



ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

RAZISKOVALNA NALOGA

**OBOGATENA RESNIČNOST
V TURIZMU**

Področje: Računalništvo ali telekomunikacije

Avtorja:

Jakob ARLIČ, M-4. c

Urban PUŠNIK, M-4. c

Mentorja:

mag. Matej VEBER, univ. dipl. inž.

mag. Peter ARLIČ, univ. dipl. ind. obl.

Srečanje mladih raziskovalcev, 2022
Celje, 2022

POVZETEK

Raziskovalna naloga opisuje področja uporabe poglobljene navidezne resničnosti in predvideva razvoj tovrstne tehnologije na področju turizma. Proučuje zahteve novodobnega trga in želje uporabnikov po novih uporabniških izkušnjah. Namen naloge je izdelati mobilno aplikacijo, ki uporabniku, sodobnemu turistu, omogoča vizualizacijo določenega realnega okolja z dodatki iz digitalnega sveta. Že obstoječi foto okvir na Planini pri Sevnici je v tem primeru nadgrajen z navideznima modeloma Friderika II. Celjskega in Veronike Deseniške. Po izročilu naj bi se tam tudi poročila. Izdelava tovrstne izkušnje v našem primeru zahteva kombinacijo poznavanja računalniških programov Unity, Blender in Daz 3D. S pomočjo strokovnih institucij in poznavalcev oblačilne mode poznega 14. in začetka 15. stoletja so bili v izdelavo 3D modelov vključeni elementi lokalnih posebnosti. Z lastnikom turistične ponudbe na omenjeni lokaciji je bila usklajena vizualna podoba aplikacije in načrtovana promocija ter zagon le-te. Izvedena anketa je podala potrebne odgovore za razvoj načrtovane naloge. Za raziskavo vpliva tovrstnih tehnologij na pozornost uporabnika so bile uporabljene meritve možganskih aktivnosti (EEG).

Ključne besede: potopne tehnologije, digitalni turizem, 3D modeliranje, Friderik in Veronika

ABSTRACT

The research paper describes the areas of application of Augmented Virtual Reality and envisages the development of such technology in tourism. It examines the requirements of the modern market and the desires of users for new user experiences. The objective of our project is to create a mobile application that allows the user, a modern tourist, to visualize a certain real environment with accessories from the digital world. In this case, the already existing photo frame in Planina near Sevnica is enhanced with virtual models of Frederick II of Celje and Veronica of Desenice. According to folk tradition, this is allegedly where they got married. To create this kind of experience, in our case, a combination of knowledge of computer programs Unity, Blender and Daz 3d is required. With the help of professional institutions and connoisseurs of clothing fashion of the late 14th and early 15th centuries, elements of local specialties were incorporated into the creation of the 3D models. The visual appearance of the application was coordinated with the owner of the tourist agency in the above-mentioned location, plus the promotion and the launch of the application was planned. The conducted survey provided the necessary answers for the development of the planned task. The measurements of brain activity (EEG) were used to study the effects of such technologies on the user's attention.

Key words:

Immersive technologies, digital tourism, 3D modeling, Frederick and Veronica

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 HIPOTEZE	1
1.2 CILJI RAZISKOVANJA	1
1.3 RAZISKOVALNE METODE.....	2
2 POTOPNA TEHNOLOGIJA	3
2.1 RAZŠIRJENA RESNIČNOST (XR)	4
2.2 OBOGATENA RESNIČNOST (AR)	4
2.2.1 AR OČALA IN HUD.....	5
2.3 NAVIDEZNA RESNIČNOST (VR).....	6
2.3.1 VR OČALA.....	8
2.4 MEŠANA RESNIČNOST (MR).....	8
3 DIGITALNA TRANSFORMACIJA	9
3.1 PROGRAM DIGITALNA EVROPA (DIGITAL).....	10
3.2 DIGITALIZACIJA V TURIZMU	11
3.3 POTEK DIGITALIZACIJE V EVROPSKEM TURIZMU	11
3.4 DIGITALIZACIJA V MSP-JIH	15
3.4.1 VRSTE TEHNOLOGIJ V TURISTIČNIH MSP-JIH	16
3.5 KAJ PRINAŠA DIGITALIZACIJA?.....	18
3.6 VPLIV PANDEMIJE COVID-19 NA DIGITALIZACIJO	19
3.7 ŠENTJUR TOUR	19
3.8 PANORAMSKI OKVIRJI	21
5 ZGODOVINSKO OPREDELJENA MOTIVA	24
5.1 CELJSKI GROFJE	24
5.2 NAJEMNIŠKO VOJSKOVANJE.....	25
5.3 FRIDERIK II. CELJSKI.....	26
5.4 VERONIKA DESENIŠKA	28

5.5 POVEZAVE MED FRIDERIKOM II. IN VERONIKO TER PLANINO PRI SEVNICI	29
6 MODELIRANJE	31
6.1 NAČRTOVANJE 3D MODELOV	33
6.2 PROGRAMSKO OKOLJE BLENDER	34
6.2.1 RAZLOGI ZA IZBOR PROGRAMA BLENDER	35
6.2.2 OSNOVNI POJMI ZA RAZUMEVANJE 3D MODELIRANJA	35
6.2.3 OSNOVNI NAČINI ZA DELO	36
6.3 NASTANEK MODELA FRIDERIKA II. CELJSKEGA	36
6.3.1 TELO	36
6.3.2 GLAVA	37
6.3.3 MODELIRANJE OKLEPA	39
6.3.4 MAJICA	45
6.3.5 HLAČE	45
6.3.6 PRIPOMOČKI	45
6.3.7 POLOŽAJ RAČUNALNIŠKEGA MODELA	46
6.4 NASTANEK MODELA VERONIKE DESENIŠKE	47
6.4.1 TELO	47
6.4.2 OBLEKA	48
6.4.3 IZDELAVA MODELA POKRIVALA	54
6.5 DOKONČANA MODELIRANA JUNAKA	55
7 ZAGON APLIKACIJE V PROGRAMSKEM OKOLJU UNITY	57
7.1 MINIMALNE ZAHTEVE	57
7.2 UNITY HUB	57
7.3 UNITY EDITOR	57
7.4 UNITY PISANJE PROGRAMOV	58
7.4.1 C SHARP PROGRAMSKI JEZIK	58

7.5 VISUAL STUDIO	59
7.5.1 ZAGON VISUAL STUDIA.....	59
7.6 OSNOVE PROGRAMIRANJA ZA UNITY ENGINE	61
7.6.1 FUNKCIJE	61
7.7 PROGRAM ZA ODPIRANJE IN SPREMINJANJE NASTAVITEV	63
7.8 PROGRAM ZA UPRAVLJANJE Z MENIJEM.....	64
7.9 PROGRAM ZA ZAJEMANJE ZASLONA.....	65
7.10 PROGRAM ZA IZBIRO PREDMETA V AR.....	67
7.11 PROGRAM ZA ROTACIJO PREDMETOV	68
7.12 PROGRAM ZA BRISANJE PREDMETOV V AR.....	70
7.13 VUFORIA ENGINE.....	71
8 VIZUALNA DOVRŠITEV (UPORABNIŠKI VMESNIK).....	73
8.1 NAMEN APLIKACIJE.....	73
8.2 NADGRADNJA APLIKACIJE	76
9 MERJENJE IN ANKETA.....	77
9.1 MERJENJE.....	77
9.2 ANALIZA ANKETE	80
10 ODGOVORI NA HIPOTEZE.....	86
11 MOŽNOSTI NADALJNJEGA RAZISKOVANJA	88
12 ZAKLJUČEK.....	89
VIRI IN LITERATURA	90

KAZALO SLIK

Slika 1: Snapchat filter	4
Slika 2: AR očala.....	5
Slika 3: AR HUD v avtomobilu	6
Slika 4: Soba za druženje v igri VR chat.....	7

Slika 5: VR očala.....	8
Slika 6: Primer ideje soočanja z enim izmed ukrepov za digitalizacijo turizma.....	20
Slika 7: Komunikacijski pristopi.....	20
Slika 8: Foto okvir na Planini pri Sevnici	22
Slika 9: Primer foto okvirja 1	22
Slika 10: Primer foto okvirja 2	23
Slika 11: Gradovi grofov Celjskih	25
Slika 12: Upodobitev Friderika na turnirju	26
Slika 13: Portret Friderika II.	27
Slika 14: Dokument, ki priča o Frideriku.....	28
Slika 15: Primer slikarske upodobitve Veronike.....	29
Slika 16: Uprizoritev bitke pri Nikopolisu	30
Slika 17: Geometrično narejen model robotske celice	32
Slika 18: Organsko narejeni modeli figur	32
Slika 19: Oblika meča	33
Slika 20: Računalniški izris meča	34
Slika 21: Zahteve za uporabo programa.....	35
Slika 22: Model telesa	36
Slika 23: Izdelava modela	37
Slika 24: Končni obraz.....	38
Slika 25: Način »weight paint«	39
Slika 26: Narejeno lasišče po sistemu delcev.....	39
Slika 27: Prvi model oklepa	40
Slika 28: Skica oklepa	40
Slika 29: Končni model oklepa	41
Slika 30: Reference za izdelavo oklepa.....	41
Slika 31: Material verižnika	43
Slika 32: Barvna tekstura (angl. albedo map)	43
Slika 33: Vektorsko teksturiranje (angl. normal map)	44
Slika 34: Oklep v T-pози	44
Slika 35: Primer ščita, meča in čelade iz celjskega gradu.....	46
Slika 36: Prikaz konfiguracije poze	47
Slika 37: Model Genesis 8.1 v programu Daz 3D.....	48
Slika 38: Postopek izdelave obleke z modifikatorjem tkanin	49

Slika 39: Referenčne slike.....	50
Slika 40: Barvna tekstura (angl. albedo map)	50
Slika 41: Neustrezne verzije oblek.....	51
Slika 42: Neuspela poskusa 1 in 2.....	52
Slika 43: Testiranje „padca“ obleke	52
Slika 44: Neuspeli poskusi 3, 4 in 5	53
Slika 45: Slika lutke z pokrivalom iz Celjskega gradu	54
Slika 46: Končana modela.....	55
Slika 47: Uporaba modelov v naravi.....	55
Slika 48: Preizkus na Celjskem gradu.....	56
Slika 49: Sistemske nastavitve	57
Slika 50: Predloga za pisanje programa	59
Slika 51: Zapis „void Start“.....	60
Slika 52: Zapis „void Update“.....	60
Slika 53: Zapis „public“ in „private“ spremenljivk.....	61
Slika 54: Primer uporabe funkcije.....	62
Slika 55: Priklic funkcij.....	62
Slika 56: Definiranje spremenljivke.....	63
Slika 57: Program za odpiranje in spreminjanje nastavitev	64
Slika 58: Program za prehod med scenami	65
Slika 59: Definiranje spremenljivk za zajem slik.....	66
Slika 60: Program za zajem slike	67
Slika 61: Program za izbor objekta	68
Slika 62: Program za rotacijo	69
Slika 63: Program za rotacijo	70
Slika 64: Program za brisanje predmetov AR.....	71
Slika 65: Funkcija za zaznavo objekta	72
Slika 66: Funkcija za zaznavo površine	72
Slika 67: Slika uporabniškega vmesnika.....	74
Slika 68: Montaža zraven okvirja.....	74
Slika 69: Logotip aplikacije in spletne strani	75
Slika 70: Primer gumba.....	75
Slika 71: Tematsko ozadje	76
Slika 72: Ozadje aplikacije.....	76

Slika 73: Opravljanje meritev z EEG	80
Slika 74: Vprašanje 4	82
Slika 75: Potencialno mesto za novo kategorijo	88

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Vrste uporabljenih tehnologij glede na stopnjo digitalizacije.....	17
Graf 2: Prikaz meritev EEG	77
Graf 3: Analiza odgovorov na vprašanje 1	81
Graf 4: Analiza odgovorov na vprašanje 2.....	81
Graf 5: Analiza odgovorov na vprašanje 3.....	82
Graf 6: Analiza odgovorov na vprašanje 4.....	83
Graf 7: Analiza odgovorov na vprašanje 5.....	83
Graf 8: Analiza odgovorov na vprašanje 6.....	84
Graf 9: Analiza odgovorov na vprašanje 7.....	84
Graf 10: Analiza odgovorov na vprašanje 8.....	85
Graf 11: Analiza odgovorov na vprašanje 9.....	85
Graf 12: Analiza odgovorov na vprašanje 10.....	86

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primeri digitalnih tehnologij, ki so preoblikovale turizem skozi čas	13
Tabela 2: Transformacije v turizmu zaradi digitalizacije.....	14
Tabela 3: Stopnja digitalizacije v turističnih MSP-jih	15
Tabela 4: Doprinos digitalizacije	18
Tabela 5: Meritve slike.....	78
Tabela 6: Meritve videa.....	78
Tabela 7: Meritve aplikacije.....	79

ZAHVALA

Iskreno bi se rada zahvalila mentorjema, mag. Petru Arliču in mag. Mateju Vebru, za vso pomoč pri procesu izdelovanja raziskovalne naloge. Zahvalo izrekava tudi Društvu Zlate ostroge, še posebej ge. Ireni Gorenšek, za usmeritev in pomoč pri izbiri ustrezne oblačilne mode, prav tako pa se iskreno zahvaljujeta mag. Damjanu Žeriču za korekturo zgodovinskega dela raziskovalne naloge in pa korekturo pripomočkov karakterjev. Iskreno se zahvaljujeta tudi ge. Andreji Vinko Markovič za pomoč, popravke in nasvete pri oblikovanju raziskovalne naloge in pa najini profesorici angleščine, ge. Simoni Tadeji Ribič, za vso pomoč pri oblikovanju angleškega besedila.

1 UVOD

Prodajno premoženje temelji na pridobivanju in ohranjanju kupcev. Pri tem sta zelo pomembna atraktivnost izdelka in oglaševalski pristop. Podjetja naredijo vse, da bi kupce čustveno navezala na svoje izdelke ali storitve. Pri tehnologijah atrakcij slike, besede in video vsebine niso več edina možnost pridobivanja pozornosti. V zadnjih letih smo priča neizmernemu napredku tehnologij, ki uporabniku določeno okolje ne samo prikažejo, ampak ga tudi vključijo z možnostjo interakcije. Pod omenjeno tehnologijo štejemo obogateno resničnost – AR (angl. augmented reality), virtualno resničnost – VR (angl. virtual reality), mešano resničnost – MR (angl. mixed reality) in razširjeno resničnost – XR (angl. extended reality). S tovrstnimi tehnologijami se srečujemo v prodajnih panogah, turizmu, igričarskih izdelkih in podobno. Naloga raziskuje določeno turistično znamenitost in ponuja nadgradnjo realnosti z uporabo obogatene resničnosti.

1.1 HIPOTEZE

1. Uporaba AR tehnologij poveča pozornost uporabnika v primerjavi z drugimi mediji.
2. Uporaba AR aplikacij uporabnikom ne povzroča dodatnega stresa.
3. Dosedanje AR aplikacije so uporabnikom prijazne.
4. V turizmu se pojavlja vedno več digitalizacije.
5. Okoliščine pandemije Covid-19 so prispevale k razširitvi digitalizacije.
6. Za delovanje aplikacije bo potrebno prirediti število poligonov 3D modelov.

1.2 CILJI RAZISKOVANJA

Cilj raziskovalne naloge je raziskati trenutno stanje uporabe potopnih tehnologij in digitalnih rešitev na področju turistične ponudbe, nato pa na spoznanjih in ugotovitvah izdelati mobilno aplikacijo z uporabo obogatene resničnosti za konkreten primer v občini Šentjur.

1.3 RAZISKOVALNE METODE

Za snovanje raziskovalne naloge bomo uporabili več pristopov. Najprej bomo naredili splošni pregled potopnih tehnologij in digitalizacije, nato pa bomo s pomočjo Pokrajinskega muzeja Celje in društva Zlate ostroge izdelali motiva in jih uporabili v aplikaciji. Raziskavo o splošnih poznanjih bomo izvedli s pomočjo ankete, k bolj znanstvenemu pristopu pa se bomo približali z meritvami možganskih aktivnosti z elektroencefalografskimi pripomočki.

2 POTOPNA TEHNOLOGIJA

Izraz potopna tehnologija (angl. immersive technology) se nanaša na vse tehnologije, ki digitalno razširijo ali nadomestijo resničnost za uporabnika. Tovrstna tehnologija omogoča integracijo virtualnih vsebin v našo resničnostjo in omogoča „potovanje” v navidezni svet.

Bolj natančno lahko potopno tehnologijo razložimo, tako da izpostavimo njene posamezne različice.

Najbolj znane vrste potopnih tehnologij so:

- razširjena resničnost – XR (angl. extended reality),
- obogatena resničnost – AR (angl. augmented reality),
- mešana resničnost – MR (angl. mixed reality),
- navidezna resničnost – VR (angl. virtual reality) [36, 42, 43].

Za lažje razumevanje primerjamo pojma realni svet ter navidezni – virtualni svet:

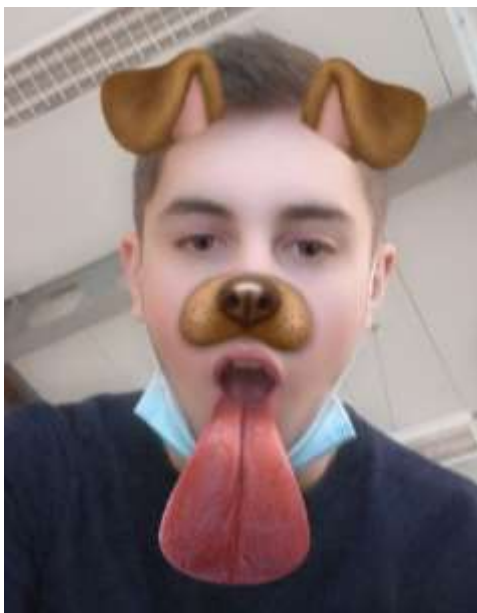
- **REALNI SVET** – živimo v realnem svetu, v tako imenovani resničnosti, ki pa jo lahko s pomočjo potopnih tehnologij vizualno spremenimo. Te spremembe so le digitalne in neresnične, zato brez potopnih naprav teh sprememb ne vidimo.
- **VIRTUALNI SVET** – je simulirana predstava svetov, ki imajo posebne prostorske in fizične lastnosti. Za te svetove velja, da so lahko kakršnikoli; taki, ki jih znamo ustvariti. Najpogosteje vidimo uporabo besed virtualni svet v svetu videoiger. Vsi svetovi v videoigrah so navidezni. V njih lahko komuniciramo z ostalimi uporabniki s pomočjo dvodimenzionalnih ali tridimenzionalnih grafičnih modelov, imenovanih avatarji. V večini primerov avatarje nadzorujemo z vhodnimi napravami, kot sta miška in tipkovnica, v zadnjih nekaj letih pa je vedno bolj razširjena uporaba potopne tehnologije, in sicer navidezna resničnost, ki je v nalogi podrobneje predstavljena [39, 40].

2.1 RAZŠIRJENA RESNIČNOST (XR)

Razširjena resničnost je izraz, ki se nanaša na vsa resnična in virtualna kombinirana okolja, ki jih ustvarjajo računalniške tehnologije in z njimi povezani izdelki.

2.2 OBOGATENA RESNIČNOST (AR)

Obogatena resničnost ustvarja poglobljeno izkušnjo za uporabnike, in sicer s kombiniranjem resničnosti z virtualnimi elementi, zvoki ali drugimi senzoričnimi dražljaji. Obogatena resničnost se hitro širi zaradi enostavnosti uporabe. Večina nas uporablja tovrstno tehnologijo na mobilnih telefonih, kot je na primer aplikacija Snapchat. V tej aplikaciji je mnogo filtrov, s katerimi lahko spremenimo izgled naših fotografij.



Slika 1: Snapchat filter

(Vir: osebni vir)

AR tehnologije uporabljajo za delovanje procesor, zaslon, senzorje ter vhodne naprave. Poznamo štiri tipe AR tehnologij glede na njihovo delovanje:

- AR tehnologije, ki temeljijo na vizualnih markerjih, za delovanje uporabljajo vizualne oznake. V naši nalogi je to panoramski foto okvir.

- AR tehnologije lahko za delovanje uporabljajo GPS podatke ali digitalni kompas, merilnik hitrosti ali merilnik pospeška. Google Maps Live View uporablja AR brez oznak za navigacijo uporabnikov do zelenega cilja.
- AR tehnologije lahko projicirajo umetno svetlobo na poljubno površino. Raziskovalci v skupini Digital Nature Group so na primer za ustvaritev hologramske izkušnje uporabili laserje, ogledala in kamere.
- AR tehnologije lahko delno ali v celoti prekrijejo prvotni izgled nekega predmeta in mu popolnoma spremenijo izgled. Dodajo mu lahko nove elemente. Na primer v podjetju IKEA njihove aplikacije s pomočjo teh tehnologij omogočijo uporabnikom predogled pohištva v svoji hiši kar na pametnem mobilnem telefonu.

Slabost razširjene resničnosti pa je, da lahko spreminjamo, premikamo in vplivamo na te virtualne elemente le s pomočjo gumbov na naših AR napravah [17, 38].

2.2.1 AR očala in HUD

Med AR tehnologije štejemo tudi naše pametne mobilne telefone. Naslednji hit, v katerega vlagajo mnoga podjetja, so AR očala, ki so podobna navadnim, a se lahko na steklih prikazujejo AR elementi.



Slika 2: AR očala

(Vir: artlabs.ai)

Poznamo pa tudi tako imenovan heads-up zaslon (HUD), ki deluje na podoben način kot AR očala [1, 2].



Slika 3: AR HUD v avtomobilu

(Vir: www.huaweicentral.com)

2.3 NAVIDEZNA RESNIČNOST (VR)

VR tehnologije postavijo uporabnika v popolnoma simulirano okolje (virtualni svet).

Obstajajo različne vrste VR izkušenj, ki jih ločimo glede na to, koliko čutil lahko stimulirajo:

- Pri nepotopni VR tehnologiji se stimulira le nekaj uporabnikovih čutov, kar uporabniku omogoča, da ohrani zavest o fizičnem okolju, torej zunaj navidezne resničnosti. Najboljši primer te tehnologije so VR očala.
- Polpotopna VR tehnologija izkorišča več čutil kot nepotopna, vendar vseeno ne vseh. Na primer simulacija letenja omogoča pilotom, da se naučijo leteti z različnimi letali preko realističnih zaslonov, ki simulirajo različne izkušnje med letom.
- Nazadnje, polnopotopna VR tehnologija spodbuja vsa čutila uporabnika. Infinadeck je na primer ustvaril večkanalno tekalno stezo, ki uporabnikom omogoča celo gibanje v virtualnem okolju.

Uporaba VR tehnologij:

- Usposabljanje delavcev, pilotov, z uporabo simulatorjev, kjer uporabnik s pomočjo vhodnih pripomočkov (npr. igralna konzola) nadzoruje dogajanje v simulaciji.
- V 4D kinodvoranah so poleg osnovnih elementov videa in zvoka vključene naprave, ki naredijo dogajanje bolj realno. Na primer premikajoči se sedeži, naprave za veter.
- Najbolj razširjena uporaba VR tehnologij je v videoigrah, kjer ljudje uporabljajo tovrstno tehnologijo za igranje video iger. Ena izmed najpopularnejših je VRChat, v katerem se lahko ljudje srečujejo v virtualnih svetovih, kjer se družijo, pogovarjajo in počenjajo vse vrste aktivnosti [3].



Slika 4: Soba za druženje v igri VR chat

(Vir: www.windowcentral.com)

2.3.1 VR očala

VR očala so najširše uporabljena vrsta VR tehnologije. Največ se jih uporablja v industriji računalniški iger, se pa uporabljajo tudi v raznih simulatorjih. Očala imajo za prikaz slike dva zaslona, stereo slušalke in senzorje za sledenje premikanja glave. Večina novejših očal ima tudi senzorje za sledenje pogleda ter igralne ploščke, s katerimi se v igrah nadzoruje avatarje [41].



Slika 5: VR očala

(Vir: www.bestbuy.com)

2.4 MEŠANA RESNIČNOST (MR)

Mešana resničnost (MR) je na voljo v številnih različicah in je običajno vizualizirana kot razpon med AR in VR tehnologijo. Tako kot AR tudi MR implementira virtualne elemente v realni svet. MR naprave, kot je HoloLens (holografski računalnik, ki se nosi kot prozorna VR očala), omogočajo uporabnikom, da navidezne predmete postavljajo v fizične prostore, z njimi manipulirajo in komunicirajo direktno brez potrebe po posrednih napravah (zaslon telefona).

MR tehnologije se uporabljajo na različnih področjih, kot na primer v izobraževanju ali za zabavo (TV šovi in filmi, igralne konzole ...) [28].

3 DIGITALNA TRANSFORMACIJA

Digitalna transformacija je proces uporabe digitalnih tehnologij za ustvarjanje novih – ali spreminjanje obstoječih – poslovnih procesov, kulture in izkušenj strank, da bi izpolnili spreminjajoče se poslovne in tržne zahteve. To preoblikovanje poslovanja v digitalni dobi im. digitalna preobrazba.

Digitalna transformacija presega tradicionalne vloge, kot so prodaja, trženje in storitve za stranke. Namesto tega se digitalna preobrazba začne in konča s tem, kako uporabnik razmišlja o strankah in z njimi sodeluje. Za upravljanje poslovanja ima uporabnik ob prehodu od papirja k preglednicam, k pametnim aplikacijam priložnost, da si z digitalno tehnologijo ponovno zamisli, kako poslovati – kako pritegniti stranke.

Za mala podjetja, ki šele začenjajo s poslovanje, ni potrebno, da naredijo poslovne procese, ki jih morajo pozneje preoblikovati. Podjetja si lahko že v osnovi zagotovijo, da bodo odporna na razvoj v prihodnosti. Graditi podjetje v 21. stoletju z nalepkami in ročno pisanimi knjigami ni trajnostno. Digitalno razmišljanje, načrtovanje in gradnja popeljejo podjetje do okretnosti, fleksibilnosti in pripravljenosti na njegovo rast.

Z digitalno preobrazbo podjetja delajo korak nazaj in ponovno preučujejo vse, kar počnejo, od notranjih sistemov do interakcij s strankami tako na spletu kot osebno. Postavljajo velika vprašanja, kot so „Ali lahko spremenimo naše procese na način, ki bo omogočil boljše odločanje, učinkovitost, ki spreminja igro, ali boljše izkušnjo strank z bolj osebnimi pristopi?“

Zdaj smo trdno zasidrani v digitalni dobi in podjetja vseh vrst ustvarjajo pametne, učinkovite in moteče načine za izkoriščanje tehnologije. Odličen primer slednjega je Netflix. Podjetje je začelo delovati, tako da je omogočilo izposojanje videov in s tem zmotilo fizična izposojevalna video podjetja. Nato so digitalne inovacije omogočile obsežno pretakanje videov preko spleta. Danes Netflix naenkrat prevzema tradicionalno oddajanje videov in celo kabelska televizijska omrežja ter produkcijske studije, tako da ponuja vedno večjo knjižnico vsebin na zahtevo po izjemno konkurenčnih cenah. Digitalizacija je Netflixu omogočila ne le pretakanja video vsebin neposredno strankam, temveč tudi pridobitev vpogleda v gledalske navade in želje brez primere. Te podatke uporablja za obveščanje o vsem, od oblikovanja svoje uporabniške izkušnje do razvoja oddaj in filmov prve izvedbe v

lastnih studiij. To je digitalna transformacija v akciji: izkoriščanje razpoložljivih tehnologij za informiranje o tem, kako podjetje deluje.

Ključni element digitalne preobrazbe je razumevanje potenciala neke tehnologije. To ne pomeni, da se sprašujemo, koliko hitreje lahko naredimo stvari na enak način, ampak pomeni, da se vprašamo, česa je naša tehnologija v resnici sposobna in kako lahko prilagodimo svoje poslovanje in procese, da bi kar najbolje izkoristili naše tehnološke naložbe [18].

3.1 PROGRAM DIGITALNA EVROPA (DIGITAL)

Digitalna tehnologija in infrastruktura imata ključno vlogo v našem zasebnem življenju in poslovnem okolju. Zanašamo se nanje pri komuniciranju, delu, napredku znanosti in odgovoru na aktualne okoljske probleme. Hkrati je pandemija Covid-19 poudarila ne le vprašanje, koliko se zanašamo na svojo tehnologijo, da nam bo na voljo, ampak tudi vprašanje, kako pomembno je, da Evropa ni odvisna od sistemov in rešitev iz drugih regij sveta. V namen dosegu tega cilja je Evropska Unija ustanovila program Digital.

Program Digitalna Evropa bo zagotovil strateško financiranje za odgovor na te izzive in bo podpiral projekte na petih ključnih področjih zmogljivosti, in sicer na področjih:

- superračunalništva (2,2 milijarde €),
- umetne inteligence (2,1 milijarda €),
- kibernetike varnosti (1,6 milijarde €),
- naprednih digitalnih znanj (577 milijonov €) in
- zagotavljanja široke uporabe digitalnih tehnologij v gospodarstvu in družbi, vključno z digitalnimi inovacijskimi središči (ta pomagajo podjetjem, da se ta dinamično odzivajo na digitalne izzive in postanejo konkurenčnejša) (1,1 milijarda €).

Z načrtovanim skupnim proračunom v višini 7,5 milijarde € (v trenutnih cenah) želi pospešiti okrevanje gospodarstva in oblikovati digitalno preobrazbo evropske družbe in gospodarstva, kar bo koristilo vsem, zlasti pa malim in srednje velikim podjetjem.

Program Digitalna Evropa ne bo obravnaval teh izzivov ločeno, temveč bo dopolnjeval financiranje, ki je na voljo že v drugih programih EU, kot sta Horizon Europe programme

za raziskave in inovacije ter Connecting Europe Facility za digitalno infrastrukturo (prispeva k projektom povezljivosti, kot je vzpostavitev omrežji Gigabit in 5G po celotni EU), Sklad za oživitve in odpornost ter strukturni skladi (the Recovery and Resilience Facility and the Structural funds). Ti programi so del naslednjega dolgoročnega proračuna EU, večletnega finančnega okvira med leti 2021 in 2027 [9].

3.2 DIGITALIZACIJA V TURIZMU

Digitalne tehnologije so prinesle pomembno preobrazbo tudi v turistični industriji. Revolucionarno so spremenile turistična podjetja, produkte in izkušnje, poslovne ekosisteme ter turistične destinacije. Digitalizacija je spremenila tudi tradicionalne vloge turističnih proizvajalcev in potrošnikov, pri čemer so se pojavile nove vloge, odnosi, poslovni modeli in kompetence. Vzpon digitalnih platform je povečal raznolikost in obseg turističnih produktov, storitev in izkušenj, funkcionalnost na zahtevo, ki pospešuje hitrost gospodarskih transakcij, zavedanje trga in povratne informacije. Ti premiki so ustvarili nove priložnosti ter izzive za turistična mala in srednje velika podjetja (MSP), saj si prizadevajo izpolniti zahteve potrošnikov ter doseči nove trge. Usklajena prizadevanja za spodbujanje inovativnosti digitalnih kultur v turističnih MSP-jih lahko zagotavljajo, da so evropske destinacije globalno konkurenčne. Raznolikost in kompleksnost podsektorjev turizma, različni izzivi v mestnih, podeželskih in otroških destinacijah ter različni izzivi, ki se kažejo v različnih institucionalnih sistemih po Evropi, predstavljajo izzive za krepitev zmogljivosti in regulativne izzive za digitalni turistični ekosistem [10].

3.3 POTEK DIGITALIZACIJE V EVROPSKEM TURIZMU

Evropska Komisija svojo podporo turizmu deli za štiri različne namene, ti pa so:

- Izboljšati poslovno okolje in povečati naložbe v turističnem sektorju z bolj učinkovito uporabo razpoložljivega EU proračuna.
- Spodbuditi digitalizacijo in uporabo spletnih marketinških in distribucijskih orodij v industriji, da se podjetja srečujejo z novimi trendi in izpolnjujejo pričakovanja potrošnikov.

- Izboljšati veščine ter kompetence turističnega sektorja, da izboljšajo poklicne možnosti, in podpreti industrijo pri iskanju ter zadrževanju strokovnjakov s pravimi veščinami.
- Dvigniti prepoznavnost Evrope kot turistične destinacije z namenom dopolnjevanja promocijskih prizadevanj tako na nacionalni ravni kot tudi na regionalni ravni ter privabiti več turistov v Evropo.

Ustvaritev enotnega digitalnega trga predstavlja Evropi izziv. Kajti vloga Evropske Komisije je odpravljati ovire na enotnem digitalnem trgu in poenostavitvi njegov razvoj. Naloga ustvarjanja in vzdrževanja podporne „politike“ in okolja, ki ustvarja digitalizacijo, pa je na turističnih organizacijah in javnih administracijah v državah članicah EU.

Glede na raziskavo OECD (Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj) o največjih izzivih, kako enotno digitalizirati 31 držav, so bili trije najpomembnejši izzivi za vlade držav članic:

- pomanjkanje ozaveščenosti, izvajanja in izvrševanja,
- nezadostne spretnosti, usposobljenosti in izobraženosti,
- usklajevanje upravljanja več akterjev, več zainteresiranih strani na več ravneh.

Kljub temu različne ravni strokovnega znanja, razpoložljivost kapitala, razpoložljivost infrastrukture, stroški in zanesljivost, dostop do nadarjenost in zmogljivosti poslovnih ekosistemov povzročajo neenakomerne možnosti za digitalizacijo. V turizmu to še dodatno poslabša velik delež MSP-jev, ki so značilna za turistični sektor, ki so rada tradicionalna in ne rada tvegajo [8, 9].

Tabela 1: Primeri digitalnih tehnologij, ki so preoblikovale turizem skozi čas

1. faza (1990–2000)	2. faza (2000–2010)	3. faza (2010–)
elektronske blagajne finančna programska oprema mobilni telefoni e-pošta internet internetno bančništvo pisarniška programska oprema videokonferenca spletne strani destinacijske karte	pametni telefoni programska oprema za grafično oblikovanje in modeliranje sistemi za upravljanje nepremičnin računalniški sistemi za izdajo vstopnic računalniški sistemi za nadzor zalog spletne rezervacije sistemi za rezervacije strank trženje po e-pošti sistemi za odnose s strankami	AR, VR mobilne aplikacije računalništvo v oblaku in spletno shranjevanje podatkov nosljive tehnologije socialni mediji googlova analitika spletne strani z mnenji spletna okolja za sodelovanje – splet 2.0 klepetalni roboti in takojšnji nasveti vrstniška produkcija

(Vir: Digitalizacija v turizmu)

Tabela 2: Transformacije v turizmu zaradi digitalizacije

MOTNJE	Napovedna analitika izboljšuje upravljanje. Motnje na uveljavljene operaterje in pritisk za ponovno zasnovo tradicionalnih poslovnih modelov. Vzpon platformske ekonomije in poslovanja na zahtevo. Nove priložnosti za ustvarjanje vrednosti. Pojav globalnih vrednostnih verig.
NOVE PRILAGODITVE DESTINACIJ	Digitalizacija omogoča večjo prilagoditev izkušenj obiskovalcev, pojavijo se nove prilagojene destinacije.
NOVI POSLOVNI MODELI, VERIŽNE VREDNOSTI IN EKOSISTEMI	Novi akterji, kot so spletne platforme, delujejo kot posredniki informacij (npr. Expedia, TripAdvisor itd.), ki ponujajo številne storitve, ki jih običajno ponujajo turistične organizacije. Digitalne platforme (npr. Airbnb, Uber) se širijo izven namestitvenih storitev, da bi koordinirali in olajšali izkušnje obiskovalcev na destinaciji.
SPREMEMBA VLOG POTROŠNIKOV IN PROIZVAJALCEV	Obiskovalci so postali potrošniki, ki aktivno proizvajajo in uživajo lastne izkušnje. Ti prevzamejo različne vloge, vključno z rezervacijo, samovodenjem, pregledovanjem, deljenjem in trženjem destinacij.
NOVE VLOGE ZA TURISTIČNE ORGANIZACIJE	Destinacijsko trženje in razvoj produktov ter tradicionalni vlogi turističnih organizacij se preoblikujejo. Te organizacije se vse bolj znajdejo v vlogah pospeševanja in krepitev zmogljivosti z vse manj neposrednega vpliva na razvoj destinacij, inovacije in trženja.

(Vir: Digitalizacija v turizmu)

3.4 DIGITALIZACIJA V MSP-JIH

Leta 2018 so nizozemski študenti naredili raziskavo, usmerjeno le v digitalizacijo v turizmu.

Anketirali so 2987 turističnih MSP-jev, ki so jih razdelili na 5 regij in jim določili stopnjo digitalizacije (majhna in srednja raven digitalizacije).

Tabela 3: Stopnja digitalizacije v turističnih MSP-jih

LEVEL OF DIGITALISATION (Q1)			
	No. of SMEs	Low %	Medium %
Nordic/Social democratic	391	39.64	69.36
Continental/corporatist	1,132	48.94	50.71
Mediterranean/clientelism	649	44.07	55.62
Eastern/post-communist	582	56.53	43.47
Anglo-Saxon/neoliberal	143	43.36	56.64
TOTAL	2,987		

(Vir: Digitalisation in Tourism – European Commission)

Te ugotovitve kažejo, da lahko zgodovinska in politično-institucionalna dinamika ter politične lastnosti, značilne za te sisteme, igrajo veliko vlogo pri digitalizaciji. Višja stopnja izobrazbe, boljša dostopnost do digitalnih tehnologij, razpoložljivost socialne mreže in višja poraba javnega sektorja so lahko razlogi za višjo stopnjo digitalizacije v nordijskih državah v primerjavi s postkomunističnimi državami.

Nekateri sogovorniki so ob priznavanju vrednosti digitalizacije tudi opozorili pred pospeševanjem hitrosti sprememb, kjer nekatere države, regije in konteksti ne morejo ali nočejo slediti tempu preobrazbe [10].

3.4.1 Vrste tehnologij v turističnih MSP-jih

Rezultati raziskave so pokazali, da imajo turistični MSP-ji vključene številne osnovne tehnologije, povezane z e-poslovanjem. Vendar pa modernejšie tehnologije, ki bi naznanile srednjo ali celo višjo stopnjo digitalizacije, niso bile tako pogoste.

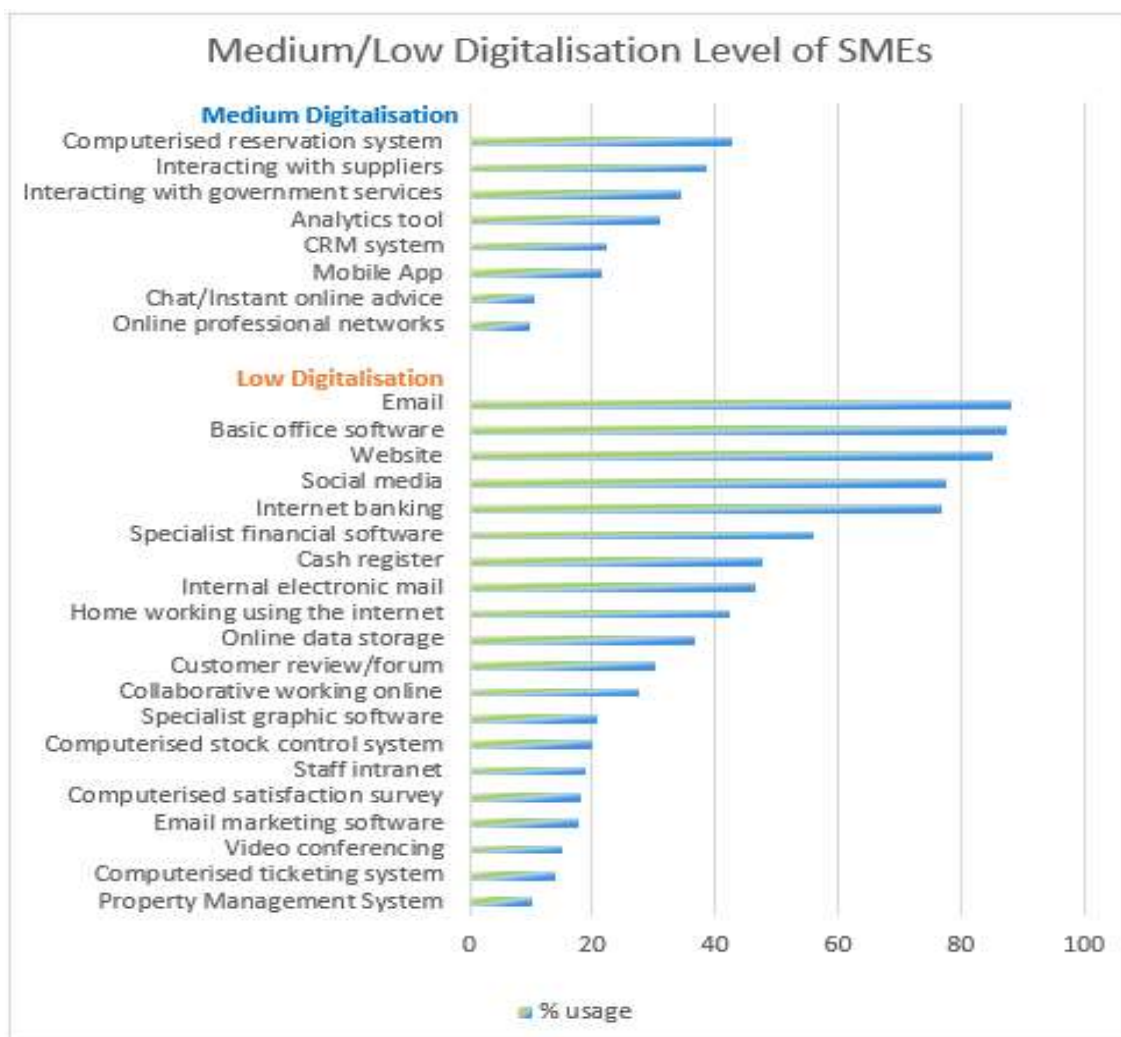
Njihove ugotovitve lahko zapišemo z besedami:

„Nekaj malih in srednjih podjetij je na dobri digitalni poti, a obstaja tudi „zelo velika sredina“ MSP-jev, ki nimajo časa, denarja ali spodbude za digitalizacijo. Morda jim vsem ni treba.“ [10]

Ta ugotovitev je skladna z opažanji intervjuvanih udeležencev, ki se nanaša na konservativen značaj turističnih MSP-jev. Zdi se, da so na splošno bolj konservativni pri uvajanju novih tehnologij, ko koristi niso takoj vidne.

MSP-ji, za katera je značilna srednja stopnja digitalizacije, so bili zainteresirani za uvedbo novih digitalnih tehnologij, saj imajo jasno vizijo vloge digitalizacije v njihovem poslovanju [10].

V sledečem grafu lahko vidimo, koliko od izprašanih MSP-jev uporablja določene tehnologije:



Graf 1: Vrste uporabljenih tehnologij glede na stopnjo digitalizacije

(Vir: Digitalisation in Tourism – European Commission)

3.5 KAJ PRINAŠA DIGITALIZACIJA?

Tabela 4: Doprinos digitalizacije

PRILOŽNOSTI	PROBLEMI	MOTIVACIJE	OVIRE
pridobitev strank	usposabljanje zaposlenih na področju novih tehnologij	izboljšanje spletne prisotnosti in konkurenčnosti	pomanjkanje financ
boljša spletna prepoznavnost blagovne znamke	stroški in nepredvidljiva povrnitev le-teh, nepredvidljiv zaslužek	izboljšana rast podjetij	trenutna raven tehnologij zadostuje za večino podjetij
širša mednarodna dostopnost	nezmožnost identifikacije poslovne priložnosti	optimistične prihodnje priložnosti	visoki stroški usposabljanja
boljša kvaliteta storitev	nezadostno tehnološko znanje	boljše soočanje s sezonskim delovanjem podjetij	hitro spreminjanje tehnologije
povečano zadovoljstvo strank	pomanjkanje primernih „iz prodaje“ izdelkov znotraj proračuna	izboljšava omrežij	stroški hitre širokopasovne povezave

(Vir: Digitalisation in Tourism – European Commission)

3.6 VPLIV PANDEMIJE COVID-19 NA DIGITALIZACIJO

Pandemija Covid-19 je povzročil hitre spremembe v vsakdanjem življenju, v načinu dela in v digitalizaciji. Lahko bi rekli, da so nas okoliščine ob pojavu novega koronavirusa prisilile k hitrejšemu in uspešnejšemu uvajanju sprememb. Ob pričetku pandemije ni bil nihče res pripravljen, zato so se različna okolja, države in gospodarstva morala različno znajti. Npr. v šoli so bili nekateri učenci zelo veseli, da se pouk izvaja od doma, a je imelo to za posledico veliko težav. Niti učenci niti učitelji niso bili veščji uporabe raznih aplikacij, kot so MS Teams ali Zoom.

Del gospodarstva se je moral soočiti s tem, kako to krizno obdobje sploh preživeti, medtem ko si je drugi del gospodarstva zastavljal vprašanja, kako se situaciji prilagoditi, kako izboljšati poslovanje glede na nove razmere. Zaradi tega so začeli uvajati dela od doma, redno video komunikacijo s sodelavci ter vpeljavo orodij za podporo skupinskemu in projektnemu delu, sestankom, delavnicam ter konferencam, sodelovanju v procesih potrjevanja in odločanja ... Seveda je vse to potekalo digitalno, na daljavo. Posledično lahko govorimo o „navajanju” prebivalstva na komunikacijske tehnologije.

Uvedba digitalnega komuniciranja na večini delovnih mestih, šolah ipd. je doprinesla tudi nekakšno zaupanje v tovrstno tehnologijo, prav tako pa je v digitalni svet uvedla ljudi, ki niso bili veščji tovrstne tehnologije. Njena uporaba je prisotna v vsakdanjem življenju že dobri 2 leti. Na spremembe smo se navadili. Posledično so aplikacije, QR kode, virtualni sestanki del našega vsakdana, zato so lahko marketinške tehnologije tudi kompleksnejše [33].

3.7 ŠENTJUR TOUR

Občina Šentjur ima svoj vodnik za turiste, imenovan Šentjur tour, ki je dostopen tako na spletni strani kot tudi v fizični, tiskani obliki. Na spletni strani ponujajo več opcij za uporabnike, in sicer se glava spletne strani deli na kategorije:

- Znamenitosti
- Doživetja
- Ponudba

- Prireditve
- Aktualno

Pod kategorijami se lahko najdejo aktualne novice in dogodki. Na spletni strani občine Šentjur pa je objavljen Program razvoja turizma občine Šentjur do leta 2030. To je javno dostopen dokument, v katerem so podrobneje opisani prihajajoči projekti za turizem. V tem dokumentu je tudi poglavje o digitalizaciji, v katerem so navedeni cilji projektov in nameni, kako le-te doseči.

2.1.3 Digitalizacija turističnih produktov	Digitalizirati muzejske zbirke in jih prenoviti, prav tako smiselno digitalizirati tudi ostale turistične produkte.	4. Digitalizacija vseh zbirk – posodobitve postavitev (vpeljava novih sodobnih prikazov), digitalni sprehodi skozi zbirke ... 5. Obogatitev foto in video materiala ponudnikov z namenom učinkovite promocije	RA Kozjansko, Občina Šentjur, upravitelji zbirk
---	---	--	---

Slika 6: Primer ideje soočanja z enim izmed ukrepov za digitalizacijo turizma

(Vir: www.sentjur.si)

Ukrep 3.3 Komunikacijski pristopi	3.3.1 Osrednje turistično spletno mesto	Redno vzdrževanje, posodabljanje in nadgrajevanje www.turizem-sentjur.com .	6. Redna aktivnost	RA Kozjansko
	3.3.2 Družabna omrežja	Redno in načrtno objavljane na družabnih omrežjih Facebook, Instagram, Youtube.	7. Redna aktivnost – skladno z letnim načrtom	RA Kozjansko
	3.3.3 Foto in video produkcija	Redno osveževanje celotne fototeke in snemanje kratkih promocijskih in osveževalnih video vsebin.	8. Redna aktivnost na ravni destinacije 9. Pomoč pri promocijskih foto in video vsebinah za ponudnike	RA Kozjansko

Slika 7: Komunikacijski pristopi

(Vir: www.sentjur.si)

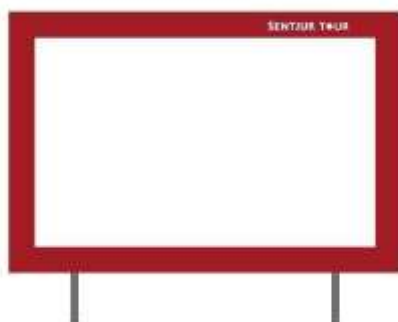
Zaradi zgoraj omenjenih bodočih projektov smo se odločili izdelati aplikacijo z namenom digitalizirati zgodovinske znamenitosti. V nadaljevanju pa bo najverjetneje uvedena aplikacija na spletni strani občine, kar bi lahko pripomoglo k objavljanju na družabnih omrežjih in osveževanju galerije slik [19].

3.8 PANORAMSKI OKVIRJI

Beseda panorama ali pa besedna zveza panoramska fotografija označuje način fotografiranja, pri katerem zajamemo vodoravno razširjeno fotografijo, ki je običajno fotografija zunanje pokrajine. Lahko bi rekli, da gre za poudarek na fotografiji okolja. Panoramski okvir (foto okvir) je fizični objekt, namenoma postavljen tako, da zajame najboljše fotografske značilnosti okolja.

Panoramski okvirji so torej okvirji, postavljeni v zunanje okolje, tako da njihova notranjost omeji realno panoramo tamkajšnje narave ali kulturne dediščine, skratka zanimivosti, vredne turistične pozornosti. Običajno lahko govorimo o okvirjih, širine in dolžine nekaj metrov (pri pravokotno profiliranih okvirjih je običajno razmerje 3 : 2). Poznani so tudi kot točka za fotografiranje (angl. photo point), kjer oblika ni omejena. Okvirji omogočajo najbolj optimalno sliko z okolico, zakrijejo morebitne neželene detajle in zajamejo željeni kader.

V nalogi je zajet obstoječi foto okvir na Planini pri Sevnici. Postavljen je tako, da zajame veduto vzpetine z Gradom Planina. V tehničnem smislu načrtovane izdelave mobilne aplikacije ta okvir služi kot tarča modela, podrobnejše delovanje pa bo opisano kasneje. Občina Šentjur je v tem primeru izdelala foto okvir, ki ima tudi funkcijo klopi. Namen je, da se turistom omogoči posedanje in uživanje v razgledu. Naloga pa je zasnovana tako, da ponudi še digitalno izkušnjo. Obiskovalci se poleg uokvirjene fotografije lokalne znamenitosti fotografirajo tudi z imaginarnima junakoma – Friderikom in Veroniko ter delijo fotografije na spletnih portalih.



Slika 8: Foto okvir na Planini pri Sevnici

(Vir: osebni vir)



Slika 9: Primer foto okvirja 1

(Vir: www.artandarchitecture-sf.com)



Slika 10: Primer foto okvirja 2
(Vir: www.bostonmagazine.com)

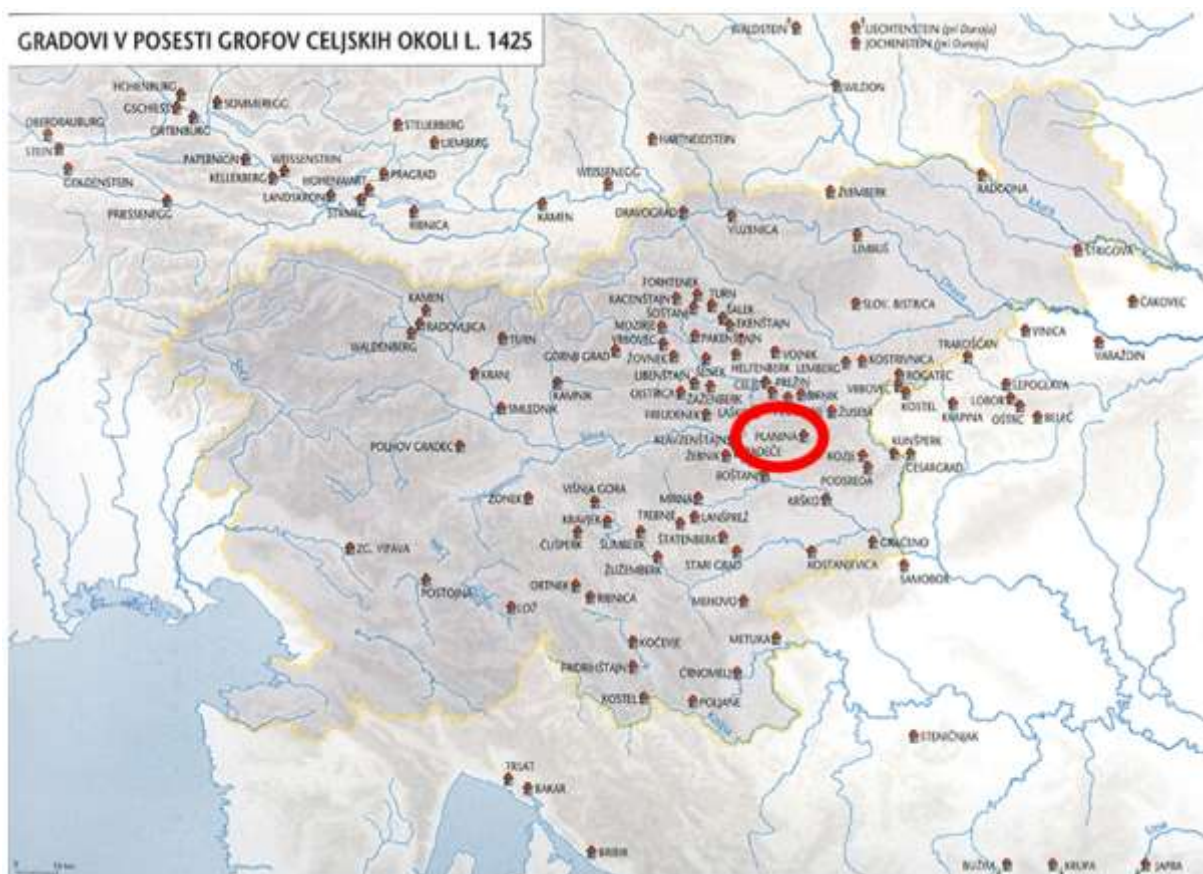
5 ZGODOVINSKO OPREDELJENA MOTIVA

Izdelali smo dva računalniška modela v namišljeni podobi Friderika II. Celjskega in Veronike Deseniške.

Pri oblikovanju je bilo pomembno, da je model ustrezal vizualnemu opisu modeliranih oseb, zato so bile potrebne reference, preko katerih smo dobili smernice za izdelavo. Pri tem sta nam pomagala Pokrajinski muzej Celje in Društvo Zlate ostroge. Raziskovanje zelenih motivov je potekalo v več fazah. Najprej smo uporabili informacije iz svetovnega spleta, kasneje pa jih preveriti v muzeju in društvu. Modela smo nato večkrat popravili ali pa popolnoma spremenili glede na dobljene informacije. Upoštevati je bilo potrebno zgodovinska dejstva in motiv narediti dovolj atraktiven za novodobnega uporabnika. Čeprav je Friderik II. Celjski večino časa nosil vsakdanja oblačila višjega sloja, smo bili mnjenja, da bi zaradi prepoznavnosti in atrakcije model izdelali z oklepom in ščitom.

5.1 CELJSKI GROFJE

Rodbina grofov in knezov Celjskih je bila najmočnejša srednjeveška rodbina z izvorom in sedežem na današnjem slovenskem ozemlju. Prvotno svobodni gospodje Žovneški so po izumrtju rodbine grofov Vovbrških leta 1322 pridobili številna posestva na južnem Štajerskem (npr. Celje, Žalec, Mozirje, Gornji Grad, Šoštanj, Šalek, Vojnik, Laško, Planino, Podsredo, Kozje). Leta 1341 je cesar Ludvik Bavarski Žovneške povzdignil v grofe Celjske. Vojaško najemništvo, skrbno načrtovane poročne zveze in kapitalske povezave z judovskimi bankirji so Celjskim omogočili pridobivanje številnih gradov, gospostev, mest in trgov s pripadajočimi pravicami. S povečano finančno močjo so izkoriščali stisko propadajočih plemiških družin in od njih odkupovali posestva. Na tak način so Celjski v letih 1339–1345 pridobili tudi grad in gospostvo Planina (pri Sevnici) s trgov in deželskim sodiščem [5, 12, 13, 15, 20, 21].



Slika 11: Gradovi grofov Celjskih

(Vir: zimk.zrc-sazu.si)

5.2 NAJEMNIŠKO VOJSKOVANJE

Najemniško vojskovanje je v 14. stoletju pomenilo enega glavnih celjskih finančnih virov ter omogočalo uspešno grajsko politiko in teritorialno ekspanzijo.

Friderik II. je do razdora leta 1425 sodeloval z očetom Hermanom pri vodenju družinske politike. Z njim je bil na koncilu v Konstanci, kjer je marca leta 1415 na turnirju premagal habsburškega vojvodo Friderika Tirolskega (upodobitev v ilustrirani kroniki Ulrika von Richentalu).



Slika 12: Upodobitev Friderika na turnirju

(Vir: www.wikiwand.com)

5.3 FRIDERIK II. CELJSKI

Friderik II., najstarejši sin Hermana II. in grofice Ane Schaunberške, se je rodil leta 1379 v Celju. Herman II. je že leta 1388 uredil Friderikovo zaroko z Elizabeto Frankopansko, ki je izhajala iz ene najbogatejših in najvplivnejših hrvaških grofovskih družin. Friderik in Elizabeta sta se nekaj let po rojstvu sina Ulrika začela vse bolj oddaljevati drug od drugega in zadnjih osem let živela vsak na svojem gradu. Po Elizabetini smrti se je Friderik proti očetovi volji poročil z Veroniko Deseniško. Friderik, ki je bil osebnostno popolnoma

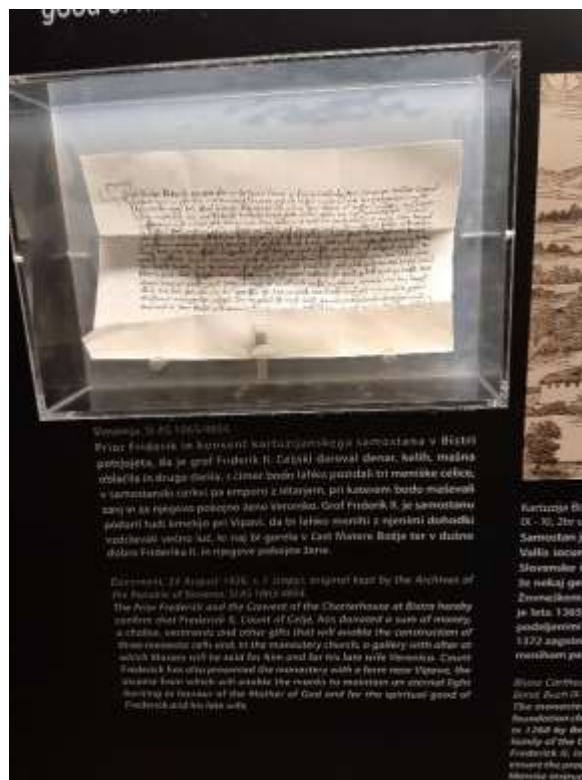
drugačen od svojega očeta Hermana, se je umaknil iz javnega delovanja. Odnos z očetom se je ohladil in naposled privedel do sovražnosti. Herman je ukazal svojega sina zajeti, pozneje pa ga je zaprl v grajsko ječo [5, 11, 13].



Picture 109: Friedrich II of Cely, portrayed according to anthropomorphic, anthropometric and facial shape characteristics, determined with a high degree of probability from his skull (17). Work of the Army-art painter Rudi Spitzel (1999)

Slika 13: Portret Friderika II.

(Vri: www.geni.com)



Slika 14: Dokument, ki priča o Frideriku

(Vir: osebni vir)

5.4 VERONIKA DESENIŠKA

Veronika Deseniška, druga žena Friderika II. Celjskega, je umorjena 17. oktobra 1425 na gradu Ojstrica pri Vranskem. Pridevek ob imenu se je v zgodovinopisju in književnosti skoraj vselej povezoval z imenom vasi in sedežem župnije Desenič, ki leži južno od Velikega Tabora v hrvaškem Zagorju, za kar pa govori le podobnost imena in kraja v bližini Friderikovih posesti. Po Celjski kroniki naj bi bila Veronika viteškega rodu, torej nižjega stanu od moža. Friderik sam jo je, ko je prosil Benetke za zatočišče, predstavil kot „dvorjanko ogrskega kralja“ in „hčer nekega velikega ogrskega barona“. Herman je Veroniko obtožil čarovništva in proti njej sprožil sodni proces. Sodišče je Veroniko oprostilo, kljub temu pa ni mogla ubežati Hermanovi jezi. Veronika je bila usmrčena z utopitvijo v bližini gradu Ojstrica leta 1425 [7, 16].



Slika 15: Primer slikarske upodobitve Veronike

(Vir: osebni vir)

5.5 POVEZAVE MED FRIDERIKOM II. IN VERONIKO TER PLANINO PRI SEVNICI

Znano je, da so imeli celjski grofje vse do izumrtja v lasti tudi kraje, od koder naj bi izvirala Veronika Deseniška. Celjski so začeli posesti na Hrvaškem pridobivati po bitki pri Nikopolju leta 1396, kjer je Herman rešil življenje ogrskemu kralju Sigismundu Luksemburškemu. V letih 1397–1399 mu je Sigismund dodelil mesto Varaždin, Zagorsko grofijo in vrsto drugih posesti na Hrvaškem.



Slika 16: Uprizoritev bitke pri Nikopolisu

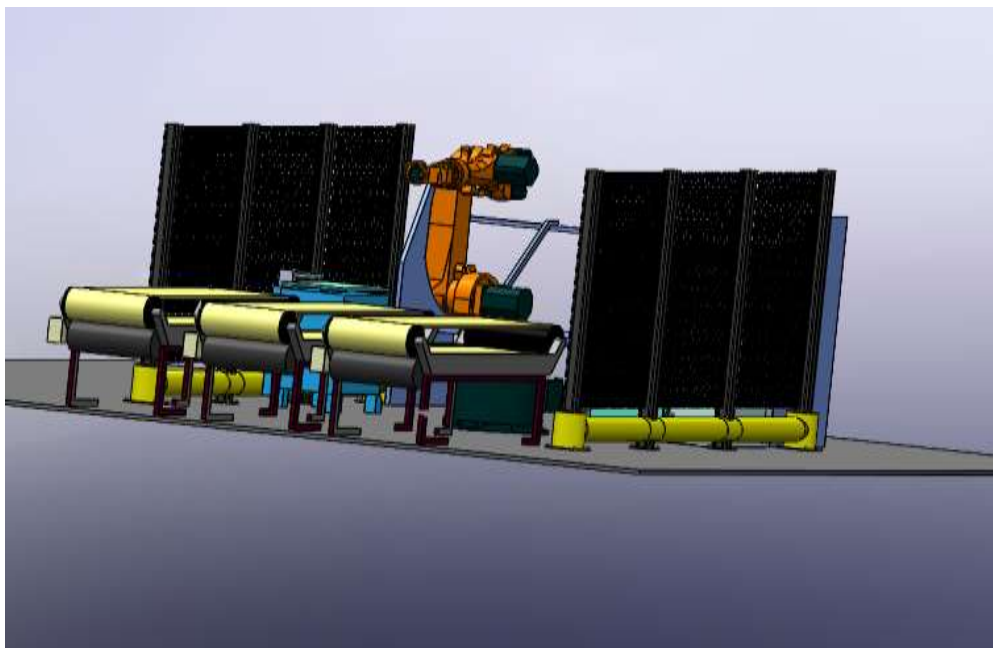
(Vir: sl.wikipedia.org)

Po mnenju nekaterih zgodovinarjev je bila Veronika spletična Elizabete Frankopanske. Verjetno je živela v Elizabetinem krogu, na posestvih, ki so jih obvladovali Frankopani in Celjani. Na tak način bi jo lahko Friderik že nekaj časa poznal. Seveda pa so to zgolj ugibanja, saj pravih materialnih ali pisnih dokazov za to ni. Zgodba Friderika in Veronike je v mnogih krajih pri nas in na Hrvaškem pustila kopico sledov, zgodb in legend. Takšen primer je tudi Planina pri Sevnici, rojstni kraj Ane Wambrechtsamer, avtorice znamenitega romana Danes grofje Celjske in nikdar več. Po legendi naj bi namreč na gradu Planina veliko časa preživela Friderik in Veronika, ki naj bi se v cerkvi sv. Vida v Šentvidu pri Planini tudi na skrivaj poročila [5, 11, 13, 15, 20, 21].

6 MODELIRANJE

Izdelava računalniških modelov je dejavnost, ki je dandanes navzoča v tako gospodarskih kot v ljubiteljskih panogah. Govorimo lahko tako o preprosti vizualizaciji kot tudi o kompleksnemu načrtovanju projektov, izdelavi simulacij, animacij ... Vsa področja tridimenzionalnega načrtovanja imajo skupne značilnosti. Gre za prikazovanje točk, poligonov v trodimenzionalnem virtualnem okolju na podlagi matematike. Sicer pa tovrstno tehnologijo lahko delimo na več načinov. V industriji je natančno, strogo parametrično modeliranje, pri čemer so vse mere (dolžine, odkloni, koti, rotacije ...) strogo nadzorovane. Na področjih, kjer pa prevladuje izgled oz. vizualni učinek, pa mere niso nujno pomembne. Ne smemo pa zapostaviti razmerij med elementi določenega objekta.

Za primer lahko navedemo animacijo zobnikov, čigar model bo kasneje uporabljen za izdelavo le-teh in pa animacijo eksplozije nekega objekta za propagandne namene. Pri zobniku so mere ključnega pomena. Premer, profil zoba, število zob, premer luknje itn. morajo biti načrtovani tako, da ima stvar, narejena po modelu, tudi uporabno vrednost. Na drugi strani pa animacija eksplozije zahteva dober vizualni rezultat. Velikost objekta oz. mere pa so lahko z večjo mersko razliko kot v naravi, saj lahko s proporcionalnostjo to prikrijemo (velikost objekta je velikokrat spremenjena zaradi boljših fizikalnih lastnosti večjih objektov v nekaterih programih).



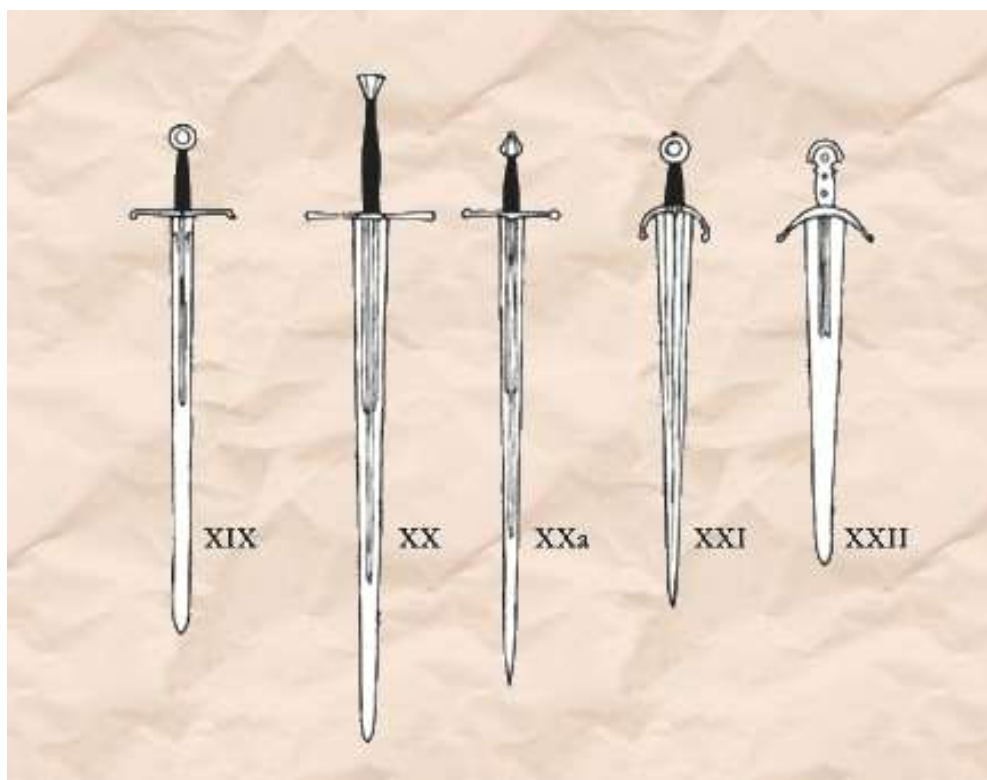
Slika 17: Geometrično narejen model robotske celice
(Vir: osebni vir)



Slika 18: Organsko narejeni modeli figur
(Vir: osebni vir)

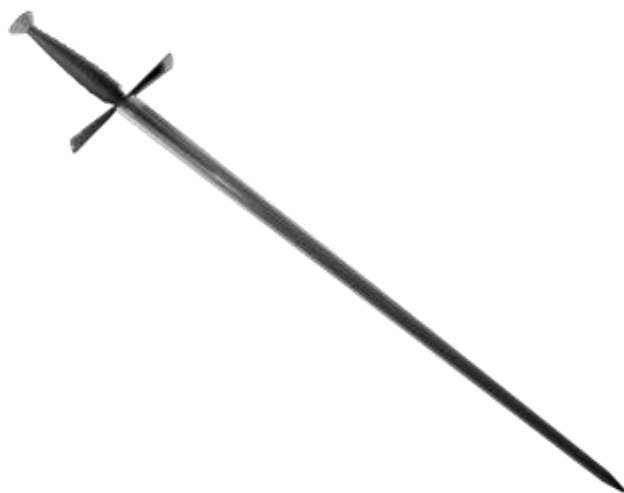
6.1 NAČRTOVANJE 3D MODELOV

Friderik II. Celjski je živel na prehodu 14. in 15. stoletja. Obleko, oklep, okrasje in pripomočke je bilo potrebno modelirati v skladu z značilnostmi tistega časa. Upoštevati je bilo potrebno tudi geografsko lego in lokalne posebnosti. Po posvetu z Damirejem Žeričem iz Pokrajinskega muzeja Celje smo izvedeli, da je sicer veliko upodobitev Friderika II. z oklepom, čeprav jih vsakodnevno niso uporabljali. Friderik naj bi nosil ščit, razdeljen na štiri dele, pri čemer dve četrtini predstavljata dva srebrna trama na rdeči podlagi, drugi dve pa tri šesterokrake zvezde na modri podlagi (kombinacija žvneškega in vovbrškega grba). Ščit je moral biti spodaj rahlo zašiljen. Meč je modeliran po sliki iz dokumenta, in sicer po verziji XX. Za obliko meča je značilno, da ima široko rezilo s skoraj vzporednimi robovi, ki pa se postopoma zožijo v konico. Rezilo ima polnilo na več kot polovici rezila, na zgornji četrtini meča pa sta še dve vzporedni polnili.



Slika 19: Oblika meča

(Vir: www.medievalsteel.de)



Slika 20: Računalniški izris meča

(Vir: osebni vir)

Oklep, ki smo ga računalniško modelirali, ima za izhodišče repliko, ki je razstavljena na Celjskem gradu. Lobanje celjskih grofov je z modernimi metodami analizirala dr. Zvonka Župančič Slavec. Za Friderikov obraz je bil značilen nos konveksne oblike, rahlo prifrknjen. Za referenčno sliko pa smo uporabili sliko 8. Višina in barva las nista znani, zato je bilo to prepuščeno lastni presoji.

Veronika Deseniška je živela v času od leta 1380 do leta 1425. Model obleke smo iskali v slikovnem gradivu, ki prikazuje tedanja oblačila žensk višjega sloja, v okolici takratne Habsburške monarhije. Pri tem nam je pomagala ga. Irena Gorenšek iz društva Zlate ostroge. Svetovala nam je pri izboru kroja in vzorca oblačilne mode tistega časa. Po nam znanih podatkih ni ohranjenih podatkov o izgledu in obliki Veronikinega obraza [6, 23].

6.2 PROGRAMSKO OKOLJE BLENDER

Blender je brezplačen, odprtokoden program. Uporabili smo ga za 3D modeliranje, UV ovijanje, teksturiranje, urejanje rastrske grafike, dodajanje armatur objektom (angl. rigging), simulacijo tekočin, simulacijo delcev, simulacijo mehkih objektov, animacijo, upodabljanje, urejanje videa in sestavljanje.

Pred prenosom in zagonom programa moramo biti pozorni na minimalne zahteve, ki jih zahteva določena verzija. V raziskovalni nalogi smo uporabili verzijo 2.92.

Hardware Requirements	
Minimum	Recommended
• 64-bit quad core CPU with SSE2 support • 8 GB RAM • Full HD display • Mouse, trackpad or pen+tablet • Graphics card with 2 GB RAM, OpenGL 4.3 • <u>Less than 10 year old</u>	• 64-bit eight core CPU • 32 GB RAM • 2560x1440 display • Three button mouse or pen+tablet • Graphics card with 8 GB RAM

Slika 21: Zahteve za uporabo programa

(Vir: www.blender.org)

6.2.1 Razlogi za izbor programa Blender

- brezplačna dostopnost
- možnost organskega modeliranja
- možnost dodajanja armatur
- animiranje

6.2.2 Osnovni pojmi za razumevanje 3D modeliranja

- objekt (angl. object) – del projekta, upravljan z pomočjo funkcij, sestavljen iz oglišč
- armatura (angl. armature, bones, rig) – niz ene ali večih kostem podobnih delov, ki z določeno funkcijo s svojim gibanjem vplivajo na gibanje določenega objekta
- oglišča (angl. vertices) – točke, ki omejujejo objekt
- robovi, stranice (angl. edges) – črta med ogliščema
- ravnina (angl. plane) – povezava med 3 ali več oglišči
- modifikator (angl. modifier) – funkcija, ki vpliva na izgled, obnašanje objekta
- togo telo (angl. rigid body) – objekt, na katerega vplivajo sile
- fizike (angl. physics) – funkcija, pri kateri s pomočjo naravnih pojavov posnemajoči algoritmi vplivajo na obnašanje objekta

- nizko število poligonov, ki sestavljajo objekt (angl. low polygon)
- texture (angl. textures) – vizualna površina na ravninah
- snovanje texture na objektu v format slike (angl. baking)

6.2.3 Osnovni načini za delo

- **Object mode** – osnovno manipuliranje z izbranimi objekti; vpliv funkcije na celoten izbrani objekt
- **Edit mode** – manipuliranje z deli objekta
- **Sculpt mode** – dodajanje, odzemanje, spreminjanje površine na organski način
- **Weight painting** – to bi lahko razumeli kot nekakšno nanašanje gostote vpliva neke veličine na objekt
- **Vertex painting** – prostoročno barvanje ogljišč, robov in ravnin
- **Texture painting** – prostoročna izdelava tekstur

6.3 NASTANEK MODELA FRIDERIKA II. CELJSKEGA

6.3.1 Telo

Na začetku smo uvozili že narejen model moške figure. Nadaljnje preoblikovanje je temeljilo na preoblikovanju. Osnovnemu modelu smo s funkcijo skulptiranja dodali več mišične mase. Določili smo osnovno barvo kože. Zaradi zakritosti velike večine telesa je bil model zgolj poenostavljena različica in detajli niso bili ključnega pomena.

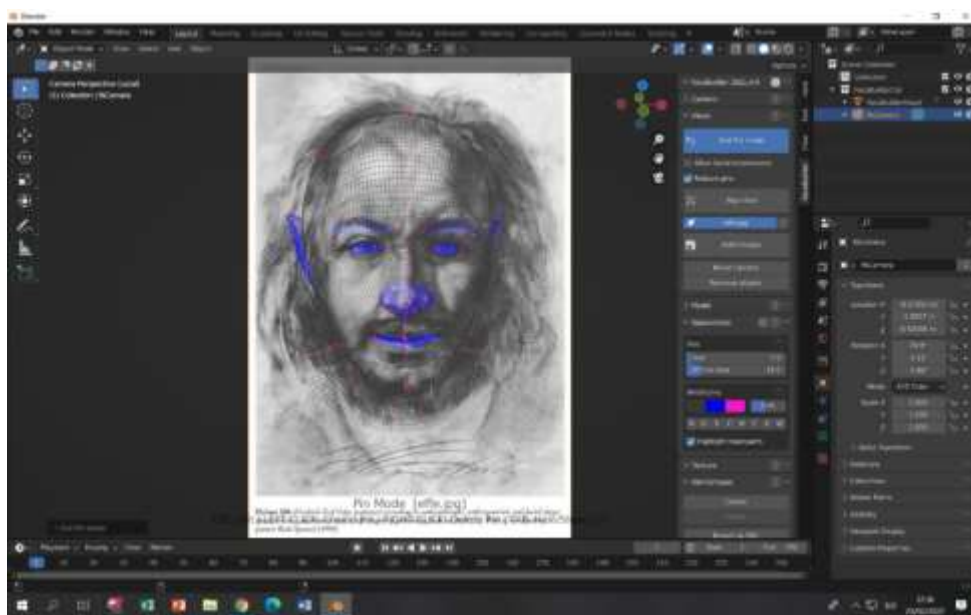


Slika 22: Model telesa

(Vir: osebni vir)

6.3.2 Glava

Model za glavo in obraz smo izdelali z dodano funkcijo (angl. add on) za izdelavo obrazov, ki uporabniku omogoča izdelavo obraza po realnih slikah. Za izdelavo potrebujemo čim več slik obraza/glave, ki ga/jo želimo poustvariti. Slike dodamo v mapo, ki jo funkcija ustvari, nato pa po vstavljeni sliki postavimo in oblikujemo najbolj ključne elemente obraza (nos, usta, ušesa, obrvi, oči). Vzporedno z umeščanjem in oblikovanjem se osnovni model glave spreminja skupaj z dodanimi spremembami. Pri izdelavi Friderikove glave in obraza smo se zgledovali po sliki iz albuma Maximilian Ralph von Liechtenstein's photos, ki naj bi bila, potrjeno s strani Pokrajinskega muzeja Celje, najboljši naslikan portret obraza Friderika II. Celjskega. Slika je bila samo frontalna, zato podatki o stranskih profilih niso znani. Vendar pa jih je možno ugotoviti po najnovejši raziskavi dr. Zvonke Župančič Slavec, da je bil nos konveksne oblike in rahlo zavrt. To smo upoštevali pri 3D modelu. Barva oči in las nista znani, zato smo ju ustvarili po lastni presoji [22].



Slika 23: Izdelava modela

(Vir: osebni vir)



Slika 24: Končni obraz

(Vir: osebni vir)

Lasje so bili izdelani po prvotnem načrtu s sistemom delcev (angl. particle systems). Gre za porazdelitev večjega števila izbranega predmeta po površini. Zaradi točne meje lasišča in brade smo uporabili skupino oglišč (angl. vertex group), ki smo ji določili različno maso (angl. weight paint). Pri vzpostavitvi sistema delcev smo izbrali možnost las, nato pa namesto osnovnih robov izbrali objekt (model lasu) in ga razporedili po glavi. Za parameter gostote porazdelitve smo uporabili skupino oglišč (angl. vertex group), ki smo ga ustvarili. Izbrali smo število delcev. Tako smo dobili pravilno pozicionirane, relativno detajlne lase, ki smo jim naključno določili rotacijo in smer zaradi naravnejšega izgleda. Kasneje se je izkazalo, da tovrstna metoda porablja preveč procesorske moči povprečnega telefona, zato smo jo ovrgli. Lase smo nato preprosto izdelali z funkcijo skulpting, saj se zaradi čelade ne vidijo povsem in niso ključnega pomena.



Slika 25: Način »weight paint«

(Vir: osebni vir)



Slika 26: Narejeno lasišče po sistemu delcev

(Vir: osebni vir)

6.3.3 Modeliranje oklepa

Pri modeliranju oklepa nas je zanimalo predvsem sledeče:

- Kakšen oklep je nosil Friderik II. Celjski?
- Kako pogosto ga je uporabljal?

Zaradi želene skladnosti s telesom smo oklep prsnega koša izdelali z izrezom profila človeške figure. S pomočjo modifikatorja za učvrstitev (angl. solidify) smo mu dodali debelino, sledili pa so popravki v načinu modeliranja (angl. skulpting). Za referenco smo uporabljali več slik oklepov tedanjega časa.

Idejno zasnovo smo poslali v pregled Ireni Gorenšek in po navodilih model popravili. Izvedeli smo, da je bil večkrat naslikan na turnirjih s potrebno opremo, občasno pa je nosil tudi bojni oklep. Za lažjo prestavo smo si na Celjskem gradu ogledali že izdelane oklepe in oblačila.



Slika 28: Skica oklepa

(Vir: osebni vir)



Slika 27: Prvi model oklepa

(Vir: osebni vir)



Slika 29: Končni model oklepa

(Vir: osebni vir)



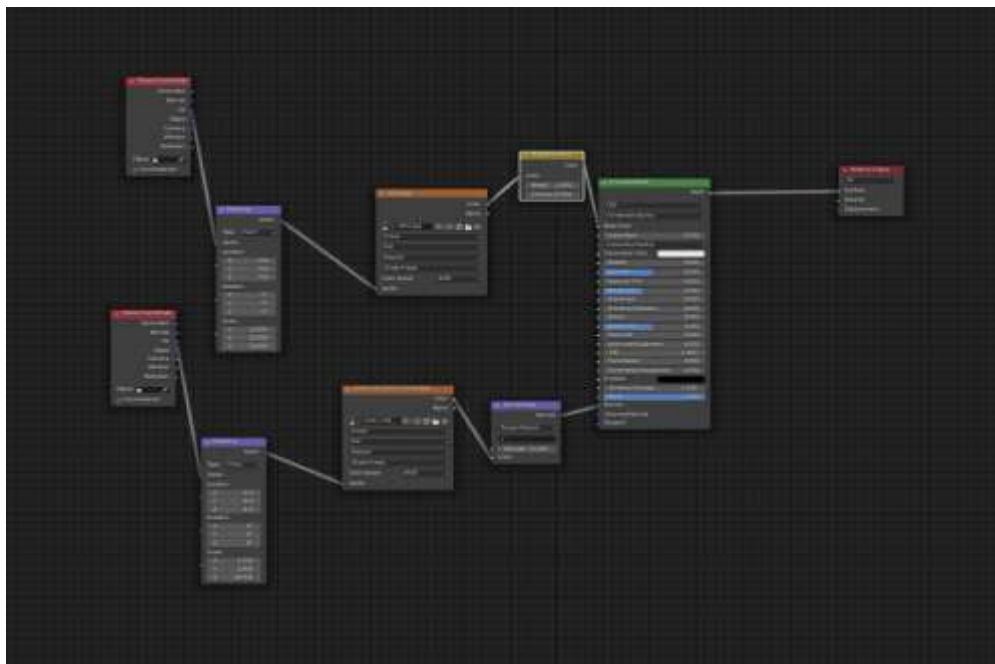
Slika 30: Reference za izdelavo oklepa

(Vir: osebni vir)

Upoštevali smo dejstva:

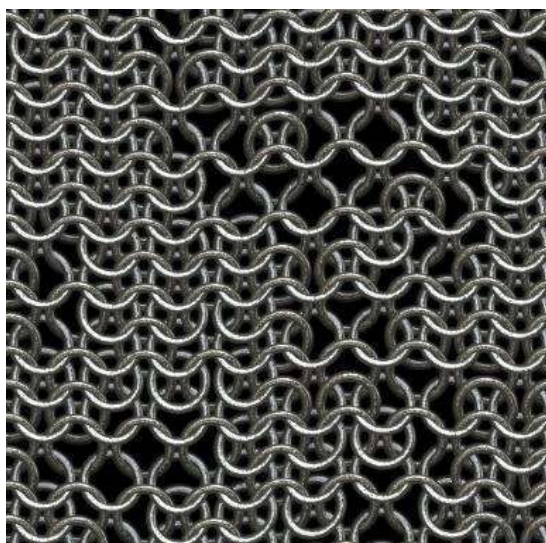
- obvezno pokrite roke
- obvezna čelada
- celotni zgornji del telesa je pokrit z verižnikom
- klep je izdelan po obstoječi repliki

Po podobnem postopku smo oblikovali čelado in vse ostale dele oklepa. Pri verižniku gre za model z malo poligoni, ki ima narejeno teksturo iz slike. Pri teksturiranju smo uporabljali urejevalnik materialov (angl. shader editor). Gre za parametriranje, ki deluje po načinu povezovanja, in za urejanje materiala, vidnega pri upodabljanju (angl. render). V osnovi ima material dodano osnovno senčilo (angl. diffuse shader), ki vodi v materialni izhod. To je najosnovnejše senčilo, ki nam omogoča prilagoditev osnovnih lastnosti, vendar pa je zelo koristno zaradi vrste vhodov. Nudi nam opcije, kot so barva, kovinski izgled, grobost ... Za material verižnika smo dodal vhod teksture slik (angl. image texture) in ga povezali v senčilo kot barvo. Rezultat je bil jasno popačena slika zaradi nekvadratnega deljenja. To smo popravili z vektorjem za koordinacijo tekstur (angl. texture coordinate), povezanim v vektor funkcije mapiranja (angl. mapping) in nato v vektorski vhod teksture slik (angl. image texture). Tako smo dobili možnost rotiranja, translatornega premikanja in skaliranja. Teksturo slike smo dodali tudi v vhod, imenovan „normal“. Beseda opisuje funkcijo dodajanja navideznega reliefa po 2D teksturi. Pojavlja se v igrarstvu in drugih panogah, saj gre za brezplačno podrobnost, kot pravijo, pri čemer mislimo na nezahtevnost pri procesiranju. Ker pa je vhod slike tekstur tipa „color“, je potrebno dodati vmesnik „normal map“, ki sliko pretvori v tip „normal“. Nastaviti je potrebno brezbarvni tip teksture. Celotna vektorska slika se nato pozicionira glede na barvno sliko, tako da preprosto kopiramo parametre koordinat barvne slike na vektorsko disklancijo.



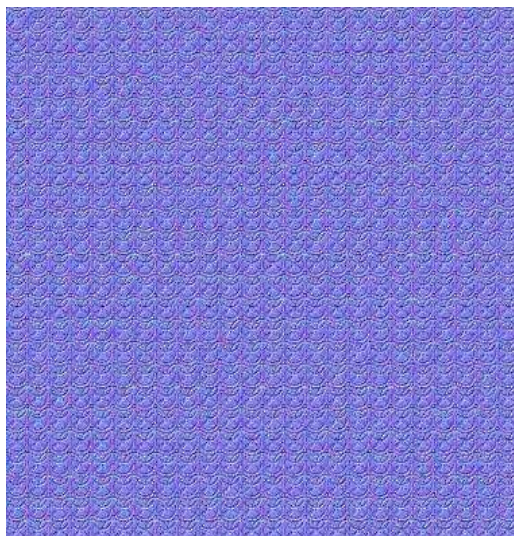
Slika 31: Material verižnika

(Vir: osebni vir)



Slika 32: Barvna tekstura (angl. albedo map)

(Vir: <https://www.123rf.com>)



Slika 33: Vektorsko teksturiranje (angl. normal map)

(Vir: cgaxis.com)



Slika 34: Oklep v T-pози

(Vir: osebni vir)

6.3.4 Majica

Pod oklep smo dodali model majice. Možnosti za izdelavo majic je več. Najbolj pogosta je uporaba modifikatorja za izdelavo tkanin, ki iz oglatega, ostrega objekta naredi detajlno obleko. Za naše raziskovalno delo smo uporabili model z malo poligoni majice in ga postavili na model človeka. Poenostavljen model smo nato s funkcijo za deljenja razdelili na več poligonov, da je bila simulacija natančnejša, posledično pa bolj realna. Pri tovrstnem dodajanju je potrebno določiti modifikator trčenja (angl. collision), ki poskrbi, da model človeka vpliva na obliko in deformacijo obleke. Obstajajo pa še drugi parametri, kot so medsebojno trčenje (angl. self collision), resolucija (angl. resolution), ukrivljanje (angl. bending) ... Na voljo je tudi metoda za statično dodajanje gumbov in pregibov, ki poudarjajo podobnost tekstila, in sicer se pod sklopom funkcij za skulptiranje nahaja funkcija za tkanine.

6.3.5 Hlače

Pri našem modelu so hlače del telesa, a so odebeljene in po izgledu iz drugačnega materiala. Izdelane so s funkcijo za povečanje in skulptiranje. So neprimarna struktura, ki se ne vidi natančno zaradi prikritosti z oklepom.

6.3.6 Pripomočki

O obliki meča smo se posvetovali z Damirjem Žeričem, ki nam je poslal nekaj verodostojnih spletnih strani. Pri ščitu pa smo se pogovarjali o grboslovju, velikostih in oblikah, ki so bile namenske. Za začetku smo iz pregleda slik s svetovnega spleta izbrali podolgovat, moder ščit z rumenimi zvezdami v sredini. Kasneje smo mu spremenili obliko in barvno kombinacijo. Naleteli smo na več dilem. V različnih virih je uporabljena različna barvna kombinacija rdeče in bele. Ogledali smo si družinsko drevo na Celjskem gradu in upoštevali upodobitev iz tega vira. Ukrivljenost ščita pa naj bi skozi čas v spodnjem delu postopno prehajala iz zašiljenih k zaobljenim zaključkom. Obstajala je tudi možnost izdelave turnirskega ščita z zakrivljeno površino in okrogolino, ki služi za naslon kopja. Odločili smo se za obliko ščita, ki je razstavljen na gradu.



Slika 35: Primer ščita, meča in čelade iz celjskega gradu

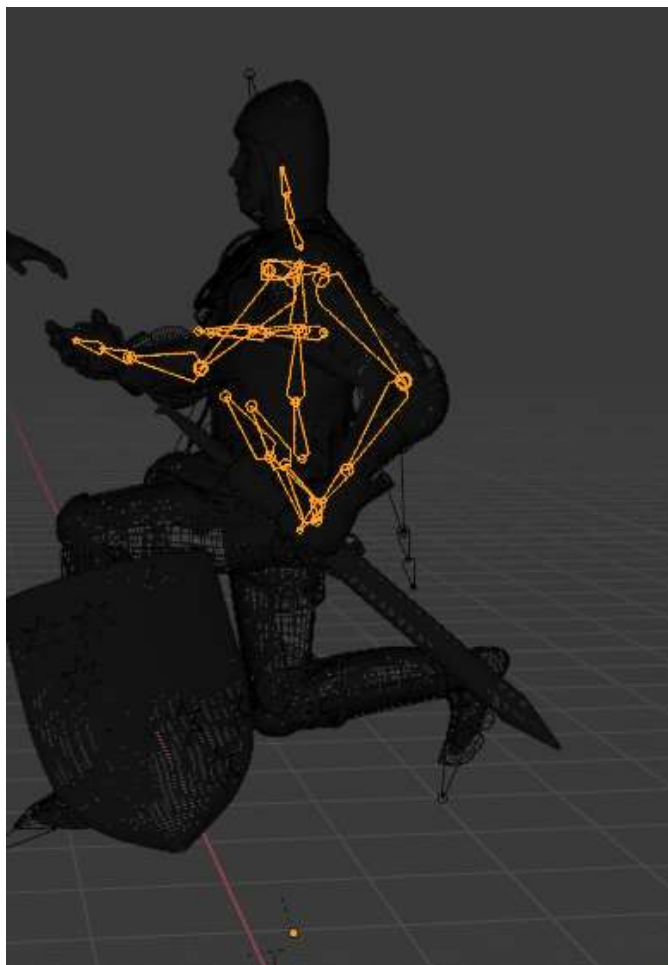
(Vir: osebni vir)

6.3.7 Položaj računalniškega modela

Friderika smo želeli ustvariti v klečečem položaju. Hoteli smo poustvariti snubitev ali blagoslov pred turnirjem. Armaturo (angl. basic human rig) smo povezali z modelom telesa in mu dodali funkcijo za odvisnost (angl. parent-child) ter ga postavili v položaj. Ker gre za statično figuro, smo ji nato prilagodili že narisane komponente.

Na začetku smo postavili stoječega Friderika, Veronika pa se mu bi naslonila na ramo. Navdih smo iskali v umetniških upodobitvah pozne gotike. Po premisleku smo se odločili za predstavo „skrite” poroke oz. zaroke in model prestavili v klečečo figuro z iztegnjeno roko, ki se dotika Veronikine roke.

Pri poziranju likov je bila načrtovana rotacija, ki je naravnana nekoliko proti gledalcu, tako da je viden del obeh obrazov.



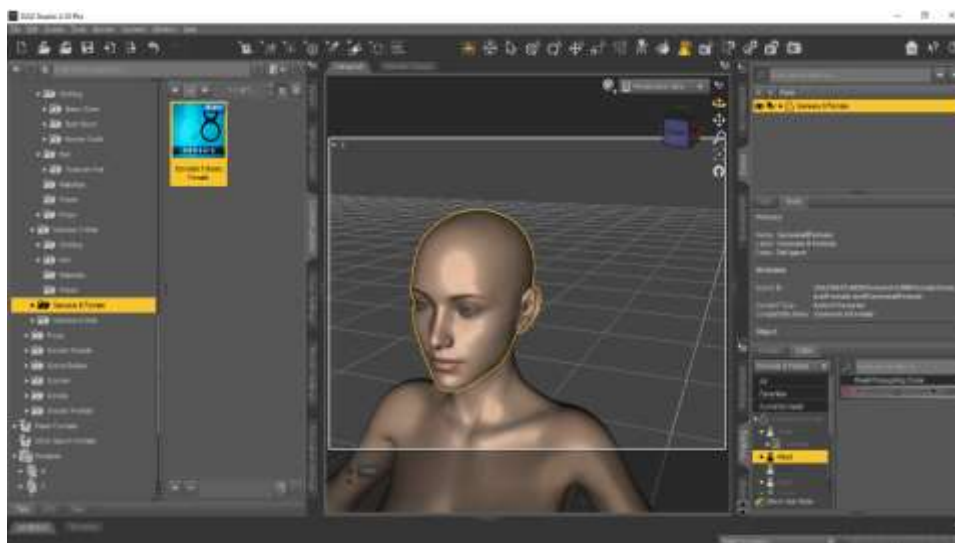
Slika 36: Prikaz konfiguracije poze

(Vir: osebni vir)

6.4 NASTANEK MODELA VERONIKE DESENIŠKE

6.4.1 Telo

Pri Frideriku nam zaradi nastanka obraza z drugim načinom izdelave ni bilo potrebno uvažati že narejenih obrazov. Pri Veroniki smo v ta namen uporabili program Daz 3D, ki je specializiran za izdelavo in natančno poziranje karakterjev. Ti so lahko fiktivski ali realni. V raziskovalni nalogi smo ga uporabili za nastavitve osnovnega modela (Genesis 8.1). V programu lahko dodajamo detajle, kot so velikost posameznih komponente (nos, glava, mišice ...), oblika (nos, glava, mišice ...), ženske lastnosti, moške lastnosti itd. Po konfiguraciji smo model izvozili v Blender.



Slika 37: Model Genesis 8.1 v programu Daz 3D

(Vir: osebni vir)

6.4.2 Obleka

Kljub temu da govorimo o statičnih modelih, je izdelava tovrstne obleke po klasični metodi urejevanje in ročnega oblikovanja neekonomična in zahtevna. Namesto tega smo uporabili modifikator za tkanine in narisali nizko poligonski model obleke. Ekstrudirali smo jo, da smo dobili globino, nato pa ji robove, ki predstavljajo šive, izbrisali. Dodali smo ji natančnejšo površinsko mrežo, telesu pa dodelili modifikator trčenja. Obleki smo omogočili opcijo šivanja (angl. sewing), ki poskrbi, da robovi, povezani brez površin, postanejo šivi (po funkcionalnosti). Sledila je določitev večih parametrov po lastni presoji (angl. structural, bending, mass, air viscosity ...). Nato smo statični model zamenjali z animirano figuro, ki v počasnem gibanju iz T-poze preide v želeno pozicijo. Tako je obleka reagirala glede na figuro. Dobili smo simulacijo obleke, ki smo jo izvozili kot statičen objekt v načrtovano sceno.



Slika 38: Postopek izdelave obleke z modifikatorjem tkanin
 (Vir: osebni vir)

Za referenčno gradivo smo uporabljali slike, ki nam jih je poslala ga. Irena Gorenšek. Na spodaj priloženih slikah vidimo več primerov tedanjih oblačil. Teksturo oblačila smo pripravili kot neskončen vzorec v programu Adobe Photoshop.



Slika 39: Referenčne slike

(Vir: Društvo zlate ostroge)



Slika 40: Barvna tekstura (angl. albedo map)

(Vir: osebni vir)

Napačno:

- naborki/nabrani rokavi
- stoječ ovratnik
- čipke, volančki
- "usnjen pas"
- krinoline



Slika 41: Neustrezne verzije oblek

(Vir: Društvo Zlate ostroge)

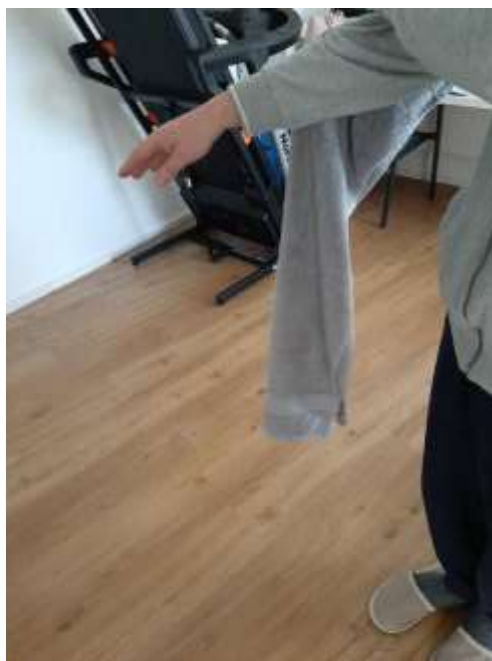
TEHNIČNE TEŽAVE PRI IZDELAVI OBLEKE:

- FBX format ne prenese celotnega materiala, ampak samo osnovno barvo.
- Obleka, narejena po *sewing* načinu, razpade po šivih v statični obliki z dodajo in uporabo armatur in modifikatorjev.
- Nastanek nepravilne oblike obleke zaradi napačnih predispozicij.



Slika 42: Neuspela poskusa 1 in 2

(Vir: osebni vir)



Slika 43: Testiranje „padca” obleke

(Vir: osebni vir)



Slika 44: Neuspeli poskusi 3, 4 in 5

(Vir: osebni vir)

REŠITVE:

- Ugotovili smo, da materialov, ustvarjenih v Blenderju, ne moremo prenesti v datoteki, zato je potrebno zapeči (angl. bake) teksture. Nato izvozimo model brez materiala, v okolju Unity pa dodamo teksturo na model.
- Osnovni modeli oblek niso bili pripeti v celoto. Opcija je, da s funkcijo združevanja povežemo oglišča šivov med sabo ali pa model dinamično simuliramo in nato to izvozimo kot statični model.
- Pri napačnih „padcih blaga“ in nepravilnemu izgledu je šlo za več dejavnikov. Rokavi niso izgledali kot oblačilo, saj so delovali preveč togo. Povečali smo parameter „*structural*“ in pa „*mass*“. Po občutku smo dodali še več ukrivljanja. Pri nepravilnem padcu obleke od pasu navzdol pa je šlo ob zgoraj navedenih težavah še za nepravilno predsimulacijsko pripravo mreže. Vertikalne gube smo izdelali s fizičnim translatornim premikom robov, robovi, ki pa jih povezujejo robovi šivov, pa so morali biti zrcalno enaki za lep potek šiva.

6.4.3 Izdelava modela pokrivala

Zastavljena vprašanja pred izdelavo:

- Ali je bilo pokrivalo obvezno?
- V katerih primerih so ga ženske nosile?
- Kako je izgledalo v času Veronikinega življenja?

Odgovore na zastavljena vprašanja smo dobili na sestanku na Celjskem gradu, kjer nam je ga. Irena Gorenšek razložila, da je bilo pokrivalo obvezno za poročene ženske. Ogledali smo si tudi razstavljen žensko figuro s pokrivalom. V našem primeru smo navidezen par umestili v čas pred njuno poroko. Veroniki zato nismo dodali omenjenega pokrivala.



Slika 45: Slika lutke z pokrivalom iz Celjskega gradu

(Vir: osebni vir)

6.5 DOKONČANA MODELIRANA JUNAKA



Slika 46: Končana modela

(Vir: osebni vir)



Slika 47: Uporaba modelov v naravi

(Vir: osebni vir)



Slika 48: Preizkus na Celjskem gradu

(Vir: osebni vir)

7 ZAGON APLIKACIJE V PROGRAMSKEM OKOLJU UNITY

7.1 MINIMALNE ZAHTEVE

Kot vsaka aplikacija, igra, ima tudi Unity minimalne zahteve strojne opreme, ki so potrebne za zagon. Optimalno je, da imamo strojno opremo takšnega ranga, kot je priporočena zaradi optimalnega delovanja.

Unity Editor system requirements

This section lists the minimum requirements to run the Unity Editor. Actual performance and rendering quality may vary depending on the complexity of your project.

Minimum requirements	Windows	macOS	Linux (Support in Preview)
Operating system version	Windows 7 (SP1+), Windows 10 and Windows 11, 64-bit versions only.	High Sierra 10.13+	Ubuntu 20.04, Ubuntu 18.04, and CentOS 7
CPU	X64 architecture with SSE2 instruction set support.	X64 architecture with SSE2 instruction set support.	X64 architecture with SSE2 instruction set support.
Graphics API	DX10, DX11, and DX12-capable GPUs.	Metal-capable Intel and AMD GPUs.	OpenGL 3.2+ or Vulkan-capable, Nvidia and AMD GPUs.
Additional requirements	Hardware vendor officially supported drivers.	Apple officially supported drivers.	Gnome desktop environment running on top of X11 windowing system, Nvidia official proprietary graphics driver or AMD Mesa graphics driver. Other configuration and user environment as provided stock with the supported distribution (Kernel, Compositor, etc.)
	For all operating systems, the Unity Editor is supported on workstations or laptop form factors, running without emulation, container or compatibility layer.		

Slika 49: Sistemske nastavitve

(Vir: docs.unity3d.com)

7.2 UNITY HUB

Unity HUB je samostojna aplikacija, ki poenostavlja upravljanje z licencami, verzijami Unity urejevalnika, projektov ... Omogoča preprosto ustvarjanje novih projektov in odpiranje že obstoječih. Seveda ima še veliko funkcij, ki lahko pomagajo, kot na primer vodene vaje za začetnike in Unity skupnost okno, a tu bomo obravnavali samo korake, ki jih zagotovo potrebujemo, da naredimo svoj AR projekt.

7.3 UNITY EDITOR

S pisanjem programov omogočamo premikanje ali delovanje predmetov v aplikaciji. Možno je nastaviti spremenljivke, ki so zapisane kot „public“. V urejevalniku je pomembno nastaviti predmete na pravilno mesto, jim dodati barvo, nanj dati program in nastaviti spremenljivke, torej vse, kar ni že vnaprej postavljeno v programu.

7.4 UNITY PISANJE PROGRAMOV

Program Unity deluje na podlagi programiranja. Za samo delovanje je potrebno programiranje v programu Visual Studio, ki ga Unity ob zagonu odpre in je povezan z Unityjem. Pišemo v programskem jeziku C#.

7.4.1 C Sharp programski jezik

C sharp ali C# je programski jezik za splošno uporabo. C# se zgleduje po drugih programskih jezikih, kot so C++ in Java. Jezik je bil načrtovan z namenom, da bo čim bolj preprost in moderen. Uporablja najboljše značilnosti drugih jezikov. Tako je omogočena večja optimizacija kode. C# je eden izmed najbolj priljubljenih programskih jezikov in tudi prva izbira za razvijalce v igričarski industriji. Je edini jezik, s katerim lahko programiramo v Unity.

Pri pisanju programa je potrebno poznati določeno skladnjo oz sintakso. V C# je potrebno konec stavka označiti s podpičjem. Stavki pa so združeni skupaj z zavirami oklepaji. Spremenljivke dobijo vrednost preko enačaja, enakost spremenljivk pa preverjamo z dvojnimi enačaji. Oglati oklepaji se uporabljajo pri tabelah (Arrays), pri njihovi deklaraciji in pridobivanju vrednosti na določenem indeksu.

V programu je potrebno definirati tip spremenljivk in jim nastaviti neko vrednost. Poznamo več tipov spremenljivk. Zapisali bomo tiste, ki smo jih pri delu uporabljali.

Tip	Obseg vrednosti	Velikost v pomnilniku
Int	cela števila med -2.147.483.648 in 2.147.483.648	4 bajti
Bool	vrednosti True in False	2 bajta
Float	realna števila	4 bajti
string	besede ali besedne zveze	//
GameObject	nek predmet v Unity Editorju	//

7.5 VISUAL STUDIO

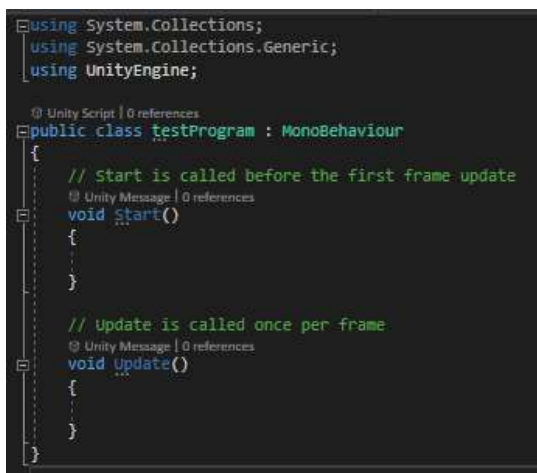
Visual Studio je bil prvič razvit in predstavljen javnosti leta 1997, razvili so ga v podjetju Microsoft. Visual Studio je integrirano razvojno okolje (IDE), ki je namenjeno razvoju programov za Windows, spletnim stranem, spletnim aplikacijam itd. Podpira različne programske jezike, med njimi tudi C#. Dostopen je kot brezplačni program in je idealen za razvijanje iger ali AR aplikacij v Unity Enginu.

7.5.1 ZAGON VISUAL STUDIA

Ob zagonu Visual Studia dobimo predlogo, ki nam pomaga pri pisanju programa. Na začetku nam program izpiše using, kar pomeni, da program pridobi razred (class) iz tega imenskega prostora (angl. namespace), kot na primer:

- using UnityEngine;

To nam pridobi vse razrede, ki jih največkrat uporabljamo v Unity-ju. Nato zapišemo ime tega programa, kar je v Visual Studio narejeno avtomatsko.



```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

[Unity Script | 0 references]
public class testProgram : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    [Unity Message | 0 references]
    void Start()
    {
    }

    // Update is called once per frame
    [Unity Message | 0 references]
    void Update()
    {
    }
}
```

Slika 50: Predloga za pisanje programa

(Vir: osebni vir)

Najprej je zapisan „public class“, kar pomeni, da je ta program dostopen drugje, kot na primer v Unity Editor ali v drugih programih.

Ime programa si izmislimo sami, ime je nastavljeno avtomatsko takoj, ko naredimo program v Unity Editor-ju.

„MonoBehaviour“ je osnovni razred, iz katerega izhajajo vsi Unity programi.

Nato sledijo zaviti oklepaji, ki označujejo vse, kar je v tem razredu. Vse, kar je izven tega, ne bo upoštevano.

Sledita dve največkrat uporabljeni funkciji, ki jih uporabljamo v Unity. „Void Start()“ in „void Update()“.

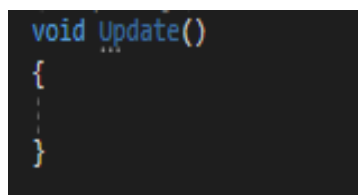


```
void Start()  
{  
    ...  
}
```

Slika 51: Zapis „void Start“

(Vir: osebni vir)

„Void Start“ je sestavljen iz dveh delov, prvi del je „void“, kar pomeni, da nam funkcija ne poda nobene uporabne vrednosti, kot so npr.: cela števila (angl. integers) ... „Start“ je že določena funkcija v Unity Enginu in pomeni, da se koda med zavitima oklepajema izvrši le enkrat.



```
void Update()  
{  
    ...  
}
```

Slika 52: Zapis „void Update“

(Vir: osebni vir)

„Void Update“ je podobno kot „void Start“, ampak se koda med zavitima oklepajema izvrši večkrat v zanki.

7.6 OSNOVE PROGRAMIRANJA ZA UNITY ENGINE

Z uporabo using UnityEngine dobimo dostop do razredov, ki so največkrat uporabljeni v Unity Enginu. To nam omogoča dostop do funkcij, kot sta void Start in void Update ter nove spremenljivke, kot so: „gameObject“ ...V C# moramo definirati spremenljivke (int, float, GameObject ...) med začetkom razreda in funkcije „Start“.

```
public GameObject predmet;  
private int celoStevilo = 10;
```

Slika 53: Zapis „public“ in „private“ spremenljivk

(Vir: osebni vir)

Definiranje spremenljivk je sestavljeno iz 3-eh ali 4-ih delov. Najprej zapišemo „public“ (javno) ali „private“ (privatno). „Public“ nam omogoča, da dostopamo do te spremenljivke v drugih programih ali v Unity urejevalniku, medtem ko je „private“ dostopen le v tem programu. Za tem je tip spremenljivke. Sledeče se uporabljajo za shranjevanje informacij. Za tipom sledi ime spremenljivke, to je lahko katerakoli beseda, ampak mora biti le ena. Če ima beseda velike in majhne črke, bo v Unity urejevalniku zapisanih več besed. Pri definiranju spremenljivk je možno tudi zapisati njeno vrednost, kar pa ni potrebno, saj lahko to informacijo nastavimo v Unity Editorju ali pa v programu. Če ne nastavimo te informacije, bo vzelo privzeto prednost, na primer 0 ali false.

7.6.1 Funkcije

Pri pisanju programa je uporabno pisanje funkcij, saj nam omogočajo enostavnejši in preglednejši program. V primeru, da funkcija ne daje neke uporabne informacije, kot je „bool“ ali „int“, uporabimo „void“.

```

public void ImeFunkcije()
{
    celoStevilo = 9;
}
0 references
private int DrugaFunkcija(int i)
{
    return i++;
}

```

Slika 54: Primer uporabe funkcije

(Vir: osebni vir)

Podobno kot pri definiranju spremenljivk uporabljamo „public“ in „privat“. „Public“ nam omogoča, da dostopamo do te funkcije v drugih programih in Unity Editorju v primeru pritiska na gumb. Ime funkcije je lahko karkoli. Na koncu mora imeti oklepaj, v katerem je lahko zapisan dejavnik te funkcije. To je odvisno od uporabe funkcij.

Funkcije uporabljamo v „void Start“ ali „Updat“.

```

void Update()
{
    ImeFunkcije();
    celoStevilo = DrugaFunkcija(10);
}

```

Slika 55: Priklic funkcij

(Vir: osebni vir)

V tem primeru bo v zanki izvršilo obe funkciji, prva spremeni vrednost spremenljivke celoStevilo v 9, druga bo vzela vrednost 10 in ji prištela 1 ter to vrednost izpisala, kar se zapiše v spremenljivko celoStevilo.

7.7 PROGRAM ZA ODPIRANJE IN SPREMINJANJE NASTAVITEV

Pri uporabi programa je potrebno dostopati do različnih gumbov, kot so gumbi za izbiro lika, potrditev, za premik na glavni meni in zakasnitev slik. Vendar pa vseh teh gumbov ne moremo imeti na zaslonu, saj ni dovolj prostora, zato uporabimo posebni prostor, ki smo ga imenovali nastavitve. S pritiskom na gumb preklopi program med nastavitvami, ob ponovnem pritisku na isti gumb pa jih izklopi.

V programu smo najprej definirali spremenljivki „set“ in „manual“, ki sta tip „GameObject“ in sta „public“. Spremenljivka set predstavlja „empty GameObject“, pod katerim so vsi gumbi, ki se morajo prikazati ob pritisku na gumb. V programu definiramo 2 funkciji.

```
public void toggle_settings(bool val)
{
    set.SetActive(val);
}
```

Slika 56: Definiranje spremenljivke

(Vir: osebni vir)

Najprej smo izbrali ime in nastavili tip spremenljivke „val“, ki je tipa „bool“, kar pomeni, da ima dve vrednosti (true, false). Ob pritisku na gumb se bo vrednost „val“ predstavila iz „false“ na „true“ kar bo aktiviralo „GameObject set“. Ob ponovnem pritisku se bo set deaktiviral. Postopek ponovimo za preklon ročnih kontrol.

„EmptyGameObject“ je predmet v Unity Editorju, ki nima oblike. Po navadi z njim povežemo določene programe ali pa ga uporabljamo kot „parent object“. V tem primeru smo ga uporabili kot parent object, saj je lažje deaktivirati en predmet kot pa vse posebej.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
@ Unity Script (3 asset references) | 0 references
public class settings : MonoBehaviour
{
    public GameObject set;
    public GameObject manual;

    0 references
    public void toggle_settings(bool val)
    {
        set.SetActive(val);
    }

    // Start is called before the first frame update
    @ Unity Message | 0 references
    void Start()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    @ Unity Message | 0 references
    void Update()
    {

    }

    0 references
    public void toggle_manual(bool val)
    {
        manual.SetActive(val);
    }
}

```

Slika 57: Program za odpiranje in spreminjanje nastavitev

(Vir: osebni vir)

7.8 PROGRAM ZA UPRAVLJANJE Z MENIJEM

Aplikacija ima več scen, ki jih povezujemo na začetni strani z menijem. Imamo več gumbov, ki so vezani na scene. Prvi in trenutno edini delujoči gumb PHOTO FRAME nas prestavi v sceno, kjer lahko izbiramo kraj in okvir. Po izbiri pa nam prikaže navodila in sceno, kjer lahko v realnem svetu postavimo virtualni model. Za vzpostavitev menija je potrebno v program vstaviti „using UnityEngine.SceneManagement“. Funkciji „Start()“ in „Update()“ sta v tem primeru nepomembni, saj se ne sme nič zgoditi med in ob zagonu programa, če ni nič pritisnjeno. Nato smo definirali funkcije, ki se morajo izvršiti ob pritiskih na gumbe.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
// Unity Script (5 asset references) | 0 references
public class MainMenu : MonoBehaviour
{
    0 references
    public void ROBOT()
    {
        SceneManager.LoadScene(1);
    }
    0 references
    public void testing()
    {
        SceneManager.LoadScene(2);
    }
    0 references
    public void exit()
    {
        Application.Quit();
    }
    0 references
    public void Menu()
    {
        SceneManager.LoadScene(0);
    }
}

```

Slika 58: Program za prehod med scenami

(Vir: osebni vir)

7.9 PROGRAM ZA ZAJEMANJE ZASLONA

V primeru, da želimo shraniti slike zaslona, lahko to storimo na več načinov. Lahko bi preprosto naredili posnetek zaslona, vendar je to nepotrebno in manj uporabno, saj bi ob tem opazili tudi elemente uporabniškega vmesnika. Za zajemanje slik smo uporabili „Native Gallery Plugin“, ki smo ga naložili iz Unity trgovine. Ta knjižnica nam omogoča preprosto slikanje zaslona in shranjevanje slik v galerijo telefona. Kljub temu pa ne omogoča zakrivanja elementov uporabniškega vmesnika.

Začeli smo z definiranjem spremenljivk za indeks slike „shotIndex“, kar nam omogoča poimenovanje slik in oštevilčenje, saj ne želimo, da imajo isto ime. Nato smo definirali „GameObject canvas“, kjer so vsi elementi uporabniškega vmesnika, torej če nastavimo platno na neaktivno stanje, bodo vsi elementi uporabniškega vmesnika tudi neaktivni. Nato definiramo „bool“ vrednost, imenovano „IsDelay“ in celo število „delay“. Če je „IsDelay“ na stanju „true“, potem razbere vrednost „delay-a“ in zakasni za to vrednost. „Delay“ nastavljamo s tipko preklon, vrednost „delaya“ pa nastavljamo s spustom menija.

V programu najprej definiramo funkcije, ki nam spremenijo vrednost „delay” in „IsDelay” glede na tipko in spustni meni in funkcijo „TakeAPicture()”. Ta funkcija najprej deaktivira platno in spremeni „shotIndex” za eno vrednost navzgor. Nato preveri z IF stavkom, če je „delay” vključen. V primeru, da je vključen, se začne „COROUTINE(„wait”);”, v primeru pa da ni, pa se začne „COROUTINE („TakeScreenshotAndSave”);”.

Pri tem uporabljamo „StartCoroutine” in „IEnumerator”. To uporabljamo, če želimo čakati na nek proces, vendar ne želimo, da se ustavi cel program. V funkciji „wait” se uporabi funkcija za „Debug.log(delay);”, ki v konzolo izpiše vrednost „delay-a”. Nato s funkcijo „yield return new WaitForSeconds(delay);” zaustavimo izvršitev celotne funkcije za število sekund, ki smo jih izbrali na spustnem meniju. Po čakanju se izvrši funkcija „TakeScreenshotAndSave”, ki bi se izvršila takoj, če bi imeli izključen „delay”.

Na začetku funkcije počakamo do konca sličice. V funkciji se naredi 2D tekstura, ki jo imenujemo „ss”. To teksturo nastavimo, tako da je enaka velikosti zaslona, nato nanjo prilepimo vse slikovne pike (angl. pixels). Sledi uporaba funkcije „SaveImageToGallery”, ki je omogočena z „NativeGallery”. V funkciji nastavimo, katero teksturo uporabimo, torej ss in ime galerije, v katero shranimo sliko. Če galerije ni, jo bo program sam ustvaril, prav tako pa ime slike. Za ime smo izbrali „Screenshot(številka)”. Tako bodo vse slike imele enako ime, ampak drug indeks posnetka, ki se spremeni ob vsakem posnetku. Slika se shrani v .png formatu. Na koncu funkcije se tekstura ss zbriše in ponovno aktiviramo platno.

```
public int size = 2;
private int shotIndex;

public GameObject canvas;
public bool IsDelay;

public int delay;
0 references
public void dropdown(int val)
{
    delay = val+1;
}
0 references
public void toggle_delay(bool val)
{
    IsDelay = val;
}
```

Slika 59: Definiranje spremenljivk za zajem slik

(Vir: osebni vir)

```

public void TakeAPicture()
{
    canvas.SetActive(false);

    shotIndex++;
    if (IsDelay == true)
    {
        StartCoroutine("wait");
    }
    else
    {
        StartCoroutine("TakeScreenshotAndSave");
    }
}

0 references
IEnumerator wait()
{
    Debug.Log(delay);
    yield return new WaitForSeconds(delay);
    StartCoroutine("TakeScreenshotAndSave");
}

0 references
private IEnumerator TakeScreenshotAndSave()
{
    yield return new WaitForEndOfFrame();

    Texture2D ss = new Texture2D(Screen.width, Screen.height, TextureFormat.RGB24, false);
    ss.ReadPixels(new Rect(0, 0, Screen.width, Screen.height), 0, 0);
    ss.Apply();

    // Save the screenshot to Gallery/Photos
    NativeGallery.Permission permission = NativeGallery.SaveImageToGallery(ss, "Unreal Robotics", $"Screenshot{shotIndex}.png");
    Debug.Log("Permission result: " + permission);

    // To avoid memory leaks
    Destroy(ss);
    canvas.SetActive(true);
}

```

Slika 60: Program za zajem slike

(Vir: osebni vir)

7.10 PROGRAM ZA IZBIRO PREDMETA V AR

V obogateni resničnosti je možno videti predmete v 3D, zato smo naredili tudi opcijo postavljanja modelov posebej. Vendar pa, ker ne želimo imeti vseh predmetov na enem mestu, moramo pred postavitvijo deaktivirati vse modele, razen tistega, ki ga želimo videti. Na začetku mora to biti prvo po vrsti, nato pa vzamemo tistega, ki ga nastavimo s spustnim menijem.

V programu definiramo „array“ tipa „GameObject“ in ga imenujemo „objects“ (objekti). Nato v „Start“ funkciji deaktiviramo vse predmete s pomočjo „for“ zanke in aktiviramo prvi predmet. V funkciji „objectSelection“, ki dobi vrednost s pomočjo spustnega menija, naredimo enako kot v „Startu“, ampak aktiviramo določen predmet.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

@ Unity Script (2 asset references) | 0 references
public class SwitchObjectAndDelete : MonoBehaviour
{
    public GameObject[] objects;
    public int avatar;

    // Start is called before the first frame update
    @ Unity Message | 0 references
    void Start()
    {
        for (int i = 0; i < objects.Length; i++)
        {
            objects[i].SetActive(false);
        }
        objects[0].SetActive(true);
    }

    // Update is called once per frame
    @ Unity Message | 0 references
    void Update()
    {
    }

    0 references
    public void objectSelection(int val)
    {
        for(int i=0; i < objects.Length; i++)
        {
            objects[i].SetActive(false);
        }
        objects[val].SetActive(true);
        avatar = val;
    }
}

```

Slika 61: Program za izbor objekta

(Vir: osebni vir)

7.11 PROGRAM ZA ROTACIJO PREDMETOV

Ob postavitvi predmetov na tla se morajo le-ti obrniti proti kameri, saj želimo sami spreminjati rotacijo predmeta. Ta program smo tudi uporabili pri rotaciji informacijskih oken. Čeprav sta ti dve stvari zelo podobni, smo ju ločili z „bool“ spremenljivko „faceCamera“ in dvema „if“ funkcijama. Če je funkcija nastavljena na „false“, potem bo predmet gledal proti kameri le takrat, ko ga prvič vstavimo, torej to uporabljamo pri „ground

detection" in robotski celici. V primeru, da je nastavljen na „true“, potem se uporablja za konstantno rotacijo informativnih oken.

V programu najprej definiramo spremenljivke „cam“ tipa „GameObject“, vanj v Unity Editorju vstavimo AR kamero. Nato definiramo „Vector3“ in možnosti spremembe rotacije, ki jo je možno spremeniti v Editorju. Nazadnje še „bool“ vrednost „faceCamera“, ki mora biti vklopljena v Editorju in nam omogoča, da predmet vedno gleda proti kameri. Pri obeh delih smo uporabili „rotationChange“. Uporabil smo funkcijo „Awake()“, ki je podobna funkciji „Start()“, ampak se izvrši vedno, po aktivaciji predmeta. V funkciji „Awake()“ smo spremenili vrednost rotacije z „transform.localEulerAngles“. X in Z vrednost ostaneta enaki, spremeni se le rotacija okoli Y osi. Izvrši se samo, če je spremenljivka „faceCamera“ nastavljena na „false“. V tem primeru nam „rotationChange“ premakne rotacijo Y osi za določeno vrednost. To je uporabno, če je model narobe obrnjen v editorju.

```
void Awake()
{
    if (!faceCamera)
    {
        transform.localEulerAngles = new Vector3(0, rotate.y + rotationChange, 0);
    }
}
```

Slika 62: Program za rotacijo

(Vir: osebni vir)

V „update“ funkciji smo spremenili rotacijo X osi glede na trenutno rotacijo kamere in model robota. Ti dve vrednosti dobimo s funkcijo „GameObject.transform.localEulerAngles.y“. Tukaj nam „rotationChang“ spremeni rotacijo okoli Y osi. V našem primeru morajo imeti rotacijo 90°, ki jo nastavimo v Editorju.

```

void Update()
{
    rotate.y = cam.transform.localEulerAngles.y;

    robotrot.y = robot.transform.localEulerAngles.y;
    if (faceCamera)
    {
        transform.localEulerAngles = new Vector3(-rotate.y+ robotrot.y, rotationChange, 0);
    }
}

```

Slika 63: Program za rotacijo

(Vir: osebni vir)

7.12 PROGRAM ZA BRISANJE PREDMETOV V AR

Če postavimo predmet na napačno mesto ali pa jih imamo preveč, jih je potrebno zbrisati. Za to smo naredili dva gumba. Prvi izbriše vse predmete, drugi pa izbriše le zadnjega.

V programu definiramo „array“ tipa „GameObject“ z imenom „characters“ (karakterji). V „Update()“ funkciji določimo vrednosti „arraya“. Te predmete dobimo s pomočjo funkcije „FindGameObjectWithTag („thing“)“. Ta poišče vse predmete, ki imajo to označbo. To je originalni „GameObject“, ki ima vse predmete na njem in vse kopije, ki jih naredimo s pritiskom na gumb. Nato ustvarimo dve funkciji. Prva izbriše vse, torej uporabimo „for“ zanko, ki začne pri 1, saj ne želimo, da izbriše prvi predmet z indeksom 0, in jih izbriše. Druga izračuna indeks zadnjega postavljenega predmeta. Ta račun je število predmetov v „araju“, „charactes“ minus 1. Če je rezultat 0, funkcija ne naredi ničesar, če je rezultat več kot 0, potem izbriše predmet s tem indeksom.

```

public GameObject[] characters;
// Start is called before the first frame update
@ Unity Message | 0 references
void Start()
{
    ...
}

// Update is called once per frame
@ Unity Message | 0 references
void Update()
{
    characters = GameObject.FindGameObjectsWithTag("thing");
}

0 references
public void deleteAll()
{
    for (int i = 1; i < characters.Length; i++) {
        Destroy(characters[i]);
    }
}

0 references
public void deleteLast()
{
    int last = characters.Length - 1;
    if (last == 0)
    {
        return;
    }
    else
    {
        Destroy(characters[last]);
    }
}
}

```

Slika 64: Program za brisanje predmetov AR

(Vir: osebni vir)

7.13 VUFORIA ENGINE

Vuforia Engine je razširjena platforma, ki razvijalcu olajšuje razvoj aplikacij obogatene resničnosti. V osnovi že oblikovani paketi in napredne funkcije nam omogočajo, da lahko v naš projekt dodamo različne novosti in sposobnosti. Podpira razne vrste operacijskih sistemov, kot so Android, iOS, UWP, posledično pa lahko aplikacije delujejo na napravah z omenjenimi sistemi. Vuforia izvajalcu olajša programiranje in mu optimizira delovanje dodane funkcije. Vsebuje najnovejšo tehnično dokumentacijo, prav tako pa se nenehno posodablja. Ponuja obilo opcij za vezavo med realnostjo in virtualnostjo. Ponuja zaznavo slike, modela in objekta kot tarčo za postavitev in zaznavo površin (angl. ground plane).

V raziskovalni nalogi smo uporabili dve funkciji, in sicer zaznavo objekta (okvirja) in pa zaznavo površine. Primarno nalogo ima zaznava objekta, kjer lahko obiskovalec samo

usmeri kamero mobilne naprave proti okvirju in se mu ob tem projicira tudi model , vendar pa aplikacija ponuja tudi možnost samodejnega postavljanja na ravne površine, čemur pa služi funkcija za zaznavo površin. Pri zaznavi objekta smo kot referenčni model v funkcijo Vuforia dodali računalniško zgrajen model okvirja na Planini.



Slika 65: Funkcija za zaznavo objekta

(Vir: osebni vir)



Slika 66: Funkcija za zaznavo površine

(Vir: osebni vir)

8 VIZUALNA DOVRŠITEV (UPORABNIŠKI VMESNIK)

Kljub samemu delovanju in učinkovitosti aplikacije je ključnega pomena tudi uporabniška izkušnja, pri čemer mislimo najbolj na izgled in uporabnost samih komponent aplikacije. Ker gre za aplikacijo v okviru turizma v občini Šentjur, smo se pri izdelavi gumbov, logotipov, ozadij ipd. zgledovali po že narejenih spletnih straneh, letakih občine. Stil je torej kompatibilen z že narejenimi izdelki te franšize. Želeli smo preprostost, minimalizem in estetsko dovršenost.

Zadeve, ki smo jih uporabili za uporabniški vmesnik, so bile narejene v programu Adobe Illustrator. Kot je v raziskovalni nalogi že opisano, ima občina Šentjur svoj slogan in lastno znamko Šenjurski tour, zato po smo iz želje po kompatibilnosti ime aplikacije poimenovali Šentjurski AR tour. To izraža dejstvo, da govorimo o znamenitostih občine Šentjur v povezavi z že obstoječimi izdelki in da gre pa za aplikacijo, ki vsebuje obogateno resničnost.

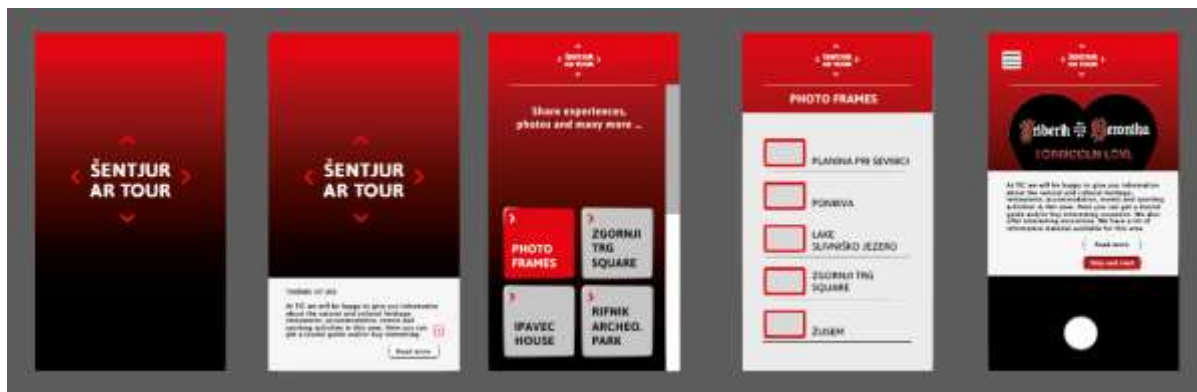
Osnovni logotip sestavljata ime in romb s presekanimi stranicami, kar prikazuje iskalnik površin (plane detector), ki je značilen za aplikacije obogatene resničnosti.

Ob vstopni strani se nam ponudi opcija Photo frames. Ob kliku se prikažejo gumbi za izbiro okvirja. Ob nadaljnjem pritisku pa lahko izbiramo med različnimi opcijami, prikažejo se tudi navodila, nato pa nas aplikacija usmeri v slikanje z modelom [32].

8.1 NAMEN APLIKACIJE

Aplikacija z naslovom Šentjurski AR tour je prototipni izdelek, namenjen pospeševanju in bogatenju turistične ponudbe občine Šentjur. Zaenkrat je na voljo na operacijskih sistemih Android, prenos pa je možen preko trgovine Google play ali pa s preslikavo QR kode, ki je dostopna na mestu predvidene uporabe. Aplikacija omogoča slikanje turistov v foto okvirju z obogateno resničnostjo, karakterjema Friderika II. Celjskega in Veronike Deseniške. Ponuja dve možnosti, in sicer poljubno postavitev modela ali postavitev z zaznavo okvirja. Posneta fotografija se shrani v galerijo slik na uporabnikovi mobilni napravi. Posnetek lahko poljubno delijo v elektronskih medijih.

Potek uporabe:



Slika 67: Slika uporabniškega vmesnika

(Vir: osebni vir)



Slika 68: Montaža zraven okvirja

(Vir: osebni vir)

Ob zagonu aplikacije se uporabniku prikaže osnovni zaslon z logotipom, prikaže pa se tudi okno s splošnimi pogoji uporabe, ki od uporabnika zahteva potrditev za nadaljnjo uporabo. Po potrditvi se prikaže začetna stran z izbiro kategorij. V okviru raziskovalne naloge imamo v aplikaciji delujočo le eno kategorijo, in sicer Photo frames. Ostale kategorije so še nedodelane. Po kliku na tipko Photo frames nas aplikacija vodi do izbire foto okvirja, torej lokacije, na kateri je uporabnik (uporabnik lokacijo izbere sam). Po kliku na želeno lokacijo, pa se odprejo navodila in pa naslov motiva. Po kliku „skip” na navodilih pa lahko uporabnik prične s fotografiranjem. V zgornjem levem kotu je možnost dodatnih nastavitev, kjer lahko uporabnik nastavi zakasnitev slikanja ali pa samodejno postavitve modela na želeno mesto.



Slika 69: Logotip aplikacije in spletne strani

(Vir: osebni vir)



Slika 70: Primer gumba

(Vir: osebni vir)



Slika 72: Ozadje aplikacije

(Vir: osebni vir)



Slika 71: Tematsko ozadje

(Vir: osebni vir)

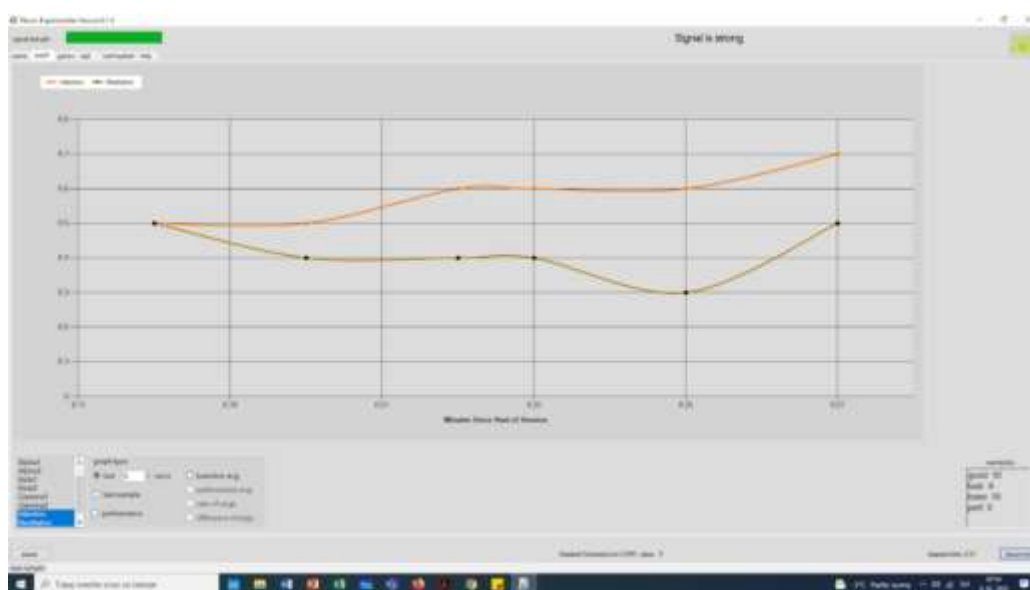
8.2 NADGRADNJA APLIKACIJE

Občina Šentjur ima v načrtu izdelati 5 foto okvirjev. Ker je edini foto okvir zgrajen na Planini pri Sevnici, smo prototip aplikacije namenili temu. Seveda pa po izgradnji ostalih okvirjev stremimo k izdelavi motivov. Prav tako bo aplikacija ponujala še druge kategorije poleg okvirjev. Obogateno resničnost v Zgornjem trgu (center mesta), obogateno resničnost s skladatelji Ipavci in pa obogateno resničnost v arheološkem parku Rifnik. Kot dodatno možnost želimo v prihodnje uvesti še dodaten zavihek na spletni strani Šentjurja, kjer bi uporabniki lahko delili svoje fotografije med sabo. Poleg okvirjev bomo dodali še opcijo izbire časa v dnevu, ki bo vplivalo na osvetlitev modela. Sedaj je model osvetljen kot področje (area), kasneje pa se bo svetilo premikalo z izbiro in s tem povzročilo bolj realistično svetlobo in odboj svetlobe na modelu.

9 MERJENJE IN ANKETA

9.1 MERJENJE

V pričujoči nalogi smo raziskovali vpliv obogatene resničnosti v primerjavi z običajnim videom in sliko. Merili smo možganske valove, ki opisujejo dejavnika pozornosti in sproščenosti. Podatke smo pridobili s pomočjo opreme Mindwave. Gre za naglavni set z elektroencefalografijsko (EEG) tehnologijo. Z EEG merimo aktivnost posameznih možganskih valov.



Graf 2: Prikaz meritev EEG

Naprava uporablja elektrodo, pritrjeno na čelo za zaznavo možganskih električnih valovanj, ki nato s pomočjo elektronike procesira signal in podatke preko bluetooth modula pošlje v računalnik, pametni mobilni telefon ali tablico. EEG zazna valove možganov glede na izbrano karakteristiko α , β , δ in θ valov. Variacija valov tipa β je v veliki meri povezana s pozornostjo, valovi tipa α pa nam sporočajo faktor sproščenosti. Pozornost je vedenjski in kognitivni proces selektivnega osredotočanja na diskretni vidik informacije, ne glede na to ali se obravnava kot subjektivna ali objektivna, ob zanemarjanju drugih zaznavnih informacij. V nasprotju s pozornostjo je meditacija namerno in samoregulirano osredotočanje pozornosti za sprostitev in umiritev uma. Meditacija ne predstavlja fizičnega stanja temveč psihično stanje posameznika in se nanaša na zmanjšanje aktivnih miselnih procesov v možganih. To pomeni, da višja stopnja sproščenosti kaže, da je posameznik bolj

sproščen in manj pod stresom. Pri merjenju smo uporabili program Neurosky za zajem statističnih podatkov.

Merjenje je potekalo v 3-eh delih, merjeno skupino pa je sestavljalo 8 dijakov (moški) M-4. c razreda Srednje šole za strojništvo, mehatroniko in medije. Vsak izmed njih je 3 minute opazoval sliko, video in uporabljal aplikacijo z obogateno resničnostjo. Tako smo za vsakega odčitali podatke povprečne vrednosti pozornosti in sproščenosti, nato pa s pomočjo izračuna median izpisali ugotovitve.

Tabela 5: Meritve slike

Pozornost	Mediacija
71.375	46
15.8308	66.3231
59.2969	85.8281
52.0495	63.4059
34.6154	60.9231
53.8846	42.1923
53.1224	58.3776
57.0694	48.8056

Povprečne vrednosti:

- pozornost: 49.6542
- mediacija: 58.9819

Tabela 6: Meritve videa

Pozornost	Mediacija
52.2348	52.2043
48.6895	54.5108
25.5414	53.3702
64.6515	60.4293
45.1198	59.3226
55.6198	52.6405
40.4783	53.9565
55.2573	41.1602

Povprečne vrednosti:

- pozornost: 48.4490
- mediacija: 53.4493

Tabela 7: Meritve aplikacije

Pozornost	Mediacija
49.3247	37.7532
26.6729	58.9626
55.5273	55.8182
47.667	58.9
70.514	72.215
21.1402	54.9252
42.1407	52.237
33.2883	63.2883

Povprečne vrednosti:

- pozornost: 37.9418
- mediacija: 56.762

Ugotovitve:

Meritve kažejo, da je pozornost manjša pri uporabi aplikacije, stopnja sproščenosti pa se giblje nekje med ostalima rezultata. Nizko stopnjo pozornosti pripisujemo večim dejavnikom. Aplikacija ima veliko gumbov in različnih komponent, ki zahtevajo multifunkcionalnost, ki pa moti samo osredotočenost, za razliko od slik in videa, ki zahtevata le opazovanje in ne sodelovanje. Na meritve pa je vplivalo tudi veliko zunanjih dejavnikov. Merjenje je zaradi omejenih možnosti potekalo v razredu, kjer pa je bila glasnost in dogajanje v okolici nekonstantna. Posledično je slednje motilo meritve.

Sama sproščenost pa je med uporabo aplikacije dosegla visoko stopnjo, višjo od videa in nižjo od slike, kar nam pove, da uporaba tovrstne aplikacije ne povzroča obilo stresa, kar je pozitiven dejavnik za uporabnike.

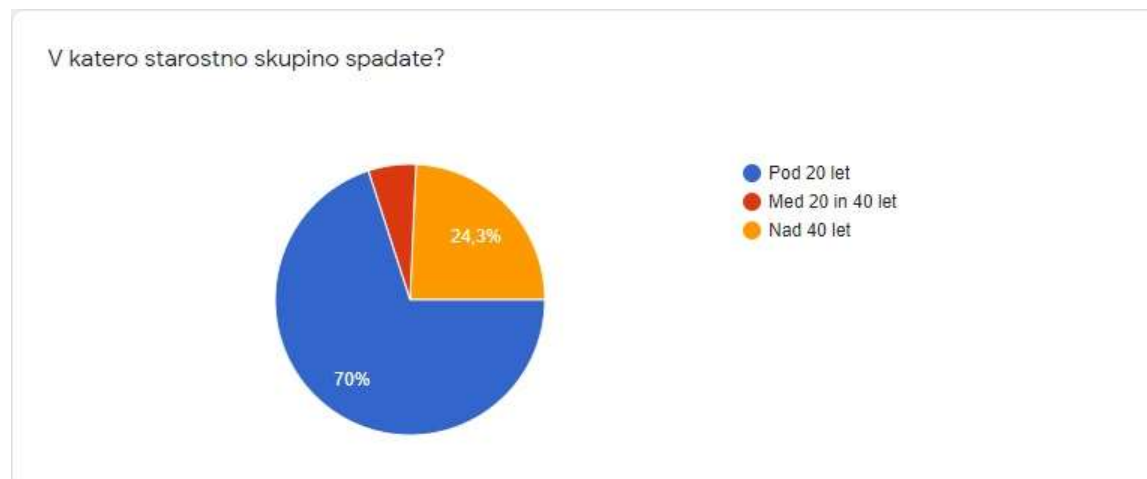


Slika 73: Opravljanje meritev z EEG

(Vir: osebni vir)

9.2 ANALIZA ANKETE

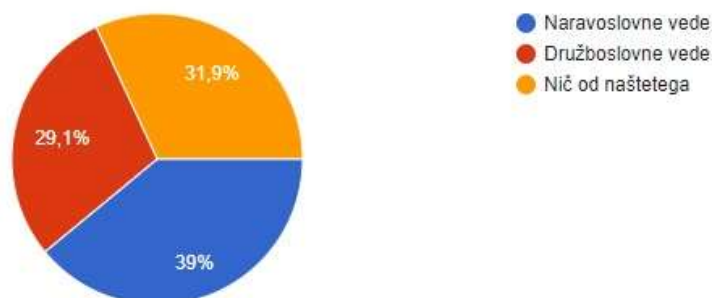
Za pridobitev informacij o znanju in željah uporabnikov smo v okviru raziskovalne naloge izvedli tudi anketo, s katero smo si pomagali pri izdelovanju aplikacije. V anketi je sodelovalo 143 anketirancev Srednje šole za strojništvo, mehatroniko in medije. Starostni obseg anketirancev zajema ljudi, mlajše od 20 let, in ljudi, starejše od 40 let. Večino anketirancev predstavljajo ljudje, mlajši od 20 let.



Graf 3: Analiza odgovorov na vprašanje 1

Podatki prikazujejo procentualni delež starosti udeležencev.

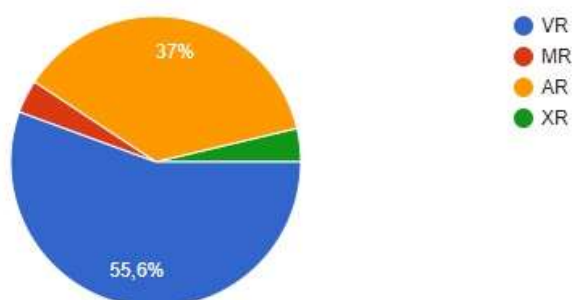
Kaj je vaše področje izobrazbe, interesov?



Graf 4: Analiza odgovorov na vprašanje 2

Kot lahko razberemo iz grafa je največji delež sodelujočih s področja naravoslovnih ved. Ker tehnika in tehnologija spadata pod omenjene vede, je večja možnost boljše poznavanje poglobljenih tehnologij.

Označite katera tehnologija po Vašem mnenju povezuje resnični svet z digitalnimi dodatki.



Graf 5: Analiza odgovorov na vprašanje 3

Iz zgornjega grafa lahko razberemo, da večina ljudi pomisli ob opisu AR tehnologij na VR. Slednja prikazuje virtualno okolje s pomočjo določenih naprav, AR pa okolja povezuje.

Katera slika prikazuje tehnologijo obogatene resničnosti?

☐ Možnost 1



☐ Možnost 2



☐ Možnost 3



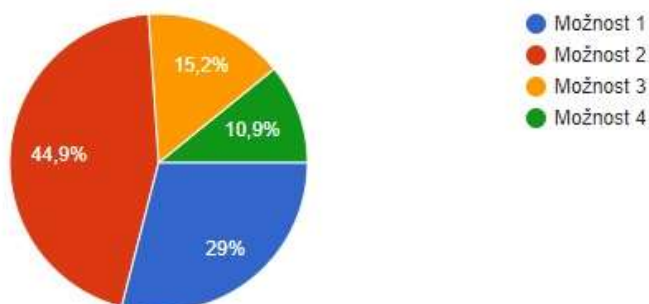
☐ Možnost 4



Slika 74: Vprašanje 4

(Vir: osebni vir)

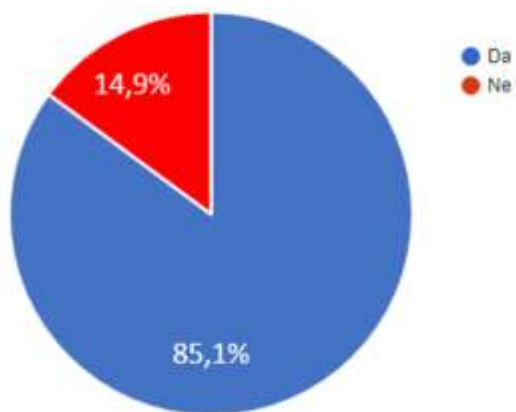
Katera slika prikazuje tehnologijo obogatene resničnosti?



Graf 6: Analiza odgovorov na vprašanje 4

Kljub zmoti, ki smo jo ugotovili pri prejšnjem vprašanju o definiciji AR tehnologij, pa so ob vizualnem prikazu rezultati veliko boljši.

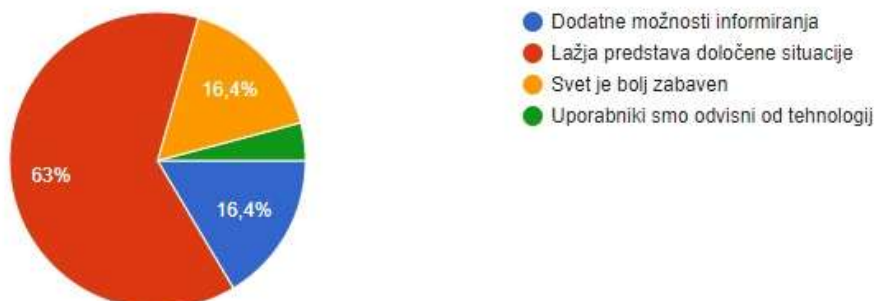
Ali menite, da uporaba obogatene resničnosti v turizmu pritegne pozornost uporabnika?



Graf 7: Analiza odgovorov na vprašanje 5

Večina anketirancev meni, da obogatena resničnost pritegne uporabnika, kar je dobra informacija za izdelovanje aplikacije.

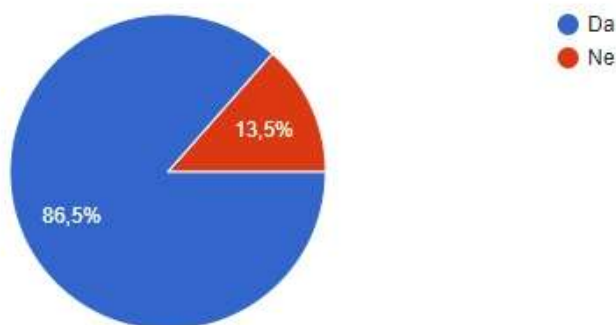
V primeru, da ste v prejšnjem vprašanju odgovorili z "da", označite, zakaj ste takšnega mnenja.



Graf 8: Analiza odgovorov na vprašanje 6

Večina vprašanih meni, da obogatena resničnost v največji meri vpliva na lažjo predstavo določene situacije.

Se vam zdi vključevanje obogatene resničnosti v turizem smiselna naložba za povečanje uporabniške izkušnje?



Graf 9: Analiza odgovorov na vprašanje 7

Večina vprašanih je odgovorila z „DA“, kar pomeni, da je vlaganje sredstev v tovrstno digitalizacijo smiselna naložba za turizem.

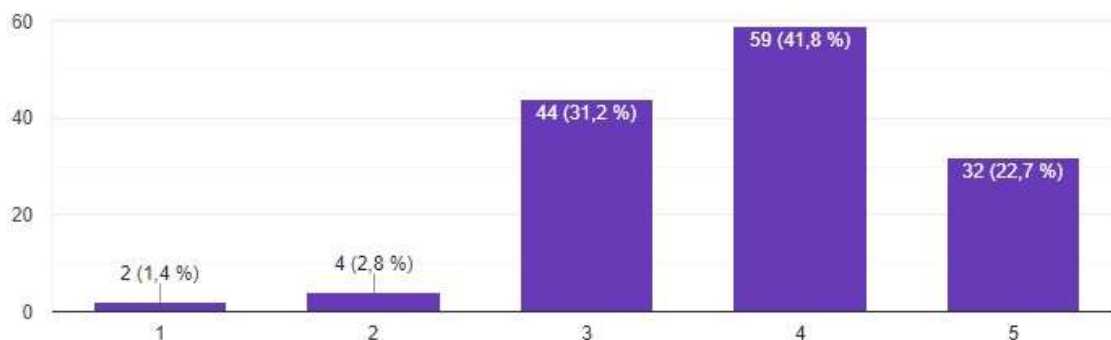
Katero od navedenih možnosti bi uporabili, če bi fotografirali določen kraj?



Graf 10: Analiza odgovorov na vprašanje 8

Naša aplikacija ima v osnovi nalogo za zaznavo objekta (okvirja) kot tarčo za projiciranje modelov. Vendar pa rezultati vprašanja o željah uporabnikov kažejo proti samostojnemu upravljanju. V ta namen smo v aplikaciji dodali tudi funkcijo „plane detection“, ki omogoča postavitev modelov na katerokoli ravno površino po uporabnikovi presoji.

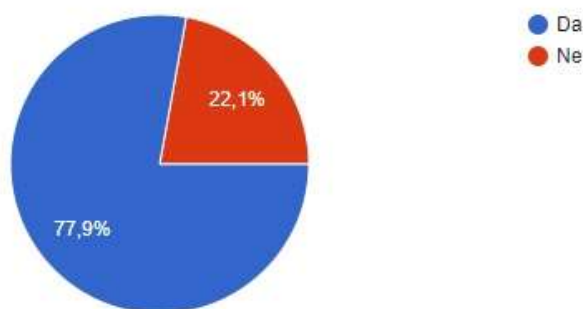
Kako obogatena resničnost vpliva na povečanje pozornosti za določeno stvar?



Graf 11: Analiza odgovorov na vprašanje 9

Pričakovano odgovori na vprašanje o povečanju uporabnikove pozornosti z uporabo obogatene resničnosti stremijo na stran povečanja pozornosti, kar pa lahko po izvedbi meritev zanikamo.

Ali menite, da je omenjena tehnologija prijazna uporabniku?



Graf 12: Analiza odgovorov na vprašanje 10

Za konec smo postavili še vprašanje o prijaznosti aplikacij obogatene resničnosti in večina anketirancev meni, da so prijazne uporabniku. Iz podatka lahko sklepamo, da aplikacije ni potrebno izdelati enostavnejše za uporabo.

10 ODGOVORI NA HIPOTEZE

1. Uporaba AR tehnologij poveča pozornost uporabnika glede na druge medije (slika, video). ❌

Po izvedenih meritvah EEG lahko hipotezo zavrnamo. Pozornost je manjša, rezultat tega pa je multifunkcionalnost, ki je potrebna za upravljanje z aplikacijo. Pozornost je bolj razpršena.

2. Uporabnikom uporaba AR aplikacij ne povzroča dodatnega stresa. ✅

Hipotezo lahko potrdimo, saj so meritve pokazale, da je stopnja sproščenosti relativno visoka glede na ostala dva medija. Zaradi sproščenosti med uporabo lahko računamo na možnost daljše uporabe aplikacije.

3. Dosedanje AR aplikacije so prijazne uporabnikom. ✅

Hipotezo lahko potrdimo, saj so rezultati anketirancev večinsko prevladali z odgovorom »DA«. Ugotovitev nam je pomagala pri snovanju uporabniškega vmesnika in njegovi zahtevnosti.

4. V turizmu se pojavlja vedno več digitalizacije.

Hipotezo lahko potrdimo, saj je po podatkih naših raziskav in raziskav tujih študentov vedno več digitalizacije, saj ta prinaša podjetjem napredek.

5. Okoliščine pandemije Covid-19 so prispevale k razširitvi digitalizacije.

Hipotezo lahko vsekakor potrdimo. Okoliščine ob pandemiji Covid-19 so pospešile digitalizacijo in jo razširile med splošne uporabnike kot dejavnik vsakdanjega življenja.

6. Za delovanje aplikacije bo potrebno prirediti število poligonov.

Hipotezo lahko potrdimo, saj smo skozi celotno izdelavo modelov stremeli k čim manjšemu številu poligonov. Težava pri projiciranju se je pojavila pri uporabi sistema delcev. Aplikacija je ob testiranju delovala počasi, ob pogledu na glavo modela pa se je telefon ugasnil. Težavo smo rešili z izdelavo las kot modelom z malo poligoni.

11 MOŽNOSTI NADALJNJEGA RAZISKOVANJA

V prihodnosti bi lahko aplikacijo nadgrajevali tako, da bi uvedli več lokacij z različno vsebino in s tem povečali ponudbo. Prav tako bi lahko aplikaciji dodali gumb za deljenje, da lahko uporabniki rezultate slik neposredno delijo na družabnih omrežjih.



Slika 75: Potencialno mesto za novo kategorijo

(Vir: osebni vir)

Nadgradnja bi lahko ponudila sposobnost obveščanja o dogodkih v občini ali pa o bližini lokacije, kjer je mogoče aplikacijo uporabljati.

Prav tako bi lahko uporabniško izkušnjo izboljšali z dodajanjem animacij karakterjev. Friderika II. bi lahko animirali tako, da bi iz stoječe poze prešel v klečečo, Veroniko Deseniško pa bi lahko animirali v dinamično pozo z premikom roke. Izdelovanje omenjenega je že v teku.

12 ZAKLJUČEK

Skozi potek raziskave in izdelave izdelka smo se veliko naučili. Reševanje problemskih situacij in pridobljene izkušnje nam bodo v prihodnosti zelo koristile. Z raziskavo tržno zanimivega področja smo ugotovili, da opisana tehnologija ni noviteta. Je koristno orodje in pripomoček na področjih prodaje, oglaševanja, izobraževanja, turizma in še kje. Razvoj poteka zelo hitro in samo ugibamo lahko, ali bodo poglobljene tehnologije kdaj ponudile izkušnje, ki so primerljive z realnostjo. Na eni strani se izpostavljajo škodljivi učinki tehnologij, po drugi strani pa smo priča znanju z visoko uporabno vrednostjo. Mnenja smo, da nam lahko pravilna uporaba, predvsem uporaba v nalogi opisanih tehnologij, zelo pomaga pri dojetanju in razumevanju danih področij. Omogoča nam izpolnitev skritih želja, ljudem z gibalnimi ovirami lahko ponudi nove izkušnje, poenostavi delo itd. Menimo, da bo prihodnji razvoj turističnih panog nujno povezan tudi z digitalnimi izkušnjami.

VIRI IN LITERATURA

- [1] *AR HUD v avtomobilu* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.huaweicentral.com/huawei-ar-hud-showcase-at-munich-international-auto-show/>.
- [2] *AR očala* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://artlabs.ai/blog/the-best-smart-glasses-and-ar-specs-of-2021/>.
- [3] BARDI, J. *Kaj je navidezna resničnost? Definicije in primeri* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>.
- [4] *Barvna tekstura* (ang. albedo map) (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: https://www.123rf.com/photo_19828403_seamless-computer-generated-metal-chain-mail-texture.html.
- [5] *Celjski, Fridrik II.* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=11185>.
- [6] *Delitev mečev po Oakeshottu* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <http://www.medievalsteel.de/Seiten/Waffen/Schwerteinteilung.htm>.
- [7] *Desinić* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Desini%C4%87>.
- [8] *Digitalna transformacija: pomen, prednosti in politike EU* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.europarl.europa.eu/news/sl/headlines/society/20210414STO02010/digitalna-transformacija-pomen-prednosti-in-politike-eu>.
- [9] *Digitalni evropski program* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>.
- [10] DREDGE, D; PHI, G; MAHADEVAN, R.; MEEHAN, E. IN POPESCU E. S. *Digitalizacija v turizmu* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: Digitalisation in Tourism - European Commission.

- [11] *Friderik II. Celjski* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: https://sl.wikipedia.org/wiki/Friderik_II._Celjski.
- [12] FUGGER GERMADNIK, R. (2014). *Groffe in knezi Celjski*. Celje: Pokrajinski muzej Celje.
- [13] GOROPEVŠEK, B. *Celjski, Friderik II.* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.obrazislovenskihpokrajn.si/oseba/celjski-friderik-ii/>.
- [14] *Grad Planina* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.turizem-sentjur.com/Kulturna-dediscina/Grad-Planina/>.
- [15] *Gradovi grofov Celjskih* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: https://zimk.zrc-sazu.si/sl/strani/grad_ano-12.
- [16] GRAFENAUER, B. *Veronika Deseniška, pl.* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.slovenska-biografija.si/oseba/sbi776191/>.
- [17] HAYES, A. *Obogatena resničnost* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.investopedia.com/terms/a/augmented-reality.asp>.
- [18] *Kaj je digitalna transformacija?* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.salesforce.com/eu/products/platform/what-is-digital-transformation/>.
- [19] *Komunikacijski pristopi* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.sentjur.si/objava/596449>.
- [20] KOS, D. (2014). *Vitez in grad: Vloga gradov v življenju plemstva na Kranjskem, Slovenskem Štajerskem in Slovenskem Koroškem do začetka 15. stoletja*. Ljubljana: Založba ZRC SAZU.
- [21] KOSI, M. *Celjski* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.slovenska-biografija.si/rodbina/sbi1023780/>.
- [22] LORENČIČ, M. *Razvozlana uganka lobanj* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.dnevnik.si/1042546213>.

- [23] *Oblika meča* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <http://www.medievalsteel.de/Seiten/Waffen/Schwerteinteilung.htm>.
- [24] *Portret Friderika II.* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.geni.com/people/Frederick-II-of-Celje-count/5130352716880129212>.
- [25] *Primer foto okvirja 1* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.artandarchitecture-sf.com/frame-by-mildred-howard.html>.
- [26] *Primer foto okvirja 2* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.bostonmagazine.com/arts-entertainment/2014/10/09/friends-of-public-garden-frames-fopg-photos/>.
- [27] *Primer ideje soočanja z enim izmed ukrepov za digitalizacijo turizma* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.sentjur.si/objava/596449>.
- [28] *Razlike med AR, VR in MR* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.youtube.com/watch?v=IFgGzOpjUM>.
- [29] *Sistemske nastavitve* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://docs.unity3d.com/Manual/system-requirements.html>.
- [30] *Sistemske zahteve za Unity 2020 LTS* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://docs.unity3d.com/Manual/system-requirements.html>.
- [31] *Soba za druženje v igri VR chat* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.windowcentral.com/beginners-guide-vrchat>.
- [32] *Šentjur tour* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.turizem-sentjur.com/>.
- [33] ŠUTANOVAC, N. *Koronavirus je digitalizacijo pospešil s svetlobno hitrostjo* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://ikt.finance.si/8960192/Koronavirus-je-digitalizacijo-pospesil-s-svetlobno-hitrostjo>.
- [34] *Upodobitev Friderika na turnirju* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: https://www.wikiwand.com/sl/Friderik_II._Celjski.

- [35] *Uprizoritev bitke pri Nikopolisu* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: https://sl.wikipedia.org/wiki/Bitka_pri_Nikopolju.
- [36] *Uvod v potopne tehnologije* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.vistaequitypartners.com/insights/an-introduction-to-immersive-technologies/>.
- [37] *Vektorsko teksturiranje* (ang. normal map) (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://cgaxis.com/product/chain-mail-pbr-texture/>.
- [38] VELICHKO, M. *Kaj je obogatena resničnost in kako deluje* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://jasoren.com/what-augmented-reality-is-and-how-it-works-the-ultimate-tutorial/>.
- [39] *Virtualni svet* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.techopedia.com/definition/25604/virtual-world>.
- [40] *Virtualni svetovi* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://cs.stanford.edu/people/eroberts/cs201/projects/2007-08/virtual-worlds/history.html>.
- [41] *VR očala* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.bestbuy.com/site/oculus-quest-2-advanced-all-in-one-virtual-reality-headset-128gb/6473553.p?skuId=6473553>.
- [42] *Vse o potopnih tehnologijah* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.digicatapult.org.uk/news-and-insights/blog-posts/post/everything-to-know-about-immersive-technology/>.
- [43] WIGMORE, I. *Potopne tehnologije* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://whatis.techtarget.com/definition/immersive-technology>.
- [44] *Zahteve za uporabo programa* (online). (Citirano 6. 3. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.blender.org/download/requirements/>.