiniraju proširenu stvarnost s tradicionalnim metodama. Također, rezultati sugeriraju da je za uspješno korištenje proširene stvarnosti u obrazovanju potrebno osigurati adekvatnu pripremu i podršku za nastavnike, kao i integraciju tehnologije u širi pedagoški okvir koji uključuje aktivno sudjelovanje učenika, diskusiju i refleksiju. Iako AR tehnologija nije uvijek nadmašila klasične metode u smislu postignuća na testovima, njezina mogućnost da poboljša vizualizaciju i interakciju s gradivom čini je vrijednim alatom u budućem razvoju obrazovanja.

Zaključno, ovaj rad doprinosi razumijevanju uloge novih tehnologija u obrazovanju, posebno u području geografije, te ukazuje na potencijal proširene stvarnosti kao alata koji može obogatiti proces učenja. Buduća istraživanja trebala bi se usredotočiti na optimizaciju ovih tehnologija kako bi se povećala njihova učinkovitost i integracija u nastavni proces, čime bi proširena stvarnost mogla postati neizostavan dio modernog obrazovnog sustava.

Literatura

Avila-Garzon, C., Bacca-Acosta, J., Kinshuk, K., Duarte, J., Betancourt, J. , 2021. "Augmented Reality in Education: An Overview of Twenty-Five Years of Research." *Contemporary Educational Technology*

Block coding, <https://www.codejig.com/en/block-based-coding/>, pristupljeno: 29.07.2024.

Cafe24, What is augmented reality?, 2020, pristupljeno 22.09.2024. <https://news.cafe24.com/global/what-is-augmented-reality/>

Codejig, Block coding, pristupljeno 22.09.2024. <https://www.codejig.com/en/block-based-coding/>

Cohen, L., Manion, L., Morrison, K., & Morrison, K. R. B., 2011. *Research Methods in Education*. Routledge.

Colnar v., 2023, Da li bi trebali osjetiti zemljinu rotaciju oko same sebe kao i onu oko Sunca?, epoha, <https://epoha.com.hr/2023/08/09/da-li-bi-trebali-osjetiti-zemljinu-rotaciju-oko-same-sebe-kao-i-onu-oko-sunca/>, pristupljeno: 31.07.2024.

CoSpaces <https://www.cospaces.io/about> pristupljeno: 07.08.2024.

Dr. Sushma S. T., 2013, "RESEARCH METHODOLOGY IN EDUCATION",

Hayes, A., 2023, Augmented Reality (AR): Definition, Examples, and Uses, Investopedia,

IlijanaGea, 2017, Zemljina revolucija, pristupljeno 22.09.2024. <https://ilijanagea.wordpress.com/2017/01/21/zemljina-revolucija/>

India Today, Role of AR/VR in the education system: How technology is shaping India's learning space, pristupljeno 22.09.2024. <https://www.indiatoday.in/education-today/featurephilia/story/role-of-augmented-virtual-reality-in-education-1417739-2018-12-26>

Kamińska, D., Zwoliński, G., Laska-Leśniewicz, A., i sur. 2023, "Augmented Reality: Current and New Trends in Education." *Electronics*

Kveez.com <https://kveez.com/hr/geografija/rotacija-zemlje/> pristupljeno 17.08.2024

Mendoza-Ramírez, C. E., Tudon-Martínez, J. C., Félix-Herrán, L. C., Lozoya-Santos, J. J., & Vargas-Martínez, A. 2023, "Augmented Reality: Survey." *Applied Sciences*

Nepoznat autor. (2023). *Da li bi trebali osjetiti Zemljinu rotaciju oko same sebe kao i onu oko Sunca?* Epoha. Preuzeto 22. rujna 2024. s <https://epoha.com.hr/2023/08/09/da-li-bi-trebali-osjetiti-zemljinu-rotaciju-ok-same-sebe-kao-i-onu-ok-sunca/>

Pallikonda, S., Raqshanda, S., Aitha, K., Pamu, P., 2020. "Augmented Reality in Education." *Journal of Information Technology and Digital World*

Putri, D. A., Wardanis, J., & Sari, M. M. (2023). *The Effect of Using Solar System Scope Application on Participation of Students in the Solar System Sub-Matter of SMPN 24 Banjarmasin.* Indonesian Journal of Science Education and Applied Science

Rellia, M. (2022). The Use of Augmented Reality in Teaching Geography at Primary Level. *European Journal of Alternative Education Studies*

What is a block coding?, 2022, <https://www.create-learn.us/blog/what-is-block-coding/>, pristupljeno 29.07.2024.

Wolf, J., Luchmann, D., Lohmeyer, Q., Farshad, M., & Fürnstahl, P., 2023, "How Different Augmented Reality Visualizations for Drilling Affect Trajectory Deviation, Visual Attention, and User Experience." *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*

Zulhusni M., 2024, Where is the future of augmented reality heading?, Techwire Asia, <https://techwireasia.com/2023/09/whats-the-future-of-augmented-reality-examples/> pristupljeno: 31.07.2024.

Prilog

KLASA: 042-01/24-01/00019

URBROJ: 2181-204-02-07-00001

Etičko povjerenstvo
Prirodoslovno-matematički fakultet
Sveučilište u Splitu

Split, 28. lipnja 2024.

PREDMET: Suglasnost Etičkog povjerenstva za odobrenje provedbe istraživanja Marti Omrčen-Loko

Etičko povjerenstvo Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Splitu je na svojoj elektroničkoj sjednici od 28. lipnja 2024. dalo suglasnost za provođenjem istraživanja **Marti Omrčen-Loko**, studentici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Splitu. Za potrebe diplomskog rada Marta Omrčen-Loko pod mentorstvom doc. dr. sc. Jelene Nakić, planira provesti istraživanje pod nazivom *Podučavanje učenika srednje škole uz pomoć virtualne stvarnosti*. Cilj istraživanja je utvrditi doprinosi li učenje uz pomoć virtualne stvarnosti boljem shvaćanju gradiva. Sudionici bi bili učenici srednje škole, 2. i 3. razred koji će u aktivnost dobrovoljno sudjelovati uz zajamčenu anonimnost. Predviđeno vrijeme trajanja aktivnosti bilo bi unutar jednog školskog sata. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem planiraju se koristiti za izradu diplomskog i znanstvenog rada.

Istraživanje treba biti provedeno u skladu s Etičkim kodeksom Sveučilišta u Splitu i pravilima struke, a prikupljeni podaci se smiju koristiti isključivo u navedenu svrhu.



Predsjednica Etičkog povjerenstva
doc. dr. sc. Barbara Soldo