

Interreg
Italia-Slovenija



Cofinanziato
dall'Unione europea
Sofinancia
Evropska unija

RecapMCV

**Potopne sobe kot
inovativno, vključujoče
in trajnostno orodje za
predstavitve ter
doživljanje kulturne
dediščine:
strategija in
akcijski načrt**



Projekt RecapMCV je sofinanciran s strani Evropske unije v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

Interreg
Italia-Slovenija



Cofinanziato
dall'Unione europea
Sofinancia
Evropska unija

RecapMCV

Publikacijo so pripravili: Pleiadi s.r.l. Venetian Cluster s.r.l.

Tisk: Gruppo Matches s.r.l.

Leto izdaje: 2024

[YouTube Channel](#)

[Instagram profile](#)

[Facebook profile](#)

www.ita-slo.eu/recapmcv



Vsebina

1. Uvod
2. Opredelitve pojmov
3. Uporaba novih AV in RV tehnologij za potopitvena doživetja na območjih kulturne dediščine
 - 3.1 Obogatena resničnost in virtualna resničnost
 - 3.2 Ustvarjanje potopne projekcijske sobe
 - 3.2.1 Predhodniki digitalnih potopnih sob: Disneyjevi parki
 - 3.3 Vključujoči potencial novih potopitvenih tehnologij: vključevanje invalidov, oseb z okvarami sluha in vida v obogateno in virtualno resničnost
 - 3.4 Trajnost in gospodarski učinek senzoričnih naprav
4. Primer inovativnih potopnih sob in muzejev, ki temeljijo na različnih uporabniških izkušnjah
5. Oblikovanje potopne sobe v Tolminskem gradu: ključna načela in tehnični vidiki
 - 5.1 Vidiki, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju potopne sobe
 - 5.2 Študija primera: mobilna potopna/multimedijska soba za grad Tolmin
 - 5.3 Kombinacija digitalne in nedigitalne tehnologije za poglobljeno izkušnjo
6. Bibliografija

Projektni partnerji

VP: Znanstveno-raziskovalno središče Koper
/ Centro di ricerche scientifiche Capodistria
PP2: Občina Tolmin / Comune di Tolmino PP3:
Venetian Cluster srl PP4: INFORMEST – Centro di
Servizi e Documentazione per la Cooperazione
Economica Internazionale

1. Uvod



Sodobni muzeji so veliko več kot le prostori, namenjeni postavitvi in razstavljanju zbirk in umetniških del. Danes veljajo za privilegirano komunikacijsko sredstvo in imajo osrednjo vlogo pri zagotavljanju dostopnosti kulture množičnemu občinstvu. Eden od ključnih dejavnikov približevanja splošni javnosti je uporaba novih tehnologij in novih paradigem interakcije. **Svet muzejev doživlja temeljito preobrazbo, ki jo poganja pojav vse bolj izpopolnjenih digitalnih tehnologij in potreba po tem, da javnosti ponudijo zanimive in interaktivne izkušnje.** Digitalne in interaktivne muzejske postavitve so v tem kontekstu inovativna orodja za izboljšanje kulturne dediščine ter spodbujanje učenja na aktiven in spodbuden način.

Osupljiva tehnološka rast je močno vplivala na našo sposobnost doživljanja, manipuliranja, ustvarjanja in oblikovanja sveta. Multimedijški podatki, kot so slike, zvok, videoposnetki, besedila, grafike, animacije in drugi multimodalni čutni podatki, so se neizmerno povečali in so zdaj skoraj vseprisotni. Koncept vizualizacije je na tem področju osrednjega pomena, saj predstavlja tako kognitivno dejavnost oblikovanja miselnih podob kot tudi pomembno disciplino informacijske tehnologije, povezano z multimedialnostjo. Ta funkcija prikazovanja predmetov in informacij je temeljna povezava med sodobnimi virtualnimi okolji ter zgodovinsko vlogo galerij in muzejev. V tem kontekstu potopljive sobe revolucionarno spreminjajo kulturno in turistično industrijo. Predstavljajo inovativno evolucijo v panorami valorizacije kulturne dediščine, saj javnosti ponujajo zanimivo, več-čutno in nepozabno izkušnjo. Z uporabo naprednih digitalnih tehnologij, kot so virtualna resničnost, obogatena resničnost in potopne projekcije, ter tehnologije 5G ta okolja obiskovalcu omogočajo, da se popolnoma potopi v zgodovinski in kulturni kontekst, kar bistveno obogati izkušnjo obiskovalca in ustvari globoko čustveno povezavo z dediščino.

Bistvo digitalne kulturne dediščine ni v tem, da bi nadomestila fizično dediščino: gre za to, da ponudi drugačno vrsto srečanja z njo. Omogoča dodajanje plasti informacij na fizične predmete in obiskovalcu ponuja možnost ponovne kontekstualizacije ali pristopa h kulturni dediščini bodisi s kognitivnega bodisi z občutljivega, čustvenega vidika.

Te tehnologije obiskovalcu omogočajo, da kulturno dediščino doživi na neposreden in zelo zanimiv način ter ga popeljejo iz časa in prostora.

Uporaba tehnologije širi umetnost in odpravlja meje med delom, umetniki in obiskovalci.

Obiskovalec postane protagonist in se iz pasivnega opazovalca spremeni v aktivni element dinamičnega okolja. Poleg tega so nove tehnologije postale močan motivator za nakup, ki omogoča doživetje destinacije, še preden se odločite za destinacijo; v večjem obsegu se lahko AR uporablja za trženje destinacije potencialnim obiskovalcem, v manjšem obsegu pa lahko VR obiskovalcem omogoči predogled tega, kar bodo doživeli med izbranimi počitnicami.

Inovacije na tem področju so imele tako pomemben vpliv na sektor, da niso spremenile le tega, kaj in kako muzeji razstavljajo, temveč tudi to, kje občinstvo doživlja in do neke mere soustvarja ta dela.

Obiskovalcem ni več namenjeno le to, da si ogledajo razstavo, temveč jih spodbujamo, da jo doživijo, dokumentirajo in delijo. Kako si ustvarijo svojo prisotnost na teh razstavah, postane izjemno pomembno tudi pri načrtovanju novih prostorov muzejev in kulturne dediščine.

Namen te študije je podati smernice in strategijo za ustvarjanje potopnih sob za valorizacijo in promocijo kulturne dediščine, ki jih je mogoče uporabiti kot okvir za ponovitev v različnih kontekstih.

Namen tega dela bo:

- * **Zagotoviti pregled najsodobnejših tehnologij**, ki so na voljo za ustvarjanje potopnih virtualnih sob za valorizacijo umetniške in kulturne dediščine;
- * **Analizirati dodano vrednost teh tehnologij** z vidika dostopnosti in vključenosti, zlasti za vključevanje oseb z okvarami sluha in vida;
- * **Osredotočiti se na trajnostne vidike**, zlasti na porabo energije;
- * **Predstaviti več konkretnih aplikacij** teh tehnologij kot primerov uspešnih praks;

- * **Izkoristiti razpoložljive raziskave in uspešne izkušnje** ter zasnovati inovativno potopno sobo za ponovno uporabo in valorizacijo Tolminskega gradu, razvaline trdnjave na grebenu Kozlovega Roba nad mestom Tolmin v jugozahodni Sloveniji.

Te smernice so namenjene podpori bralcem pri zavestnem informiranju o potopnih tehnologijah, pri iskanju navdih pri ustreznih študijah primerov in pri oblikovanju lastne potopne sobe.

Določi koncept možnega potopnega prostora	1. korak: Sprejmi premišljeno odločitev o tem, kako promovirati in predstaviti kulturno dediščino svoji publiki. Preglej različne interaktivne tehnologije, predstavljene v teh smernicah.	Poglavje. 3
	2. korak: Zgleduj se po različnih primerih študij potopnih sob po svetu in po čezmejnih preverjenih rešitvah. Preglej različne primere "dobrih praks", ki že delujejo in so uspešne.	Poglavje. 4
Oblikuj svoj projekt	3. korak: Razumi pomen multidisciplinarnega in interdisciplinarnega pristopa. Poišči različne strokovnjake in ključne vloge, potrebne za uspešno izvedbo projekta Tolmin.	Poglavje. 5
	4. korak: Nadaljuj oblikovanje svoje potopne sobe. Sledi izkušnji Tolminskega gradu, preberi o njihovi motivaciji, navdihu in nastavitvah.	Poglavje. 6

2. Opredelitve pojmov



Potopna tehnologija

tehnologija, ki zabriše mejo med fizičnim, virtualnim in simuliranim svetom ter tako ustvari občutek potopitve. (Lee, Chung idr. 2013) [1]

Virtualna resničnost (VR)

tehnologija, ki ustvarja interaktivno virtualno okolje, namenjeno simulaciji resničnih izkušenj. (Lee, Chung et al., 2013, Wojciechowski et Cellary, 2013) [2]

*** Neimerzivna VR**

vsebina VR je prikazana prek računalniškega zaslona. Za interakcijo se uporabljajo tradicionalni mediji, kot so tipkovnice in miške. Za neimerzivno VR uporabnikom ni treba nositi nobene opreme.

*** Potopna virtualna resničnost**

uporabniki morajo nositi zaslon, nameščen na glavo, in so v celoti vključeni v virtualno okolje. V potopnem VR okolju je mogoče odzive uporabnikov opazovati in beležiti v nadzorovanih razmerah.

Obogatena resničnost (AR)

tehnologija, ki uporabnikom omogoča interakcijo z virtualnimi informacijami, ki se prekrivajo s fizičnim svetom in vključujejo digitalne elemente v realni svet. Ta potopitev povečuje uporabniške izkušnje in interakcije s ponudbo interaktivnih informacij in večpredstavnostnih vsebin. (Dunleavy, Dede, & Mitchell (2009); Rochlen et al. (2017)) [2]

Mešana resničnost (MR)

prostor, v katerem soobstajata fizični in virtualni svet. V okviru realnosti in virtualnosti je splošno okolje MR prostor, v katerem so resnični in virtualni predmeti predstavljeni skupaj na enem zaslonu. (Milgram and Kishino (1994)) [3]

Potopne projekcije

uporabite velike površine za ustvarjanje 360-stopinjskih potopitvenih okolij. Potaplajoče projekcije gledalce ali uporabnike neposredno vključijo v vizualna in interaktivna doživetja z velikim učinkom, ki so lahko različno zapletena in obsežna. Inovativna tehnika video projekcij spremeni površine v naravne zaslone in ustvari potopitveno doživetje. (Chad Kunimoto, 2022) [4].

Hologrami

tehnologija, ki gledalcem omogoča realističen in tridimenzionalen prikaz predmetov in likov. Holografija je tehnologija shranjevanja optičnih informacij v obliki izjemno finih vzorcev motenj s pomočjo koherentnega laserskega snopa (tako prostorsko kot časovno). Za tako ustvarjeno sliko je značilna iluzija tridimenzionalnosti. (Haleem, Javaid et al., 2022) [5].

Senzorični učinki

neposredni biofizikalni učinek, ki vključuje prehodno motnjo v senzoričnem zaznavanju ali manjšo in začasno spremembo v delovanju možganov. To lahko povzročijo dišave, zvoki in vibracije, ki pomagajo ustvariti bolj poglobljeno in realistično izkušnjo.

Območje kulturne dediščine

se nanaša na kraj, območje, naravno krajino, poselitveno območje, arhitekturni kompleks, arheološko najdišče ali stoječo strukturo, ki je priznana in pogosto pravno zaščitena kot kraj zgodovinskega in kulturnega pomena. (ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites, ICOMOS, 2008) [6].

Ponovna uporaba objekta kulturne dediščine

se nanaša na postopek ponovne uporabe starega objekta ali stavbe za drug namen, kot je bil zgrajen ali zasnovan (Conservation Principles, English Heritage, 2008). [6].

Porušeno območje

nanaša se na stavbo, ki je izgubila pomemben del svoje arhitekturne oblike in je prenehala delovati kot taka (John Ashurst, Conservation of ruins, 2007) [6].

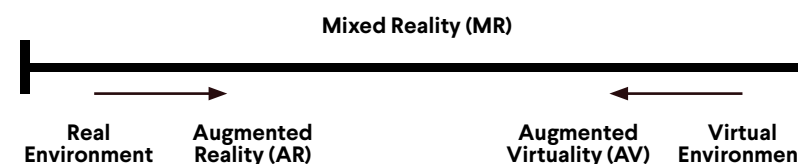
Trajnostni razvoj

se nanaša na razvoj, ki zadovoljuje potrebe sedanjosti, ne da bi ogrozil zmožnost prihodnjih generacij, da zadovoljijo svoje potrebe. (Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, United Nations 1987) [7].

3. Uporaba novih AV in RV tehnologij za potopitvena doživetja na območjih kulturne dediščine



Koncept kontinuuma med resničnostjo in virtualnostjo sta leta 1994 teoretično utemeljila Milgram in Kishino [3]. Gre za neprekinjeno lestvico, ki sega med popolnoma virtualnim, virtualnostjo, in popolnoma resničnim, resničnostjo. Kontinuum realnost-virtualnost torej zajema vse možne različice in sestave realnih in virtualnih predmetov.



Kontinuum realnost-virtualnost, ki sta ga teoretično opredelila Milgram in Kishino (1994). V njem je pojasnjeno, kako različne ravni resničnosti vplivajo druga na drugo.

Kot je opisano v prejšnjem poglavju, so **multimedijski sistemi po definiciji zmožni zagotavljati različne čutne izkušnje**, vendar glavna in najpogostejša uporaba vključuje vid, običajno kot glavno gonilo izkušnje.

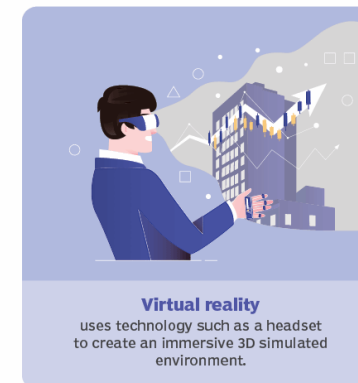
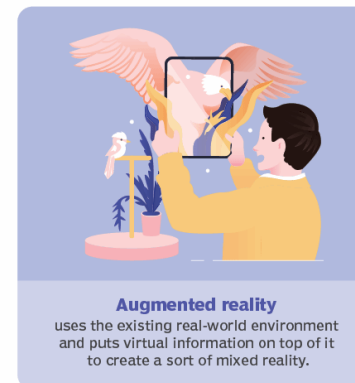
Obstaja veliko različnih vrst tehnologij za ustvarjanje potopitvenih izkušenj, ki vključujejo vid, od obogatene resničnosti do virtualne resničnosti in mešanice med 360-stopinjskim videom in virtualno resničnostjo.

Izraz 5G se nanaša na novo generacijo tehnologij in standardov za mobilne komunikacije. Ta "peta generacija" je tehnologija povezovanja, ki jo uporabljajo naši pametni telefoni, predvsem pa številni povezani predmeti (IoT - internet stvari) okoli nas. Ena od glavnih značilnosti tega omrežja je namreč ta, da omogoča veliko več povezav hkrati, z veliko hitrostjo in zelo hitrim odzivnim časom. Tehnologija 5G z vrhunskimi hitrostmi povezav in manjšo zakasnitvijo odpira nove možnosti za turizem, saj omogoča razvoj privlačnih storitev in doživetij za turiste ter izboljšuje njihovo neposredno izkušnjo.

Ta tehnologija podpira uporabo velikih količin podatkov, računalništva v oblaku in potopitvenih aplikacij, kot sta AR in VR, izboljšuje interakcijo z okoljem in ponuja prekrivajoče se grafične vsebine v realnem času z uporabo pametnega telefona ali samostojne podpore za gledanje, potopitev v virtualno resničnost, obdelavo in izmenjavo informacij.

3.1 Obogatena resničnost in virtualna resničnost

Za namene trajnostnega razvoja turizma z uporabo tehnologij, ki omogočajo četrto industrijsko revolucijo, obstajata dve tesno povezani, vendar različni tehnologiji, ki omogočata dostop do sveta metaverse (pojmovanega kot digitalna in virtualna pokrajina) in hitro spreminjata naš način interakcije s svetom okoli nas: obogatena resničnost (AR) in virtualna resničnost (VR). Obe tehnologiji **lahko spremenita številne vidike našega življenja, od načina učenja in dela do načina zabave in interakcije z okolico**, ter spremenita naše dožemanje sveta, ki nas obdaja. Vidik, v katerem se razlikujeta, se nanaša na zaznavanje naše prisotnosti. Izbira med AR in VR je odvisna od specifične funkcije in želene uporabniške izkušnje. Medtem ko AR prikazuje resničnost in dodano/spremenjeno različico drug ob drugem, kar zagotavlja dodatne informacije in postavlja prizore v poseben kontekst, VR ponuja popolno potopitev v drugačno, novo zamišljeno resničnost tehnologijo, kot so slušalke, krmilniki in senzorji; za doživetja AR je potreben le pametni telefon ali tablični računalnik, ki ga je mogoče prenesti kot aplikacijo.



Razlika med AR in VR

Obogatena resničnost (AR) je integracija digitalnih informacij z okoljem uporabnika v realnem času, doživljanje realnega okolja z ustvarjenimi zaznavnimi informacijami na vrhu, ki vizualno spreminjajo naravno okolje ali uporabnikom zagotavljajo vizualne dodatne "umetne" vsebine (informacije), brezhibno združujejo digitalne in 3D elemente z našim fizičnim okoljem.



Primer aplikacije VR: <https://mw2013.museumsandtheweb.com>

AR uporabnikom prek naprav, kot so pametni telefoni, očala ali tablični računalniki s prenesenimi aplikacijami, posreduje vizualne elemente, zvok in druge čutne informacije. Takšne dodatne informacije se dodajo v napravo, da se ustvari mešana izkušnja, kjer digitalne informacije spremenijo in vključijo uporabnikov pogled na fizično resničnost, ki ji dodajo podrobnosti.

Zato je AR sposobna spremeniti način, kako zaznavamo svet okoli nas in kako z njim komuniciramo, ne le prekrivati informacije, temveč tudi izboljšati, informirati in okrepiti izkušnje ljudi na različne načine:

- * **razumevanje konteksta:** AR izkorišča informacije o naši okolici v realnem času, da nam zagotovi ustrezne in pravočasne podatke.
- * **interaktivne izkušnje:** AR presega pasivno opazovanje. Uporabniki lahko manipulirajo z digitalnimi elementi, se nanje odzivajo in celo sodelujejo z njimi, ki so brez težav vključeni v fizični svet.
- * **večja učinkovitost in produktivnost:** AR poenostavlja zapletene naloge z zagotavljanjem vizualnih napotkov, navodil po korakih ali pomoči na daljavo neposredno v uporabnikovem vidnem polju.

Aplikacije, povezane z AR, omogočajo ne le večjo uporabnost kulturnih in umetniških dogodkov, temveč tudi komercialnih, zabavnih in učnih dogodkov, in jih lahko obravnavamo kot platformo za pridobivanje in širjenje interesov ljudi. Podatke in informacije AR je mogoče pridobiti s kodami QR ali prenesenimi aplikacijami (za pametne telefone in tablične računalnike) ali z uporabo samostojnih vizirjev (npr. Microsoft HoloLens, Magic Leap One, Varjo XR-3), vizirjev za pametni telefon (Google Cardboard, Samsung Gear VR) ali očal RA (Google Glass, Vodafone nReal Light). Slednja ponujajo bolj poglobljeno izkušnjo AR in omogočajo ogled holografskih informacij tudi v 3D in interakcijo z njimi na naraven način.

Kar zadeva vlogo, ki jo ima obogatena resničnost v kulturnem turizmu in na znamenitostih/kulturni dediščini, ki nas zanimajo, **ponuja interaktivne in potopitvene elemente za izboljšanje in prilagoditev turistične izkušnje, ki dopolnjujejo avtentičnost teh znamenitosti, tako da v realnem času pridobite dodatne informacije in podrobnosti (kot vodnike, vpoglede, prevode, druge prilagojene vsebine) neposredno na napravah osebja (pametni telefon, tablični računalnik ali očala), medtem ko raziskujete okolje, v katerem ste.**

Najbolj preprost način je uporaba za dodajanje dodatnih razlag resničnim predmetom, ki so pred vašimi očmi. Poleg tega AR omogoča, da prikazom dodamo tretjo dimenzijo, tako da predmeti ali prizori oživijo, v primeru kulturne dediščine pa virtualno rekonstruiramo okolje, kakršno je bilo ali bo.

Trenutno je povezljivost potencialna omejitev in izziv AR v turizmu zaradi pomanjkljivosti in pomanjkanja razvoja v pričakovanju nove generacije tehnologij, ki pa se ne pričakuje pred letom 2030. Kot večina aplikacij se tudi tehnologija AR v veliki meri zanaša na mobilne podatke ali internet, za katerega je brezžična povezljivost osnovni pogoj.

Kljub temu se tehnologija AR še naprej razvija, saj se priljubljenost in seznanjenost z aplikacijami ter uporaba naprav povečujeta. Kratkoročno lahko širitev omrežij 5G olajša podporo izkušnjam obogatene resničnosti v oblaku, na primer z zagotavljanjem višjih hitrosti prenosa podatkov in manjših zakasnitev aplikacijam AR.

Po drugi strani pa lahko zbrani podatki in analitika dopolnjujejo izkušnjo AR z zbiranjem preferenc potnikov in njihovih zahtev po informacijah, s čimer se vzpostavijo pogoji za nadaljnjo optimizacijo zmogljivosti in izvajanje storitev.

Na kratko o aplikacijah AR

Aplikacija obogatene resničnosti je programska oprema, ki vključuje digitalno vizualno vsebino (včasih tudi zvok in druge vrste) v uporabnikovo realno okolje. Aplikacije AR so napisane v posebnih 3D-programih, ki razvijalcu omogočajo, da animacijo ali kontekstualne digitalne informacije v računalniškem programu poveže z "označevalcem" obogatene resničnosti v resničnem svetu. Aplikacije AR za pametne telefone in tablične računalnike običajno vključujejo GPS (globalni sistem za določanje položaja) za določanje lokacije uporabnika in njegov kompas za ugotavljanje orientacije naprave. Večinoma gre za brezplačne (freemium) aplikacije.

Primer najpogostejših aplikacij AR (brez iger): Zemljevid neba, zemljevid civilizacije, zemljevid Google, prevajalnik Google, MagicPlan, World Brush, SketchAR, SplunAR.

Primeri tehnologije AR

Microsoft HoloLens so pametna očala za mešano resničnost, ki jih je razvil in izdelal Microsoft, predstavljena pa so bila leta 2015. Zasnovana so tako, da omogočajo izkušnjo razširjene obogatene resničnosti s prekrivanjem digitalnih vsebin in holografskih slik na uporabnikovo fizično okolje.

Stroški: približno 1.500 EUR



Google Glasses je blagovna znamka pametnih očal, ki jih je Google razvil in prodal leta 2013. Gre za nosljivo, glasovno in gibalno krmiljeno napravo s sistemom Android, ki spominja na očala in prikazuje informacije neposredno uporabniku. Naprava ponuja izkušnjo obogatene resničnosti z uporabo vizualnih, zvočnih in lokacijskih vnosov za zagotavljanje ustreznih informacij. Očala so resnično prostoročna in nudijo zaslon, nameščen na glavo, uporabnikom pa omogočajo dostop do mobilnega internetnega brskalnika, kamere, zemljevidov, koledarja in drugih aplikacij z glasovnimi ukazi.

Stroški: približno 1.500 EUR



Primeri uporabe rešitev AR na območjih kulturne dediščine Furlanije Julijske krajine (FVG)

Nacionalni arheološki muzej v Cividale del Friuli/Čedad z uporabo AR oživi antični rimski forum in tempeljski kompleks. Obiskovalci lahko s pametnimi telefoni ali tabličnimi računalniki pokažejo na označevalnike po najdišču in si ogledajo 3D rekonstrukcije stavb z ljudmi, ki se ukvarjajo s svojim vsakdanjim življenjem.

Arheološko najdišče Aquileia/Oglej, ki je uvrščeno na Unescov seznam svetovne dediščine, uporablja AR, da obiskovalcem omogoči raziskovanje ruševin rimskega mesta v njegovih najboljših časih. Obiskovalci si lahko ogledajo 3D-rekonstrukcije stavb, kipov in drugih elementov ter se seznaniijo z zgodovino najdišča.

Državni muzej zgodovine in umetnosti v Trstu z uporabo AR obiskovalcem omogoča, da si ogledajo, kako se je mesto spreminjalo skozi čas. Obiskovalci lahko s pametnimi telefoni ali tablicami kažejo na stare zemljevide in fotografije ter si ogledajo, kako je mesto izgledalo v preteklosti, nato pa stopijo ven in si ogledajo, kako je videti danes.

Bazilika Santa Maria delle Grazie v Gradežu uporablja AR za prikaz informacij o zgodovini cerkve in umetniških delih. Obiskovalci lahko s pametnimi telefoni ali tabličnimi računalniki pokažejo na različne dele cerkve, da se prikažejo besedilo, slike in videoposnetki, ki pojasnjujejo, kaj gledajo.

Trdnjava Palmanova v obliki zvezde obiskovalcem s pomočjo AR prikaže, kako je bilo mesto videti v 16. stoletju, ko ga je zgradila Beneška republika. Obiskovalci si lahko ogledajo 3D rekonstrukcije obzidja, bastionov in drugih elementov ter se seznaniijo z vojaško zgodovino mesta.

Prvi Stolperstein v Trstu z razširjeno resničnostjo: ta projekt, ki se je začel leta 2021, je rezultat sodelovanja med Univerzo Ca' Foscari v Benetkah in Judovsko skupnostjo v Benetkah. Vključuje implementacijo AR s Stolpersteini (kamni za spotikanje) v spomin na žrtve holokavsta (v tem primeru posvečeni Carlu Morpurgu), kar obiskovalcem omogoča interaktivni način spoznavanja zgodovine in zgodb v ozadju teh

spomenikov. Trst je prvo mesto po Benetkah, ki ponuja kamen s tako posebno simbolno vrednostjo, ki lahko pripoveduje svojo zgodbo s pomočjo tehnologije AR.

The Last Supper by Pomponio Amalteo – Aplikacija za razširjeno resničnost: v Videmskih muzejih so za Galerijo antične umetnosti razvili aplikacijo AR, ki se osredotoča na "Zadnjo večerjo" Pomponia Amalteia. Ta aplikacija, ki jo je mogoče prenesti na naprave obiskovalcev, temelji na podrobnih arhivskih raziskavah, njen cilj pa je rekonstruirati izvor in zgodbo o pogrebem vozu, upodobljenem na sliki, ter obiskovalcem omogočiti bogatejše razumevanje zgodovinskega konteksta slike.

Razširjena resničnost za rimsko vilo Torre di Pordenone: v prototipu, razvitem za rimsko vilo v Torre di Pordenone, je AR uporabljena za izboljšanje izkušnje obiskovalcev. Cilj te pobude je ovrednotiti arheološko najdišče tako, da obiskovalcem omogoči raziskovanje vile z virtualnim ogledom, ki vključuje podrobno 3D-rekonstrukcijo rimske stavbe. Doživetje AR je dostopno prek video očal (Head Mounted Display), ki omogočajo poglobljeno raziskovanje najdišča.

Prostor Pinocchio Immersive Art Experience, ki se nahaja v areni EmotionHall v nakupovalnem središču Tiare v kraju Vileš (pri Gorici), z uporabo AR in drugih tehnologij oživlja pravljico o Ostržku. Mladi obiskovalci lahko zgodbo doživijo na dinamičen in interaktiven način ter raziskujejo teme in like iz pravljice v številnih potopnih sobah, izboljšanih z AR, s čimer se s pripovedjo seznani na globlji ravni.



Virtualna resničnost (VR) je simulirano 3D okolje, s katerim lahko uporabnik komunicira z uporabo tehnoloških orodij (očala, slušalke, rokavice, senzorji itd.). Uporabnikom omogoča, da se potopijo v simulirano realno okolje, ustvarjeno digitalno z računalnikom in programsko opremo, ki jim omogoča interakcijo z okoliškimi predmeti in daje vtis, da so resnično v tem okolju. Te naprave, ki imajo na glavi slušalke za navidezno virtualno resničnost, projicirajo slike neposredno v oči in tako onemogočajo realni svet. Nekatere slušalke sledijo tudi gibanju glave, tako da se z obračanjem glave spreminja pogled na virtualni svet, kar še poveča občutek realnega okolja.

Čeprav je vid prevladujoče čutilo v navidezni virtualni resničnosti, je mogoče spodbujati tudi druga čutila. Nekatere naglavne slušalke vključujejo zvočne sisteme za prostorski zvok, zaradi česar imate občutek, da zvoki prihajajo iz vašega virtualnega okolja. Taktilne rokavice in obleke lahko simulirajo dotik in vam omogočajo, da otipate virtualne predmete. V zadnjem času si strokovnjaki prizadevajo dodati čutilo za vonj, da bi še bolj izpopolnili izkušnjo.

Okolja VR so interaktivna, omogočajo neomejeno gibljivost, manipulacijo s predmeti, interakcijo z virtualnimi predmeti, zaradi česar je izkušnja temeljito zanimiva.

VR je na voljo v različnih oblikah, kot so:

- * **VR z naglavnimi slušalkami:** najpogostejša vrsta, ki uporablja namenske naglavne slušalke,
- * **VR v prostoru:** uporablja več projektorjev in senzorjev za ustvarjanje večjega virtualnega prostora, po katerem se lahko uporabniki fizično sprehajajo,
- * **360° videoposnetki** ponujajo omejeno interaktivnost, vendar omogočajo poglobljeno izkušnjo gledanja.

Sedanja tehnologija uporabnikom omogoča, da se z več občutki približajo resničnosti; dosegla je velik napredek pri zagotavljanju realističnega zaznavanja in je pripravljena za poslovno uporabo na različnih gospodarskih in družbenih področjih.

Na splošno se VR deli na naslednje tri kategorije:

- * **Nepotopno.** Ta vrsta virtualne resničnosti se običajno nanaša na 3D simulirano okolje, ki je dostopno prek računalniškega zaslona. Okolje lahko ustvarja tudi zvok, odvisno od uporabljenega programa. Uporabnik ima nekaj nadzora nad virtualnim okoljem z uporabo tipkovnice, miške, konzole ali drugih naprav, vendar okolje ne sodeluje neposredno z uporabnikom. Videoigra je dober primer neimerzivnega VR, prav tako kot spletno mesto, ki uporabniku omogoča oblikovanje dekoracije sobe.
- * **Polovično potopno.** Ta vrsta VR uporabnikom omogoča delno virtualno izkušnjo, do katere dostopajo prek računalniškega zaslona ali neke vrste očal ali slušalk. Osredotoča se predvsem na vizualni 3D vidik virtualne resničnosti in ne vključuje fizičnega gibanja na način, kot to počne popolna potopitev. Ta kategorija virtualne resničnosti se pogosto uporablja za izobraževalne namene ali usposabljanje in temelji na zaslonih visoke ločljivosti, zmogljivih računalnikih in projektorjih. Pogost primer delno VR je simulator letenja, ki se uporablja za usposabljanje letalskih pilotov.
- * **Popolnoma potopno.** Ta vrsta virtualne resničnosti zagotavlja najvišjo raven virtualne resničnosti, saj uporabnika popolnoma potopi v simulirani 3D svet. Vključuje vid, zvok in v nekaterih primerih tudi dotik ter zagotavlja vsebino visoke ločljivosti s širokim vidnim poljem. Nekateri poskusi so bili izvedeni celo z dodajanjem vonja. Zaslone se običajno razdeli med uporabnikove oči, kar ustvari stereoskopski 3D učinek, in v kombinaciji s sledenjem vhodnim podatkom ustvari poglobljeno in verodostojno izkušnjo. Uporabniki nosijo posebno opremo, kot so čelade HMD (head mount display), očala VR ali rokavice, in lahko v celoti sodelujejo z okoljem.

Tako imerzivna virtualna resničnost, tehnologija, na katero se bomo osredotočili, združuje fizični svet z virtualnim, vzajemno deluje med njima in z uporabo naprav ustvarja popolno 360-stopinjsko izkušnjo s prenosom uporabnikov v digitalna tridimenzionalna okolja.

Potopna virtualna resničnost uporablja napredne tehnike sledenja gibanju in visokokakovostno 3D grafiko.

Uporabniki raziskujejo in upravljajo predmete na naraven način, kot bi bili fizično prisotni v digitalnem okolju. S tem dosežemo občutek prisotnosti in realistične interakcije. Tehnologija VR je zelo vsestranska. Razvijalci jo uporabljajo za ustvarjanje 360-stopinjskih doživetij, ki uporabnikom omogočajo, da se popolnoma potopijo v digitalni svet in dejavno sodelujejo v projiciranem dogajanju.

VR deluje tako, da združuje strojno in programsko opremo ter ustvarja 3D izkušnjo, ki vas popolnoma posrka vase.



Strojna oprema, ki vključuje zmogljiv procesor, namensko grafično kartico in velik pomnilnika, bo zagotovila, da bo okolje virtualne resničnosti delovalo gladko in brez zamikov.

Periferne naprave, kot so slušalke, si uporabniki nadenejo na glavo, kar jim prekrije pogled na resnični svet in jih potopi v novo virtualno okolje. Poleg tega se ustvarjajo stereoskopske slike za simulacijo 3D-vida z uporabo zaslonov visoke ločljivosti in posebnih očal.

Za izboljšanje interakcije in potopitve uporabnikov se uporabljajo tudi druge naprave kot sledilni (ali gibalni) krmilniki VR, ki omogočajo interakcijo z virtualnim svetom z gestami. Krmilnik VR je običajno sestavljen iz gumbov, sprožilcev, palic, naprav za taktilno povratno informacijo (za taktilne informacije) in senzorjev, ki sledijo gibom rok in jih pretvarjajo v dejanja v virtualnem svetu. Ti krmilniki so zasnovani tako, da so lahki, prenosni in udobni, kar omogoča daljšo uporabo, ne da bi povzročali nelagodje. Položaj in orientacija uporabnikovih okončin v prostoru se spremljata, da se zagotovi realističnost.

Programska oprema, je še en ključni element pri zagotavljanju neprekinjene izkušnje virtualne resničnosti. Za ustvarjanje realističnih vizualnih podob in gladkih interakcij se uporabljajo napredni algoritmi in tehnike upodabljanja, ki optimizirajo ustvarjanje okolja virtualne resničnosti ter zagotavljajo, da se grafika upodablja v realnem času in z visoko hitrostjo sličic na sekundo, brez opaznih zakasnitev, s čimer se ustvarja navidezni – virtualni svet, ki ga je težko razlikovati od fizične resničnosti. Poleg tega programska oprema vključuje tudi funkcije, kot je prostorski zvok, ki izboljša potopitveno izkušnjo z zagotavljanjem realističnih zvočnih učinkov, ki se spreminjajo glede na vaš položaj v virtualnem okolju. V zadnjem času pa je mogoče dodati tudi nove dražljaje: nove naprave za prikazovanje vonja, kot sta maska FeelReal VR ali naprava za prikazovanje vonja VAQSO VR, lahko proizvajajo in posredujejo določene vonjave v uporabnikov nos. Programska oprema za sintezo vonjav, kot sta programska oprema Smell-O-Vision ali pametni difuzor Scentee Machina, lahko ustvarja in upravlja virtualne vonjave. Predvsem na tem področju je k razvoju virtualne resničnosti prispeval napredek na področju umetne inteligence.

Algoritme umetne inteligence je mogoče uporabiti za ustvarjanje realističnih in inteligentnih virtualnih likov, ki lahko z uporabnikom komunicirajo na naraven in verodostojen način. Virtualna resničnost je postala preobrazbeno orodje v muzejih in interpretacijskih centrih in pri drugih predstavitev kulture dediščine, saj ponuja inovativne načine za izboljšanje izkušenj obiskovalcev, izboljšanje dostopnosti in ohranjanje kulture dediščine. Vključevanje virtualne resničnosti v ta okolja služi več namenom, od obogatitve izobraževanja do interaktivnega pripovedovanja zgodb in celo prizadevanj za ohranjanje. Tehnologija VR omogoča ustvarjanje potopitvenih ogledov, oživljanje artefaktov, interaktivne eksponate, preoblikovanje okolij in izjemne vizualne pripovedi. VR omogoča kustosom, da kontekstualizirajo predmete in pokažejo njihov pravi obseg, s čimer inovirajo način, kako obiskovalci dojemajo umetnost in zgodovino, tudi v interaktivnem okolju brez tveganja.

Primeri tehnologije VR

Glavne naprave za virtualno resničnost spadajo v kategorijo VR z naglavno slušalko.

Samostojne slušalke za virtualno resničnost

Meta Quest 3 (nekdanji Oculus): ponuja celovito izkušnjo VR brez potrebe po računalniku ali konzoli, barvno prehodno kamero za izkušnje mešane resničnosti, višjo ločljivost, hitrejši procesor in tehnologijo sledenja očem.

Stroški: približno 500 EUR

Pico 4, nadomestni del serije Quest, ki jo ByteDance proizvaja za evropske in azijske trge, s tankimi lečami in samostojno izkušnjo

Stroški: približno 450 EUR



Priključene slušalke za virtualno resničnost

Valve Index: Znana je po visokokakovostni izdelavi in potopni izkušnji, zato velja za eno najboljših slušalk za virtualno resničnost na trgu, zlasti za potopno virtualno resničnost.

Stroški: približno 1.800 EUR



HTC Vive Pro 2: Ponuja zaslon visoke ločljivosti in je združljiv s krmilniki Valve Index za vrhunsko izkušnjo virtualne resničnosti.

Stroški: približno 1.100 EUR



HP Reverb G2: Naglavna slušalka Windows Mixed Reality, ki ponuja preprosto nastavitve in je dobra izbira za navdušence nad računalniško VR.

Stroški: približno 750 EUR
Index za vrhunsko izkušnjo virtualne resničnosti.



Prihajajoče slušalke za virtualno resničnost. Kot nove izdelke lahko štejemo pravkar na trg poslani **Apple Vision Pro** (AR/VR slušalke z naprednimi funkcijami, kot sta sledenje očem in skeniranje šarenice, približno 3.500 EUR) in slušalke Spatial reality, ki jih je nedavno napovedal Sony. Druge oblike tehnologije virtualne resničnosti so:

Room-scale je izkušnja oblikovanja (VR), ki uporabnikom omogoča, da se prosto sprehajajo po igralnem območju in komunicirajo z bazno postajo, pri čemer se njihovo gibanje v resničnem življenju odraža v okolju VR. Uporablja več projektorjev in senzorjev za ustvarjanje večjega virtualnega prostora.



360° video (ali VR video, surround/immersive video)

je interaktivna in potopitvena vsebina, ki uporabnika v celoti obdaja, kot da bi stal sredi prizora, pri čemer se hkrati posname pogled v vse smeri in reproducira z vsesmernim projektorjem ali nizom projektorjev. Omogoča omejeno interaktivnost, vendar zagotavlja poglobljeno izkušnjo gledanja.



Hologrami

Uporaba tehnologije virtualnih hologramov pomaga pri ustvarjanju virtualnih prekrivanj resničnih okolij. S številnimi rešitvami lahko ta tehnologija spremeni pravila igre. To rešitev je mogoče uporabiti tudi za ustvarjanje simuliranih okolij za usposabljanje, izobraževanje in vizualizacijo v realnem času. Obstaja več načinov ustvarjanja holografskih posnetkov. Vendar je laser pogosto glavni vir koherentne svetlobe. V tem primeru se slika ustvari na podlagi fazne razlike med dvema svetlobnima potema, ki ju ustvarja predmet preučevanja [5].

3D holografija v realnem času bi izboljšala različne tehnologije, od virtualne resničnosti (VR) do 3D tiskanja. S tem bi gledalce VR potopili v bolj realistično okolje, hkrati pa bi zmanjšali škodljive učinke obremenitve oči in druge posledice dolgotrajne uporabe VR.

Hologrami v muzejih imajo lahko različne funkcije in namene. Gre za prilagodljivo tehnologijo, ki lahko v 3D-obliki reproducira ne le obstoječe predmete, temveč tudi zgodovinske osebnosti.

Skupina raziskovalcev z Univerze v Glasgowu [9] je razvila novo tehnologijo, ki z uporabo ustrezno usmerjenih zračnih curkov združuje holografsko sliko s taktilnimi občutki. Sistem, ki ga upravlja računalnik, ustvarja tokove zraka in jih usmerja proti prstom in roki uporabnika ter tako poustvarja občutek, ki je zelo podoben dotiku.



3.2 Ustvarjanje potopne projekcijske sobe

Tehnologije AR/VR (ali mešane tehnologije) se uporabljajo za ustvarjanje zelo poglobljenih, zanimivih in interaktivnih izkušenj v določenih prostorih. Ti prostori so običajno sestavljeni iz velikih zaslonov in/ali projektorjev, ki prikazujejo virtualne vsebine, pogosto pa so kombinirani s sistemi za sledenje gibanju in zvočnimi napravami, ki povečajo uporabnikov občutek potopitve.

Ustvarjanje potopne projekcijske sobe vključuje kombinacijo tehnologije, oblikovanja in ustvarjalnosti, da se prostor spremeni v očarljivo, več čutno okolje.

Ta postopek običajno vključuje uporabo več projektorjev, ki stene in po možnosti celo tla in strop prekrijejo z neprekinjeno vizualno vsebino, kar ustvari iluzijo, da se nahajate v drugačni resničnosti. Prvi korak je jasna opredelitev namena potopne sobe. Ne glede na to, ali gre za izobraževanje, zabavo, sodelovanje ali simulacijo, bo razumevanje predvidene uporabe usmerjalo oblikovanje in tehnične zahteve.

- * **Izberite pravi prostor.** Izbira primerne prostora je ključnega pomena. Upoštevajte velikost, obliko, višino stropa in možnost uravnavanja svetlobe, saj temnejše okolje poveča življenje v prostor. Akustika prostora ima prav tako pomembno vlogo pri ustvarjanju poglobljene izkušnje.
- * **Število projektorjev** je odvisno od velikosti prostora in zelene pokritosti. Za popolno potopitev morajo projektorji visoke ločljivosti osvetliti ne le eno, temveč več ali vse stene, vključno s tlemi in stropom. Število projektorjev je odvisno od velikosti prostora in zelenih projekcij.
- * **Projektorji so strateško razporejeni po prostoru,** pogosto na stropnih ali stenskih nosilcih. Večja kot je projekcijska površina, bolj učinkovita je projekcija. Projektorji s kratko projekcijsko razdaljo so pogosto priporočljivi zaradi sposobnosti ustvarjanja velikih slik s kratke razdalje, kar zmanjšuje sence in prostor, potreben za namestitve. Več projektorjev omogoča ustvarjanje panoramske projekcije in gostom daje občutek popolne potopitve v drugo resničnost. Za 360-stopinjsko potopitveno doživetje je treba projektorje skrbno namestiti, da brezhibno pokrijejo vse stene.
- * **Stene ali zasloni služijo kot projekcijske površine.** V nekaterih primerih lahko zadostujejo bele stene v sobi, vendar je za optimalne rezultate morda treba površine pripraviti ali uporabiti posebno barvo za izboljšanje kakovosti slike. Zasloni, ki se uporabljajo v sobah za potopitev, so običajno izdelani iz posebnega materiala, ki odbija svetlobo, ne da bi jo absorbiral.
- * **Projekcijsko mapiranje je tehnika,** pri kateri se digitalne slike ali videoposnetki projicirajo na površine in jih spremenijo v dinamične zaslone. Ta tehnologija se lahko uporablja v potopnih sobah za ustvarjanje prepričljivih vizualnih okolij ter zagotavljanje občutka globine in realizma. Napredne tehnike kartiranja projekcij se lahko prilagodijo obliki in značilnostim projekcijske površine, kar omogoča brezhibne in potopljive vizualne učinke, ki se zlijejo s fizičnim okoljem. Z uporabo več projektorjev lahko mapiranje projekcije izboljša uporabniško izkušnjo tako, da z vizualno vsebino ovije celotne stene ali celo tla in strop.
- * **Če uporabljate več projektorjev,** je treba njihove slike združiti, da se izognete vidnim šivom. To zahteva natančno umerjanje in po možnosti specializirano programsko ali strojno opremo v projektorjih, da se zagotovi neprekinjena, enotna slika na vseh projekcijskih površinah. Tehnologija Edge Blending združuje prekrivajoče se robove slik ter prilagaja svetlost, barvo in kontrast, da doseže brezhibno enotnost.

- * **Visokokakovostni zvok** je pri ustvarjanju okolja, ki navdušuje, enako pomemben kot vizualni elementi. Prostor mora biti opremljen z zvočnim sistemom, ki dopolnjuje vizualno izkušnjo.
- * **Nastavljiva in programirana osvetlitev** lahko prav tako izboljša vzdušje in potopitev.
- * **Vključitev dodatnih interaktivnih elementov,** kot sta sledenje gibanju ali razširjena resničnost (AR), lahko še dodatno obogati potopitveno izkušnjo. Te tehnologije uporabnikom omogočajo interakcijo z vsebino v realnem času, zaradi česar je izkušnja bolj zanimiva in prilagojena.

Po izbiri opreme in pripravi prostora je naslednji korak namestitve in umerjanje projektorjev, zvočnega sistema in drugih tehnoloških komponent. Ta postopek zagotavlja, da vizualni in zvočni elementi brezhibno sodelujejo in ustvarjajo celovito potopitveno izkušnjo. Imerzivne projekcijske sobe se lahko uporabljajo za različne namene, od izboljšanja izobraževalnih programov in programov usposabljanja do novih oblik zabave in delovnih prostorov za sodelovanje. Fleksibilnost in prilagodljivost tehnologije omogočata njeno uporabo v različnih panogah in okoljih.

Razlikujemo naslednje vrste potopnih sob:

- * **Virtualni samodejni kamnolomi (CAVE):** popolnoma zaslonjene sobe s projektorji na vseh stenah in na tleh za popolno potopitev pri 360 stopinjah.
- * **Potaplajoča gledališča:** sobe z ukrivljenimi ali kupolastimi zasloni, ki se pogosto uporabljajo za simulatorje letenja ali izkušnje navidezne virtualne resničnosti.
- * **Večnamenski prostori:** modularni prostori s prilagodljivimi konfiguracijami projekcij, primerni za različne vrste dogodkov in predstavitev.
- * **Več čutne sobe:** več čutne sobe so zasnovane tako, da spodbujajo različna čutila, zato lahko vključujejo kombinacijo vida, zvoka, dotika, vonja in celo okusa, da ustvari celovito izkušnjo.

Občutljiva točka so stroški vzpostavitve takšne naprave. Ti se lahko razlikujejo glede na več dejavnikov, vključno z velikostjo prostora, kakovostjo opreme, zahtevnostjo razvoja aplikacije in stopnjo želene prilagoditve. Upošteva se lahko, da:

1. **Osnovna VR strojna oprema (slušalke)** cene se gibljejo med 500 in 3.500 EUR; dodatna oprema in periferne naprave (rokavice za virtualno resničnost, taktilne obleke in tekalne steze) predstavljajo dodaten strošek, ki se začne pri 100 EUR in se glede na kompleksnost in izpopolnjenost naprav poveča na več sto EUR. Za povezavo z osebnim računalnikom je potreben robusten sistem z visoko procesorsko močjo in zmogljivo grafično kartico. To zahteva proračun od 1.000 do več kot 2.000 EUR.
2. **Enostavne aplikacije VR** z najkrajšim časom razvoja (nakup ali licenciranje) lahko stane do 30.000 EUR; za bolj zapletene aplikacije se lahko stroški celo podvojijo.
3. **Postavitev prostora** vključuje stroške ureditve in prilagoditve. To lahko vključuje namestitve senzorjev za sledenje ali kamer, vzpostavitev avdio sistemov, optimizacijo svetlobnih pogojev ter vzpostavitev posebnega prostora z ustrezno talno oblogo in varnostnimi ukrepi. Zahtevnost ureditve in prilagoditve prostora bo vplivala na skupne stroške.
4. **Predhodno opredeljeni stroški AR sobe:** 40.000–50.000 EUR za sobo.
5. **Aplikacije okolja, ki temeljijo na računalniški grafiki (CG):** 50.000–70.000 EUR za samostojno aplikacijo VR z minimalnim oblikovanjem interakcij.
6. **Prikaz in projekcija:** Potopne sobe VR pogosto vključujejo velike zaslone ali projektorje za prikaz virtualne vsebine. Stroški teh zaslonov se razlikujejo glede na velikost, ločljivost in želeno kakovost. Visokokakovostni projektorji lahko stanejo od nekaj sto do nekaj tisoč evrov, medtem ko so lahko zasloni LED velikega formata precej dražji.

Upoštevati je treba vzdrževanje in morebitne nadgradnje.

Primeri uporabe rešitev VR na območjih dediščine Furlanije–Julijske krajine

V deželi Furlaniji Julijski krajini imamo več primerov uporabe tehnologije VR za izboljšanje izkušenj obiskovalcev in ustvarjanje potopitvenih doživetij. Uporaba VR v muzejih in gradovih je še vedno razmeroma nov pojav, vendar hitro pridobiva na priljubljenosti. Ker se tehnologija še naprej izboljšuje, bo VR zagotovo postala še močnejše orodje, ki ga lahko muzeji in gradovi uporabljajo za vključevanje obiskovalcev in deljenje svojih zgodb.

Grad Miramare v Trstu ponuja ogled notranjosti gradu z virtualno resničnostjo, ki obiskovalcem omogoča, da raziskujejo muzej ali grajsko območje, se sprehajajo po sobah in si ogledujejo eksponate, kot da bi bili tam prisotni.

Videmski grad je predstavil izkušnjo virtualne resničnosti, ki obiskovalcem omogoča poglobljeno raziskovanje gradu z uporabo slušalk za virtualno resničnost, s katerimi se lahko prosto gibljejo po gradu, raziskujejo sobe, hodnike in terase, spoznavajo zgodovino gradu in njegove arhitekturne značilnosti ter se potopijo v življenje likov, ki so živeli na gradu.

Museo Archeologico del Friuli Occidentale v kraju Torre di Pordenone ponuja izkušnjo VR, ki obiskovalcem omogoča ogled rekonstrukcije rimske vile, v kateri oživijo zgodovinski artefakti.

Mestni muzej v Vidmu (Musei Civici di Udine) ponuja VR ogled Pinakoteke v Palači Manin (Palazzo Manin), v kateri se nahaja zbirka slik italijanskih in evropskih umetnikov, ki niso vedno na ogled javnosti.

Muzej Revoltella v Trstu ponuja doživetje VR, ki obiskovalce popelje na potovanje skozi zgodovino mesta.

Goriški grad ponuja doživetje VR, ki obiskovalcem omogoča poglobljeno raziskovanje gradu in prosto gibanje po njem z uporabo slušalk. Alternativna "izobraževalna" različica doživetja VR ponuja tudi informacije o zgodovini gradu in njegovih arhitekturnih značilnostih.

Nacionalni arheološki muzej v Ogleju (Museo Archeologico Nazionale di Aquileia) ponuja izkušnjo VR, ki obiskovalcem omogoča raziskovanje muzejske zbirke od koder koli na svetu.

Tržaški Mestni vojni muzej za mir Diego de Henriquez (Museo Diego de Henriquez) je muzej, posvečen zgodovini vojne in spodbujanju miru. Muzej uporablja tehnologijo VR na več načinov, da bi pritegnil obiskovalce in posredoval svoje sporočilo. Ena glavnih aplikacij VR v Mestnem vojnem muzeju za mir je ustvarjanje potopitvenih doživetij, ki obiskovalcem omogočajo, da vojno doživijo iz prve roke, saj poustvarjajo pomembne zgodovinske dogodke. Muzej ponuja izkušnjo VR, ki pojasnjuje vzroke in posledice vojn.

V gradu Colloredo na Monte Albanu VR ponuja izkustveno potovanje v kulturno in krajinsko dediščino z zanimivim in inovativnim pripovedovanjem zgodb v potopni sobi, ki je bila odprta v okviru projekta Interreg Italija-Slovenija MerlinCV.

V zgodovinskem muzeju Monte San Michele v Zagraju (Sagrado) je prva svetovna vojna predstavljena s pomočjo virtualne resničnosti – skoraj edinstvena mednarodna izkušnja 360-stopinjske potopitve na fronte Velike vojne.

Izkušnje z digitalno predstavitvijo dediščine v Sloveniji

Digitalizacija kulturne dediščine je v slovenskem turizmu s časom postala pomembna tematika pogovorov izvajalcev turistične ponudbe, kot tudi strategije razvoja slovenskega turizma, ki vnaša sveže ideje v prostor predstavitve turistične ponudbe in kulturne dediščine z uporabo najnovejših tehnologij. Okrepitev imerzivnosti in interaktivnosti izkušnje obiskovalcev je postala v turizmu bolj standard kot izjema.

Dotičnim vsebinam so bili v precejšnji meri namenjeni tudi zadnji Dnevi slovenskega turizma. Verjetno največji trenutni projekt in platforma v slovenskem prostoru je Turizem 4.0, ki združuje več kot 190 partnerjev ter v razvoj in strategijo aktivno vključuje lokalno skupnost. Celotna platforma temelji na ključnih točkah trajnostnega turizma v skladu s strategijo Industrija 4.0, ki se osredotoča na preoblikovanje današnje turistične industrije v vrednostno gospodarstvo prek inovacij, znanj in tehnologije. Najpomembnejši učinki projekta so 3D digitalni zajemi enot kulturne dediščine, dostopnih na spletni strani Digitalnega inoviranja kulturne dediščine. Za primer mesta Koper so tako nastali 3D modeli in posnetki Pretorske palače, cerkve sv. Frančiška Asiškega ter Taverne.

Najverjetneje najbolj razširjeni način uporabe integracije modernih tehnologij v turistično predstavitev kulturne dediščine predstavljajo virtualni vodiči. Aplikacija Nexto Guide recimo deluje na način, da uporabniku omogoča izbiro lokacije in z namenom interaktivnosti poda naloge in kvize, ki jih ta rešuje preko opazovanja svoje okolice ter simulirane pogovore med osebami iz zgodovine kraja (npr. pogovor med mladim Giuseppejem Tartinijem in njegovim očetom na lokaciji Tartinijevega spomenika v Piranu). Prav tako je bila na sorodni platformi razvita aplikacija Immersium, ki omogoča virtualno voden ogled zgodovine antične Ljubljane (Emone), v sklopu katerega se lahko postavi v čevlje rimskega sužnja. Podobno je Goriški muzej razvil aplikacijo z obogateno resničnostjo MALT. Ta ponuja nov način spoznavanja znamenitosti Nove Gorice na 17 lokacijah, ko se obiskovalci tem približajo na 10 metrov.

Podobno deluje projektna aplikacija Most skozi čas, ki omogoča digitalne sprehode in vodenje po kulturni in naravni dediščini Mosta na Soči. Soroden temu je tudi digitalni vodič po Štanjelu, aplikacija Aviko Štanjel, ki prek figure otroka iz pradavnine, Avika, ob sprehodu po vaškem gradu in okolici podaja informacije in usmerja ogled preko sprožilcev osmih informacijskih točk v uporabnikovi okolici.

Tehnologija virtualne resničnosti se nenehno razvija, postaja cenovno dostopnejša, bolj realistična, potopljiva in dostopna. Nadaljnji napredek je predviden pri uporabi brezžičnih slušalk, zaslonov višje ločljivosti (za ostrejša in bolj realistične slike), vidnega polja, taktilnih povratnih informacij, možgansko-računalniških vmesnikov (namenjenih neposrednemu nadzoru virtualnih okolij z uporabnikovimi mislimi), zaradi česar je virtualna izkušnja še bolj potopljiva. Umetna inteligenca bo še bolj povezala obogateno resničnost, ki prekriva digitalne informacije z resničnim svetom, z virtualno resničnostjo in tako ustvarila še bolj sestavljeno izkušnjo mešane resničnosti.

3.2.1 Predhodniki digitalnih potopnih sob: Disneyjevi parki

V digitalni dobi, ko tehnologija prežema vse vidike našega življenja, bi lahko mislili, da je potopitvena izkušnja omejena le na virtualni svet. Vendar že dolgo obstajajo analogne resničnosti, ki nas lahko popeljejo v fantastične svetove in nas pritegnejo v 360-stopinjskem obsegu, kot so tematski parki. V nekaterih od teh parkov se nahajajo "analogne potopne sobe", predhodnice digitalnih doživetij, ki predstavljajo spoj resničnosti in fantazije, spodbujajo čute in ustvarjajo nepozabna čustva.

Tematski parki so najbolj nazoren primer analognih potopnih prostorov. S pomočjo zapletenih scenografij, posebnih učinkov, animacij in interakcij z liki so obiskovalci katapultirani v domišljjske svetove, doživljajo razburljive pustolovščine in se prepuščajo domišljiji.

Analogna potopitev se nanaša na sposobnost ustvarjanja privlačne in realistične izkušnje z uporabo nedigitalnih sredstev. V Disneyjevih parkih je to mogoče doseči z vrsto elementov:

- * **izdelani kompleti:** Za Disneyjeve atrakcije so značilni natančno izdelani scenografski sklopi, ki natančno poustvarjajo okolja Disneyjevih filmov in likov.
- * **Posebni učinki:** Uporaba posebnih učinkov, kot so luči, zvoki, dim in voda, prispeva k ustvarjanju realističnega in privlačnega vzdušja.
- * **Animacije in interakcije z liki:** Obiskovalci lahko spoznajo svoje najljubše like, z njimi komunicirajo in se fotografirajo za spomin.
- * **Vabljuje zgodbe:** Vsaka Disneyjeva atrakcija pripoveduje zgodbo, ki obiskovalce popelje v domišljjski svet in jim omogoči, da doživijo vznemirljive pustolovščine.

Začetki potopitve: raziskave in inovacije

Uspeh Disneyjevih parkov temelji na dolgi zgodovini raziskav in inovacij.

Ustanovitelj Walt Disney je bil pionir na področju animacije in posebnih učinkov ter je že od samega začetka vlagal v ustvarjanje doživetja za obiskovalce.

V Disneyjevih parkih je bil ustanovljen raziskovalni oddelek, ki se je ukvarjal s proučevanjem animatronike, tehnike animacije mehanskih lutk. Ta oddelek je razvil inovativne tehnologije, ki so omogočile ustvarjanje realističnih likov, ki so lahko sodelovali z obiskovalci. Poleg tega so bili Disneyjevi parki med prvimi, ki so uporabljali filmske projekcije za ustvarjanje doživetja. Na primer, atrakcija "Let Petra Pana" iz leta 1953 je uporabljala stereoskopski projekcijski sistem, ki je obiskovalcem omogočil letenje nad Londonom. Lahko rečemo, da so bili Disneyjevi parki predhodniki sodobnih potopnih sob. Njihova sposobnost ustvarjanja zanimivih in realističnih doživetij z nedigitalnimi sredstvi je navdihnila razvoj novih tehnologij in utrila pot novim oblikam zabave. Danes se v digitalnih potopnih sobah uporabljajo napredne tehnologije, kot sta virtualna resničnost in obogatena resničnost, da se ustvarijo še bolj potopitvene izkušnje. Kljub temu pa osnovna načela potopitve, kot so uporaba scenografij, posebnih učinkov, zgodb in interakcij, ostajajo enaka. Tematski parki so še naprej merilo za potopitev in dokazujejo, da je mogoče čarobnost in domišljijo oživiti z analognimi in digitalnimi sredstvi.

Nazoren primer je znameniti Disneyjev park, kjer vsaka atrakcija predstavlja poglobljeno potovanje v kulturno okolje, od Piratov s Karibov do sveta Zgodbe o igračah. Disneyland v Parizu se na primer ponaša z inovativno atrakcijo "Vojna zvezd: rob galaksije", kjer lahko gostje raziskujejo planet Batuu, sodelujejo z droidi in liki iz sage ter celo pilotirajo Millennium Falcon.



3.3 Vključujoči potencial novih potopitvenih tehnologij: vključevanje invalidov, oseb z okvarami sluha in vida z obogateno in virtualno resničnostjo

Obogatena in virtualna resničnost ponujata poglobljeno izkušnjo, vendar sta včasih nedostopni za invalide, osebe z okvarami sluha ali vida. Vendar pa je z nekaterimi previdnostnimi ukrepi mogoče poskrbeti, da je AR/VR vključujoča in dostopna vsem.

Za obiskovalce s slušnimi težavami:

- * **Audiovizualne povratne informacije:** zagotovite vizualne povratne informacije za zvočne dogodke, kot so podnapisi, ikone ali vibracije. Vključite virtualne vodnike ali like, ki uporabljajo znakovni jezik.
- * **Prostorski zvoki:** uporabite položaj zvoka za posredovanje informacij, kar pomaga pri orientaciji v virtualnem prostoru.
- * **Upravljanje glasnosti:** omogočite nastavitve glasnosti ali aktiviranje podnapisov za vse zvoke.

Za obiskovalce s težavami z vidom:

- * **Glasovni ukazi:** omogočajo interakcijo z virtualnim okoljem s pomočjo glasu.
- * **Vizualna VR vključite visokokakovostne zvočne opise,** ki so sinhronizirani z gibanjem in pogledom uporabnika.
- * **Dostopen uporabniški vmesnik:** povečajte besedila, uporabite kontrastne barve in zagotovite zvočne povratne informacije za interakcije.
- * **3D taktilni modeli:** razvijajte 3D tiskane modele ključnih eksponatov ali arhitekturnih elementov, ki se jih lahko obiskovalci dotikajo in raziskujejo, kar omogoča fizično razumevanje prostora.
- * **Vključevanje taktilnih povratnih informacij:** za posredovanje informacij o predmetih in površinah uporabite taktilne povratne informacije, simulirajte teksture, vibracije in temperaturne spremembe ter tako obogatite čutno izkušnjo.

Za obiskovalce s kombinirano senzorično oviranostjo:

- * **Multimodalna doživetja:** združujejo elemente, kot so zvočni opis, haptične povratne informacije in prekrivna besedila, da ustvarijo večplastna doživetja, ki ustrezajo različnim senzoričnim preferencam.
- * **Izbira in nadzor:** uporabnikom omogočajo, da prilagodijo svojo izkušnjo virtualne resničnosti z izbiro želene kombinacije elementov dostopnosti in načinov podajanja informacij.
- * **Načela vključujočega oblikovanja:** upoštevajte smernice za dostopnost v celotnem procesu razvoja VR, da zagotovite združljivost s podpornimi tehnologijami in uporabnost za različna občinstva.

Drugi previdnostni ukrepi:

- * **Vodiči in navodila:** zagotovitev vodičev in navodil v različnih formatih (besedilo, zvok, video) za lažje učenje izkušenj AR/VR.
- * **Prilagodljiva občutljivost:** omogočite prilagoditev občutljivosti gibanja in sledenja glede na individualne potrebe.
- * **Dostopni prostori AR/VR:** zagotovite, da so fizični prostori, v katerih se odvija izkušnja AR/VR, dostopni gibalno oviranim osebam.
- * **Usposabljanje za občutljivost:** usposobite muzejsko osebje za interakcijo z obiskovalci s senzoričnimi ovirami in učinkovito zagotavljanje podpore.
- * **Jasne oznake in komunikacija:** zagotovite jasne oznake in komunikacijo v fizičnem muzejskem prostoru, ki obiskovalce usmerjajo k dostopnim izkušnjam VR.
- * **Sodelovanje s skupnostmi invalidov:** vključite skupnosti senzornih invalidov v celoten proces oblikovanja in razvoja, da zagotovite izpolnjevanje njihovih potreb in želja.

Z malo pozornosti in truda lahko AR/VR postane resnično dostopna in zanimiva izkušnja za vse, ne glede na njihove sposobnosti.

Poleg tega je ob upoštevanju vseh vrst invalidnosti pomembno poudariti naslednja ključna splošna načela:

- * **Ozaveščanje javnosti:** spodbujajte pomen dostopnosti v AR/VR in ozaveščajte o razpoložljivih vključujočih izkušnjah.
- * **Naložbe v tehnologijo:** razvoj dostopnejših in za uporabo enostavnejših tehnologij AR/VR.

- * **Vključevanje skupnosti:** sodelujte z invalidi in osebami z okvarami vida pri oblikovanju in preizkušanju vključujočih izkušenj AR/VR. Po pristopu k oblikovanju, osredotočenem na uporabnika, so pristopi sooblikovanja temeljnega pomena za vključevanje več vidikov, povezanih z življenjskimi izkušnjami, kar je izredno pomembno pri oblikovanju z ljudmi z različnimi možnostmi.
- * **Vključite multidisciplinarno ekipo, ki vključuje na primer strokovnjake s področja:** oblikovanje UX, smernice za specialno izobraževanje in lažje branje, oblikovanje aplikacij za virtualno resničnost, umetnostno zgodovino, motnje v učenju in intelektualno oviranost.

Glede na potencial pedagoške vloge potopnih sob **bi se bilo treba osredotočiti na preizkušanje inovativnih oblik podpore za vključujočo didaktiko v zvezi z oblikovanjem dostopnih kontekstov in integriranih tehnoloških sistemov, ki lahko spodbujajo dostopnost, uporabnost in trajnost.**

Projekt Inclusion 3.0 povzema glavna oblikovna merila za zagotavljanje dostopnosti potopnih virtualnih muzejev za invalide in osebe s specifičnimi učnimi motnjami (SLD) [8], pri čemer upošteva i. značilnosti in predstavitev eksponatov, ii. predstavitev vsebine za spodbujanje boljšega razumevanja in iii. dostop do aplikacij VR, kot je predstavljeno na sliki XX spodaj.

Razstavni eksponati	Vsebina	Dostop do VR aplikacije
* Prostorna zasnova * Povabilo k sodelovanju v aktivnosti * Zadosten prostor med eksponati * Pogled 360° na nekatere eksponate * Varčna uporaba učinkov * Enostaven za uporabo * Uporaba različnih medijev * Filmi v poenostavljenem jeziku	* Enostavno berljive informacije * Visoko kontrastna postavitev * Velik font * Na voljo sistem za pretvorbo besedila v govor * Vizualizacija s slikovnim prikazom * Informativno gradivo naj bo barvito ilustrirano	* Omogočiti uporabnikom prilagajanje svetlosti zaslona * Ponudite prilagojene visokokонтрастne teme za okolje, da ustrezajo zahtevam glede svetlosti in barvnega kontrasta * Omogočiti uporabo več vhodnih metod hkrati * Aplikacija naj podpira različne sloge gibanja * Zagotoviti, da za aktivacijo vnosa ni potreben natančen nadzor gibanja * Zagotoviti, da so vidna polja v potopnih okoljih ustrezna in prilagodljiva, da uporabniki niso zmedeni. * Preprečiti sprožilce vrtočlavice pri uporabi VR simulacij

Čutilom prijazni prostori temeljijo na načelu univerzalnega oblikovanja, tako da je okolje dostopno z vidika čutil. V senzorično prijaznih okoljih so senzorični dražljaji oblikovani tako, da nevrodivergentnim obiskovalcem omogočajo polno sodelovanje, sodelovanje s fizičnim prostorom in optimizacijo obiska.

3.4 Trajnost in gospodarski učinek senzoričnih naprav

Muzeji imajo velik družbeni pomen, saj imajo z razstavami za široko občinstvo pomembno družbeno in kulturno vlogo. Da bi dosegli svojo družbeno in kulturno vrednost, morajo biti današnji muzeji trajnostni, da bi zagotovili neprekinjeno delovanje z najmanjšim možnim vplivom na okolje. Z digitalizacijo lahko muzeji postanejo dejanska središča trajnosti, ki spodbujajo trajnostno in spoštljivo sodelovanje z okoljem in lokalno skupnostjo. Pri oblikovanju potopnih sob je treba upoštevati tudi vpliv uporabljenih tehnologij na okolje. Z različnimi rešitvami lahko zmanjšamo porabo energije in poskrbimo, da bodo ta doživetja bolj trajnostna.

Poraba energije: Pomembno je, da se pri načrtovanju senzoričnih naprav upošteva energetska učinkovitost, uporabljajo tehnologije z nizko porabo ter optimizirajo tokove svetlobe in zvoka.

3.1 Tehnike varčevanja z viri

Izbira okolju prijaznih tehnologij: izberite rešitve, ki zmanjšujejo vpliv na okolje, kot so zasloni LED in nizkoenergijski sistemi razsvetljave.

Optimizacija porabe: Izvedite inteligentne sisteme za upravljanje energije za spremljanje in optimizacijo porabe energije glede na potrebe.

Ozaveščanje javnosti: Spodbujajte ekološko odgovorno vedenje med obiskovalci in jih pozivajte, naj izklopijo elektronske naprave in zmanjšajo uporabo materialov za enkratno uporabo.

Generatorji izven omrežja: Na oddaljenih lokacijah brez dostopa do električnega omrežja je mogoče uporabiti generatorje, ki jih poganjajo obnovljivi viri, kot sta sončna ali vetrna energija.

Netehnološke tehnike: Uporaba scenografskih elementov, naravnih luči in zvokov lahko pomaga ustvariti poglobljeno vzdušje brez pretirane porabe energije.

Dišave, ki navdušujejo: Uporaba naravnih dišav lahko vzbudi vzdušje in občutke, povezane z zgodovinskim ali kulturnim kontekstom, kar zmanjša potrebo po energetskih tehnologijah.

Primeri interaktivnih muzejev z nizko porabo energije so:

Museum of Natural History, London (ZK)

www.nhm.ac.uk/visit

Za zmanjšanje porabe energije uporabljajte razsvetljavo LED in senzorje gibanja.

Victoria and Albert Museum, London (ZK)

www.vam.ac.uk

Uporablja energetske učinkovite tehnologije obogatene resničnosti za zagotavljanje interaktivnih izkušenj za obiskovalce.

Stroški in koristi: Senzorične in potopitvene instalacije lahko zahtevajo precejšnjo začetno naložbo, vendar lahko ustvarijo pozitiven ekonomski donos v smislu večjega števila obiskovalcev, zvestobe občinstva in prodaje blaga. Eden od osnovnih razlogov za prehod na izobraževalne vsebine v dediščinskih in muzejskih ustanovah je proračunski. Višina sredstev, ki jih te ustanove prejmejo – če sploh –, je pogosto odvisna od stopnje obiskanosti, zaradi česar so pod stalnim pritiskom, da ohranijo ali povečajo število obiskovalcev.

Muzeji si zato prizadevajo pritegniti novo občinstvo, s poudarkom na mlajših obiskovalcih, s ponudbo bolj zabavnih in interaktivnih razstav. S tega vidika je treba paziti, da ne zapademo v nevarnost tako imenovane "disneylandizacije" [10], torej prehoda od didaktičnega k spektakularnemu.

4. Primer inovativnih potopnih sob in muzejev, ki temeljijo na različnih uporabniških izkušnjah



V zadnjih nekaj letih se v muzejskih okoljih vse pogosteje uporablja virtualne resničnosti (VR), s čimer želijo muzeji sprejeti tehnološke inovacije, se prilagoditi izzivom digitalne dobe ter demokratizirati in odpreti svoje zbirke. Danes virtualnih in interaktivnih okolij ne uvajajo le največji muzeji na svetu (Louvre, Vatikan, Britanska narodna galerija itd.), temveč so v koraku s časom in tehnologijo tudi domači muzeji. V tem poglavju želimo predstaviti ustrezne primere potopnih sob glede na različne uporabniške izkušnje, ki jih ustvarjajo z izkoriščanjem digitalnih in analognih tehnologij. Kot smo videli, interaktivni digitalni medij omogoča različne oblike navigacije, sestavljanja in prispevanja k sami umetnini, ki presegajo tradicionalne načine doživljanja umetnosti. Pogosto je dinamičen, saj se lahko odziva na svoje občinstvo. Lahko je participativen, saj se zanaša na prispevek več uporabnikov. Lahko je prilagodljiva in prilagodljiva potrebam posameznega uporabnika, scenariju ali kraju, kjer je razstavljena [11]. Potopitev lahko opredelimo kot **fizični občutek bivanja v virtualnem prostoru**.

Običajno ga dosežemo s senzoričnimi vmesniki, ki "obkrožajo" uporabnika. Interakcija je povezana z zmožnostjo uporabnika, da spreminja okolje in prejema povratne informacije o svojih dejanjih. Tako potopitev kot interakcija sočasno omogočata uresničitev enega glavnih ciljev virtualne izkušnje: prisotnost, tj. prepričanje, da se uporabnik dejansko nahaja v virtualnem prostoru. "Potopna izkušnja" se doseže, ko obseg in ločljivost podob gledalcu omogočita, da zapusti središče svojega fokusa ter odkriva in preučuje podrobnosti prizora in njegovega konteksta v popolnoma očarljivem okolju. Veliki zasloni lahko na primer svoje uporabnike skoraj v celoti potopijo v prostor okoli njih, kot bi šlo za računalniško ustvarjeno kuliso, in tako prostor pred njimi spremenijo v interaktivno in potencialno sodelovalno platno.

Zlasti VR replicira okolje, ki simulira fizično prisotnost uporabnika. Dojemanje tega virtualnega sveta se ustvarja tako, da uporabnika obkrožajo umetne čutne izkušnje, vključno z vidom, sluhom, dotikom in vonjem.

Virtualna doživetja imajo edinstveno zmožnost sprožanja čustvenih odzivov. Med obiskovalci lahko povečajo empatijo, zaradi česar so na primer zgodovinski dogodki, o katerih pripovedujejo, bolj sorodni in učinkoviti. Muzeji lahko s postavitvijo obiskovalcev sredi zgodovinskih rekonstrukcij ustvarijo močna socialna doživetja, ne glede na to, ali jih doživljajo v skupinah ali sami.

Kot trdita Balcerak Jackson in Balcerak Jackson (2024) [21], je treba za doseganje tega čustvenega odziva razlikovati štiri različne vrste ali vidike potopitvenih izkušenj:

1. Reprezentacijska potopitev, ki v grobem ustreza temu, kar včasih imenujemo "psihološka prisotnost": VR vas potopi v tridimenzionalni svet, ki ga lahko vidite in slišite, kot da bi v njem obstajali, kar ustvarja mentalne modele in postavlja subjekt v stanje uma, ki je zelo podobno tistemu, v katerem bi bil, če bi bil v tem svetu zares. Primeri:

Potopna soba v vili Valmarana ai Nani, Vicenza

Kje: Villa Valmarana ai Nani (VI)

Kdaj: stalno

Tehnologija: virtualna resničnost

Izkušnje: B2C splošno

Izdelal Senso Immersive Experience

www.youtube.com/watch?v=UiZwQvLBO1M

Potovanje skozi čas, obkroženo s Tiepolovimi freskami, slavnimi osebnostmi, kot sta Giustino Valmarana in Antonio Fogazzaro, ki se sprehajajo po s freskami poslikanih sobanah vile, in plemenitimi dekleti, ki v salonu Ifigenije izvajajo elegantne valčke.



Van Gogh Multimedijsko doživetje, Benetke

Kje: Palazzo Giustinian Faccanon (Mercerie di San Salvador)

Kdaj: od 2. junija do 30. septembra 2018

Tehnologija: Virtualna resničnost

Izkušnje: B2C Splošno

Multimedijska razstava v palači Palazzo Giustinian Faccanon, posvečena nizozemskemu umetniku. Razstavo "Življenje in dela Van Gogha" je prvič v Benetkah predstavila družba Multimedia Experience.

Skupaj z vizualnim učinkom 700 slik razstave in 3D-rekonstrukcijami je bila uporabljena tudi sugestivna moč zvočne podlage, ki jo je ustvaril brazilski mojster Marcello Cesena in jo je predvajal sistem Dolby Surround najnovejše generacije, s čimer so se obiskovalci potopili v dela in odkrivali, se skoraj dotikali slikarjeve tehnike, slik, zvokov in besed, s čimer so se približali umetnikovi globoki človečnosti.

Glasba pri poslušalcih ustvarja bogato paleto čustvenih in afektivnih odzivov. Glasba je lahko še posebej afektivno poglobljena zaradi močnega načina, kako združuje naše čustvene odzive z razpoloženji glasbe in zgodbo, ki jo pripoveduje.



Atelier des Lumières, razstave

Kje: 38 rue Saint-Maur 75011 Pariz

Kdaj: Začasne razstave se redno obnavljajo.

Trenutna razstava: "The orientalist, Ingres, Delacroix, Gérôme" – od 9. februarja 2024 do 5. januarja 2025

Tehnologija: Virtualna resničnost

Izkušnje: B2C Splošno

Ustvaril Culturespaces Studio® / Umetniško vodstvo: Virginie Martin /

Oblikovanje in produkcija: Cutback / Glasbeni nadzor in mešanje: Martin Martin, Martin in Martin Martin: Start Rec

www.atelier-lumieres.com

Digitalne projekcije umetniških mojstrov in po naročilu občinstva pričarajo svetlobne in barvne spektakle. V 19. stoletju so se vrata Orienta odprla zahodnim slikarjem, ki so jih privlačile skrivnosti oddaljenih dežel. Orientalisti, kot so Delacroix, Gérôme in Ingres ter druga velika imena evropskega ekspresionizma, vas zdaj vabijo, da se podate na slikarsko ekspedicijo v nov, eksotičen in očarljiv svet Orienta naših sanj, ki je osupljiva zaradi svetlobe daljnega juga, ki razkriva topografijo teh sušnih pokrajin in poudarja barve spektakularnih motivov stavb. Zgodba se začne z Delacroixovimi potovalnimi dnevniki, ki vas popeljejo na pot, prežeto z igro svetlobe in senc, vonjem začimb, ritmom orientalskih instrumentov in hitrimi skicami doslej nevidenih življenj.



2. Sodelovalna potopitev, ki je povezana z interaktivnimi vidiki doživetja VR. Pomeni postati del nje v smislu aktivnega udeleženca, agenta, ki s svojimi dejanji pomaga določati, kakšen je ta virtualni svet, kako se dogodki v njem odvijajo in kako ga doživlja.

Primeri:

Multimedijska soba v muzeju Filanda, Salzano, dežela Benečija

Kje: Salzano Kdaj: stalno

Tehnologija: Virtualna resničnost – interaktivna projekcija

Trajnostni razvoj: Ekološko trajnostna postavitve je posebna, saj je pohištvo v celoti izdelano iz kartona, toplega, naravnega in ekološkega materiala. Izkušnje: B2C (splošno)

Inovativna postavitve, "čarobno mesto", v katerem poetična in sugestivna grafika virtualnih metuljev, ki jo je zasnoval arhitekt Lorenzo Greppi iz Fiesole, obiskovalca spremlja pri doživljanju novih vsebin, povezanih s svilo, njeno proizvodnjo in protagonisti, ki so oblikovali nekdanji simbol tovarne v Salzanu. Interaktivna projekcija, za katero je značilna vizualna podoba metuljev, simbola predilnice, vodi obiskovalca pri odkrivanju treh video vpogledov, ki jih je mogoče aktivirati s pomočjo senzorjev gibanja brez uporabe dotika. Obiskovalec postane protagonist resničnega doživetja, saj podoživi, kakšno je bilo delo v nekdanji tovarni svile.

Posebna pozornost je bila namenjena mladim in družinam ter invalidom.

To je "tradicionalni" in "inovativni" muzej hkrati. "Tradicionalni", ker vključuje prikaz materialov in strojev, značilnih za gojenje svile (serikulturo) in predenje, in hkrati "inovativni", ker videoposnetki in animacije, besedila, glasba, zvoki in šumi omogočajo akustično/vizualno vključenost in popolnejše uživanje invalidov in neinvalidov z uporabo tehnologije, ki v tem primeru odpravlja fizične in zaznavne ovire.

Igriva interakcija omogoča nov pristop k muzejem ter pritegne pozornost otrok in mladih. Vsebina je bila posredovana družini Romanin-Jacur, fundaciji-muzeju Padova Ebraica, eksperimentalni bakrološki postaji v Padovi, mreži Serinnovation, Muzeju moderne umetnosti v New Yorku in Confcommercio del Miranese, v okviru katere je nastalo trgovsko okrožje Svilena cesta. Mreža, ki je del programa čezmejnega sodelovanja Italija-Slovenija 2014-2020, ki je s projektom "MerlinCV" omogočil posebno financiranje s strani Evropske komisije. Italijanski in slovenski partnerji so tako združili svoje znanje in izkušnje z namenom vzpostavitve novih poti za vse učinkovitejšo krepitev odličnosti turizma z vidika trajnosti in pozornosti do okolja.



3. Čustvena potopitev ki je povezana s čustvenim odnosom subjekta do izkušnje: ko subjekt čustveno sodeluje z ljudmi in dogodki, s katerimi se srečuje v VR. Primer:

Hiša Ane Frank v virtualni resničnosti

Kje: Amsterdam in na spletu

Kdaj: stalno Tehnologija:

Aplikacija VR

Izkušnje: individualne

www.annefrank.org/en/about-us/what-we-do/publications/anne-frank-house-virtual-reality

Hiša Ane Frank v Amsterdamu z multimedijskimi instalacijami in rekonstrukcijami VR deli Anino zgodbo ter spodbuja empatijo in razumevanje med obiskovalci. Skrivališče Ane Frank in njene družine si lahko ogledate v virtualni resničnosti z aplikacijo "Anne Frank House VR". Aplikacija omogoča prav poseben pogled v tajno prilogo, kjer so se med drugo svetovno vojno skrivali Anne Frank in sedem drugih ljudi. V aplikaciji VR so vse sobe v skrivni prilogi opremljene tako, kot so bile opremljene, ko je med letoma 1942 in 1944 v njih živela (se skrivala) družina Anne Frank in drugi Judi. Vse je bilo skrbno zgrajeno in modelirano v 3D, kar so naredili ustvarjalci aplikacije Vertigo Games.

Ogled v virtualni resničnosti traja približno 25 minut in je na voljo v sedmih jezikih: angleščini, nemščini, nizozemščini, francoščini, španščini, portugalsščini in hebrejščini ter je brezplačna.



Razstava Frida Kahlo , Lichthalle MAAG v Zürich

Kje: Zahnradstrasse 22, 8005 Zürich, Švica

Kdaj: od 21. septembra 2021 do 2. januarja 2022

Tehnologija: Virtualna resničnost – visokozmogljivi projektorji

Izkušnje: Splošno

www.fridakahlo.it

Razstava "Viva Frida Kahlo" – potopitvena izkušnja postavljena v Lichthalle MAAG v Zürichu, prvem muzeju s potopljivimi umetniškimi doživetji v državi. Frida Kahlo predstavlja tragično osebo s tragično usodo in velja za tesno povezano z ženskim gibanjem. Njene slike – skupaj jih je 144, od tega 55 avtoportretov – pa navdušujejo s svojim ljudskim značajem, bujnimi barvami in dostopno simboliko. Kahlo je na svojih slikah obdelala svoje trpljenje, saj se simbolika njenih slik namreč pogosto nanaša na njene rane. S potopno predstavitevijo z video projekcijami ter svetlobnimi in zvočnimi efekti podobe oživijo, medtem ko govornik v vlogi Fride Kahlo komentira dogodke ob posebej komponirani zvočni podlagi ki predstavlja akustično podlago predstavitev.

Nova Lichthalle MAAG uporablja visokozmogljive projektorje za projekcijo slik na stene, stebre, strope in tla do višine 10 metrov in širine 34 metrov, rezultat katere je dih jemajoča 360-stopinjska izkušnja.



4. Pripovedna potopitev, ki daje občutek ujetosti v tok doživljajskih dogodkov. Izkušnja virtualne resničnosti je pripovedno potopitvena, če in kolikor ima izkušnja subjekta v virtualni resničnosti koherentno pripovedno strukturo in tok dogajanja.

Temeljni vidik potopitvene muzeologije je pravzaprav pripovedovanje zgodb. Ključ je v uporabi tehnologije za oblikovanje prepričljivih pripovedi, ki pri obiskovalcu odmevajo na globlji ravni.

Historium Brugge, Belgija

Kje: Brugge, Belgija

Kdaj: stalno

Tehnologija: Virtualna resničnost – 4D doživetje

Izkušnje: B2C/splošno

www.historium.be

Gre za izjemno doživetje, ki vas bo popeljalo nazaj v Brugge 15. stoletja, poustvarjen z realističnimi scenografijami, posebnimi učinki in vpadljivimi animacijami. Raziskovali boste mesto, kakršno je bilo takrat, in sodelovali z nekaterimi njegovimi prebivalci s pomočjo virtualnih rok.

Zgodba Historium vas bo prevzela čudovita srednjeveška ljubezenska zgodba. ko se boste sprehajali skozi sedem zgodovinsko obarvanih sob, opremljenih z veličastnimi srednjeveškimi kulisami, filmom, glasbo in posebnimi učinki. S pomočjo zvočnega vodnika boste izvedeli vse o zlati dobi Bruggea in počutili se boste, kot da resnično potujete nazaj v čas Jana Van

Van Van Eycka, enega največjih flamskih slikarjev, čigar slike so navdihnile za rekonstrukcijo sob.

Senzorična interakcija: 360-stopinjska muzejska izkušnja

Čutna interakcija predstavlja novo mejo v muzejskih postavitvah, katere cilj je vključiti vsa obiskovalčeva čutila ter ustvariti bolj poglobljeno izkušnjo. Uporaba vonjav, zvokov, vibracij in drugih senzoričnih elementov nam omogoča bolj realistično rekonstrukcijo okolja ali zgodovinskega konteksta, kot tudi posredovanje čustev, povezanih z umetniškimi deli ter lažje podajanje kompleksnih vsebin. Analiza študij primerov uspešno ustvarjenih potopnih sob nam omogoča, da opredelimo najučinkovitejše tehnologije in modele uporabe, ki jih javnost najbolj ceni.



Live Sketchbook:

"Night safari" – digitalno platno muzeja Arte v Dubaju:

Kje: Dubaj, Združeni Arabski Emirati

Kdaj: stalno

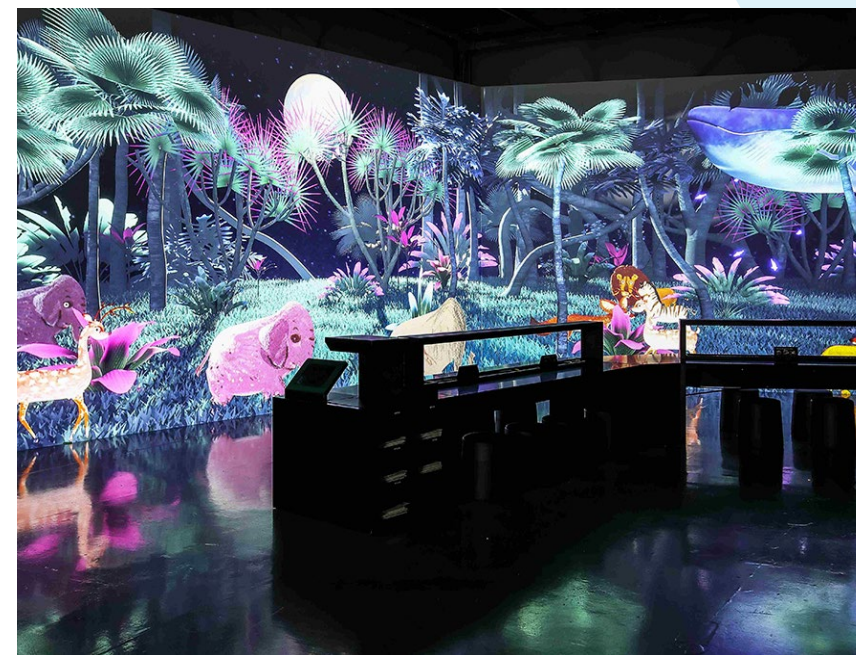
Tehnologija : Virtualna resničnost – zasloni na dotik

Izkušnje: B2C /splošno

dubai.artemuseum.com/LIVESKETCHBOOK

Razstava "The Live Sketchbook" je interaktivna izkušnja, ki obiskovalcem omogoča, da osvobodijo svojega notranjega umetnika in ustvarijo lastno umetnino na temo "nočni safari". Razstavni eksponat "Live Sketchbook" za ustvarjanje potopitvene izkušnje uporablja kombinacijo projekcijske tehnologije in zaslonov na dotik. Obiskovalci lahko ustvarijo svoje skice živali na papirju, nato pa skenirajo svoje umetnine in si ogledajo, kako te oživijo na velikem zaslonu.

Multisenzorična izkušnja safarija: Vonj mokre prsti se razprši skozi dišavni stroj in napolni razstavo s sugestivnim vonjem. Obiskovalci lahko opazujejo, kako se njihove skenirane risbe spreminjajo v gibljiva bitja na stenah razstave, obkroženi s prizori in zvoki mirne džungle.



Drugi izvirni primeri:

Bassins de Lumières: primer ponovne uporabe

Kje: Bordeaux (Francija)

Kdaj: Stalna

Tehnologija: Virtualna resničnost / AR

Izkušnja: B2C / Splošno

V nekdanji podmorniški bazi iz druge svetovne vojne so 17. aprila 2020 slovesno odprli največji center digitalne umetnosti na svetu. Za projekt, ki predstavlja poklon sodobni umetnosti, je odgovorno zasebno vodilno podjetje na področju spodbujanja kulturnih dogodkov Culturespace, kateremu gre zasluga, da so v modo vrnili podmorniški vojni objekt za veliko bolj plemenite namene.

Le Petit Chef, Como - večerja s 3D projekcijami

Kje: Hilton, jezero Como

Kdaj: stalno

Tehnologija: Virtualna resničnost - 3D projekcijsko kartiranje

Izkušnja: B2C

Kaj: Le Petit Chef je visok le 6 centimetrov in nikoli ne zraste. Zahvaljujoč tehnologiji najnovejše generacije, imenovani "3D Projection Mapping", lahko obiskovalci v živo spremljajo pripravo različnih jedi. Pravzaprav miza postane prizorišče, kjer mali kuhar pripravlja svoje dobrote kar na krožniku. "Skullmapping" pripoveduje zgodbe z neverjetnimi vizualnimi učinki, s katerimi boste doživeli nepozabno in poglobljeno gastronomsko potovanje brez primere. Predstava je združena s posebnimi glasbenimi temami s sočnim in izvrstnim menijem s petimi hodi.



Boutique Dolce&Gabbana – VR in moda

Kje: Corso Venezia 7, Milano

Kdaj: stalno

Tehnologija: Virtualna resničnost

Izkušnja: Splošno

S pomočjo animiranih slik, ekspresivnih videoposnetkov, preoblikovanja scenskih elementov, interaktivnosti, vizualnih značilnosti ter svetov, zgrajenih z nadrealistično mešanico prizorišč in izvajalcev, ki jih navdihujejo modne kolekcije, omogoča potopitvena soba butika Corso Venezia 7 inovativno izkušnjo za potrošnika, ki se lahko popolnoma potopi v svet znamke Dolce&Gabbana. Soba poustvarja štiri simbolične in ikonične teme modne hiše: Leopard, sicilijanski voziček, zebra in sredozemska modra. Gre za vseobsegajočo izkušnjo za stranke, ki so jo omogočili zvočni sistem Dolby in dimenzije sobe, sestavljene iz dveh prostornih ambientov. Prvi prostor meri 2,5 m x 3,75 m, drugi pa 3 m x 3,75 m. Oba prostora sta visoka 2,5 m, kar pomeni skupno 71,875 m² nameščene površine LED. Potopno sobo je postavilo podjetje M-Cube, specializirano za digitalne rešitve v trgovinah, ki se ponaša z več kot 45 tisoč postavitvami po vsem svetu, od tega veliko za modo in luksuz.



Ti primeri ponazarjajo, kako muzeji eksperimentirajo z različnimi tehnologijami za ustvarjanje novih vrst spoznavanja umetniških del in kulturne dediščine, z namenom razvoja bolj participativne potopitvene izkušnje.

Nekatere od teh izkušenj seznanjajo gledalca s kraji, ki ne obstajajo več, so prenevarni ali preveč oddaljeni. Druge jih spodbujajo, da doživijo umetniško delo od znotraj ali vidijo elemente, ki niso vidni s prostim očesom. Nekateri jih spodbujajo, da razstavo povežejo s fizičnim svetom ali jim multisenzorno izkušnjo. Drugi jim omogočajo, da prevzamejo več vlog v dogajanju. Nekatere razstave uporabljajo vse te strategije hkrati in tako spreminjajo dejanje obiska v interaktivno izkušnjo, v kateri obiskovalci postanejo akterji, pogosto tudi v sodelovanju z drugimi obiskovalci.

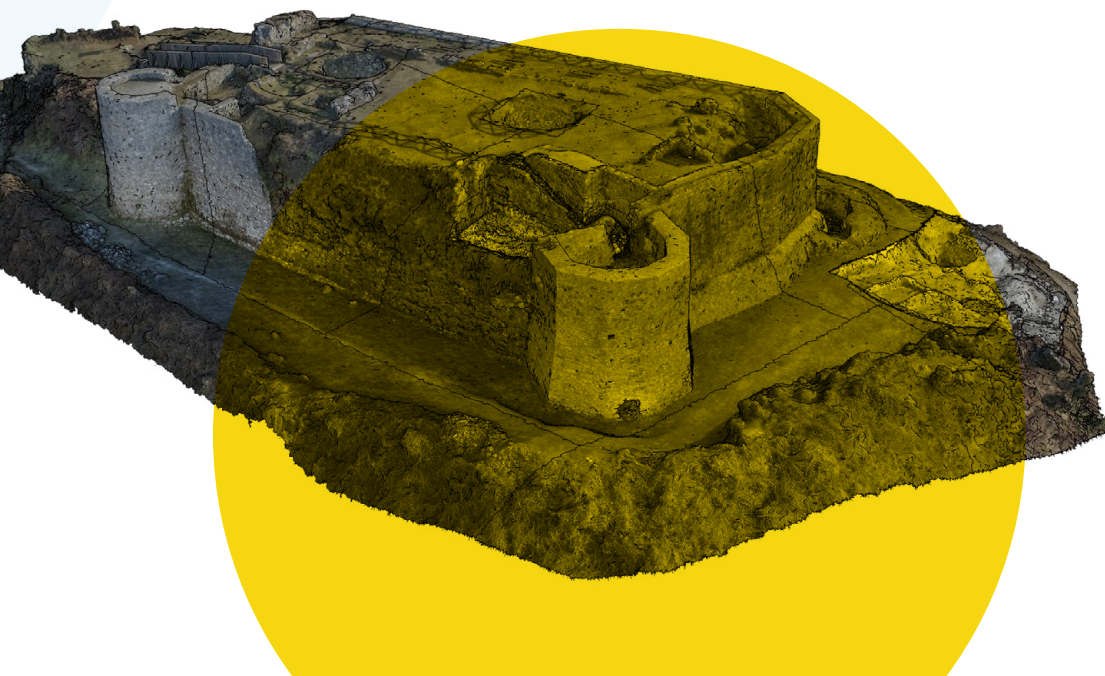
V teh globokih (deep) prostorih, ki niso prisotni le v muzeju, temveč vse bolj tudi v Metaversu, zunaj muzeja, se obiskovalci nenehno premeščajo v času in prostoru ter tako poustvarjajo svojo prisotnost in s tem sebe v svetu.

Če pogledamo v prihodnost, se muzeologiji obetajo neskončne možnosti. Predstavljajte si holografske zaslone, ki obiskovalcem omogočajo pogovore z zgodovinskimi osebnostmi, ali vodnike z umetno inteligenco, ki prilagodijo muzejske izkušnje glede na posameznikove želje. Če povzamemo, potopitvene izkušnje na novo opredeljujejo področje muzeologije, saj obiskovalce popeljejo skozi čas, prostor in domišljijo.

Z razvojem tehnologije imajo muzeji ključno vlogo pri ohranjanju preteklosti, navdihovanju sedanosti in oblikovanju prihodnosti naše skupne zgodovine.

V dobi prevlade digitalnih medijev na področju zabave in izobraževanja, muzeji doživljajo preporod. S spreminjanjem zgodovinskih pripovedi v dinamična in potopitvena doživetja navdušujejo novo občinstvo..

5. Oblikovanje potopne sobe v Tolminskem gradu: ključna načela in tehnični vidiki



Beneška listina (1964) je razvila koncept ohranjanja in poudarila potrebo po aktivnem ohranjanju, ki se razume kot integracija spomenika z družbenim življenjem in njegovo dinamiko sprememb: "Ohranjanje spomenikov je vedno olajšano z njihovo uporabo v družbeno koristne namene".

Trajnostna ponovna uporaba zgodovinskih porušenih območij je bistvena sestavina prizadevanj za ohranjanje dediščine.

Muzeji imajo več funkcij – so varuhi dediščine in kulture ter razširjevalci znanja o dediščini. Obiskovalcem ponujajo različne izkušnje, ki so lahko vizualne, čutne, estetske, rekreativne, družabne, izobraževalne, slavnostne in očarljive. Muzeji se po vsem svetu soočajo z vse manjšim obiskom zaradi vse bolj zahtevnih potrošnikov, ki se soočajo s krčenjem prostega časa in večjim številom možnosti za preživljanje le-tega.

Določitev in vzpostavitev ustrezne strategije, ciljev, ukrepov in izvedbenih struktur za učinkovito in trajnostno upravljanje, ter po potrebi razvoj kulturne dediščine, je temeljnega pomena za ohranitev njenih vrednot za sedanjost in prihodnjo uporabo in vrednotenje. To pomeni usklajevanje s potrebami kulturne dediščine, potrebami "uporabnikov" dediščine in odgovornih vladnih in/ali zasebnih/skupnostnih organov [11].

5.1. Vidiki, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju potopne sobe

Potrebe potrošnikov so se sčasoma preobrazile iz blaga in izdelkov v storitve ter iz storitev v doživetja. Potrošniki zdaj želijo celovite in dolgotrajne osebne izkušnje, ki združujejo čustvene spomine, občutke in simboliko. Ob upoštevanju "doživetja" na področju muzejev in kulturne dediščine, je potrebno upoštevati štiri glavna področja izkustvenega gospodarstva [11]: izobraževanje, zabava, beg pred resničnostjo in estetika. Zlasti tako imenovan "edutainment" (neologizem, ki je nastal s kombinacijo izobraževanja in zabave) je najpomembnejša strategija, ki pripomore k zadovoljstvu obiskovalcev, ter določa namero ponovnega obiska in namero priporočanja [13].

Dandanes razvoj teh področij od organizacij zahteva, da dodajo vrednost svoji ponudbi in strankam zagotovijo nepozabna in zadovoljiva doživetja, ki jih pritegnejo na čustveni, fizični, intelektualni in duhovni ravni. S tega vidika je zato pri opredelitvi potopitvenega prostora treba upoštevati dve temeljni kontinuirani razsežnosti, ki zaznamujeta izkušnjo muzejskega obiskovalca: sodelovanje in povezovanje.

Prvo razsežnost predstavlja prehod od pasivne k aktivni udeležbi: namesto da bi samo bili "tam", obiskovalci sodelujejo, se učijo in doživljajo to "tam" [14]. Muzeji morajo preseči zbiralne, raziskovalne in razstavne funkcije ter se vključiti v izkustveno trženje. Povezanost, druga razsežnost, vključuje dve skrajnosti – absorpcijo in potopitev. Vživljanje v izkušnjo pomeni mentalno vključenost v izkušnjo, na primer pri gledanju kulturne plesne predstavitve v živo, medtem ko potopitev pomeni fizično vključenost v izkušnjo, na primer pri sodelovanju v kulturnih plesnih prireditvah.

Koncept "prisotnosti" je ključnega pomena za razumevanje delovanja muzeja, uporaba digitalnih tehnologij pa je ta koncept popolnoma spremenila. Delovanje prisotnosti v virtualnih okoljih označuje stopnjo, do katere imajo udeleženci občutek, da so nekje drugje kot tam, kjer se fizično nahajajo, medtem ko doživljajo računalniško ustvarjeno simulacijo. Digitalni muzejski prostori morajo biti obogateni, učinkoviti in povezovalni, delovati morajo kot mikroskopi, ki obiskovalce približajo umetniškim delom ali jih celo vnesejo vanje, in/ali kot teleskopi, ki obiskovalcem omogočajo spoznavanje oddaljenih umetniških del ali krajev dediščine. Ti novi prostori oblikujejo globoke prostore, s katerimi se je mogoče srečati tako v muzeju kot zunaj njega, pri čemer se obiskovalci nenehno ponovno dogovarjajo o svoji prisotnosti v različnih časovnih in prostorskih konfiguracijah [15].

Okolja virtualne, pa tudi obogatene in mešane resničnosti, v katerih se doživlja prisotnost, lahko posledično opišemo kot "omrežja, v katerih se ljudje in stvari vzajemno konstruirajo" [16].

Digitalna umetniška dela so pogosto sestavljena iz povečav del iz muzejske galerije, ki prekrivajo digitalni in fizični prostor. Te razširitve aktivirajo obiskovalci, ki postanejo izvajalci dela. Kar je razstavljeno ni več predmet, temveč okolje, odzivajoče se na enega ali več uporabnikov, ki se pogosto znajdejo dobesedno v umetniškem delu.

V naslednji študiji primera so predstavljeni ključni koraki, ki so jih upravitelji gradu izvedli pri oblikovanju in izvedbi potopne projektne sobe:

Korak 1

Identifikacija kulturnih dediščinskih virov z možnostjo razvoja z uporabo digitalnih tehnologij.

Korak 2

Ustvarjanje idej v sodelovanju z razvijalci digitalnih izdelkov.

Korak 3

Predstavitev in usklajevanje razvite ideje s kulturnimi ustanovami.

Korak 4

Zagotovitev finančnih sredstev za projekt.

Korak 5

Končna priprava načrta projekta na podlagi odobrenih sredstev.

Korak 6

Izbira ponudnika storitev in izvedba projekta.

Korak 7

Evalvacija zaključenega projekta in razmislek o idejah za nadaljnji razvoj izbranega mesta ali alternativnih lokacij.

5.2. Študija primera: mobilna potopna/multimedijska soba za Tolminski grad

Kozlov rob, ki mu domačini pravijo Grad, ima izjemen zgodovinski in kulturni pomen ter je priljubljeno rekreacijsko območje Tolminske kotline.

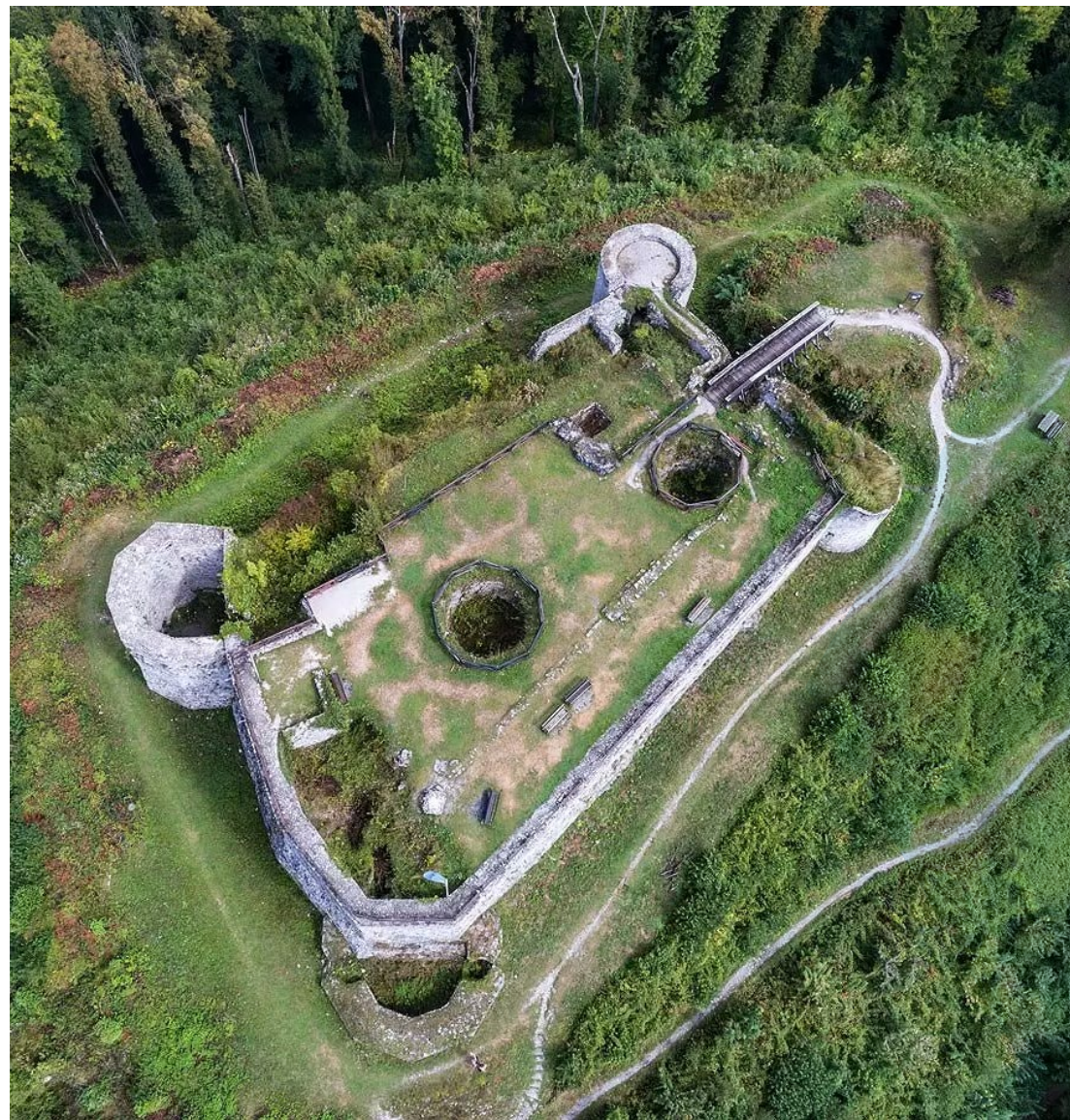
Grajska stavba, ki se prvič omenja v 12. stoletju, je skozi čas gostila akvilejske patriarhe, goriške in čedadске grofe, Benečane in Habsburžane. Ker je grad, ki je danes razglašen za kulturni spomenik, skozi leta zamenjal več lastnikov, se je večkrat spremenila tudi njegova arhitekturna podoba, zlasti po hudih potresih leta 1348 in 1511. Nazadnje so ga leta 1608 obnovili plemiči iz Dornberka.

V drugi polovici 17. stoletja, pod vladavino rodbine Coronini, je bil grad zapuščen. V zadnjih letih so bile ruševine gradu postopoma obnovljene.

Obnova aktivne rabe zgodovinskih porušениh objektov je morda najustreznejši način za zagotovitev njihovega nadaljnjega obstoja.



Pogled z vrha na ostanke gradu na hribu Kozlov rob in mesto Tolmin v dolini ©Jošt Gantar



Kozlov rob 1 "Pogled z vrha na ostanke gradu na hribu Kozlov rob ©Jošt Gantar"



3D vizualizacija gradu Kozlov rob (avtor Peter Leban) iz 17. stoletja med obnovitvenimi deli Gašperja Vida Dornberš

Pri projektu obnove in ponovne uporabe Tolminskega gradu je bilo uporabljeno temeljno načelo **"ohranjanja avtentičnosti"** z dodajanjem sodobne plasti, ki zagotavlja vrednost za prihodnost ter spoštuje in ohranja dediščinski pomen stavbe. Projekt spoštuje tudi temeljna načela trajnostnega razvoja, ki se nanašajo na skrb za okolje in porabo virov, pa tudi na krepitev socialne kohezije, blaginje, ustvarjalnosti, gospodarske privlačnosti in spodbujanje razumevanja med skupnostmi.

Poleg tega bodo doživetja Tolminskega gradu kot krajev spomina in dragocenih prostorov za skupnost dostopna in prijazna za vsakogar. Projekt upošteva tudi temeljna načela trajnostnega razvoja, ki se nanašajo na skrb za okolje in porabo virov, pa tudi na krepitev socialne kohezije, dobrega počutja, ustvarjalnosti, gospodarske privlačnosti in spodbujanje razumevanja med skupnostmi.

Poleg tega bodo doživetja Tolminskega gradu kot krajev spomina in dragocenih prostorov za skupnost dostopna in dobrodošla za vse. Dostopnost ni omejena zgolj na fizični vidik, temveč vključuje tudi vidike spoznavanja in uporabe.

Uporaba sodobnih tehnologij je inovativen in učinkovit primer, ki se odlično odziva na te potrebe po oživljanju zgodovinskih porušenih krajev, ki na ne-invaziven in trajnosten način, spoštujoč pristnost kulturne dediščine, prinaša dodano vrednost sodobni družbi. Vsako najdišče ima svojo individualnost in zato zahteva samostojen pristop.

Oblika ponovne uporabe tolminskega gradu je bila preučena na podlagi posebnih značilnosti stavb in kontekstov, s čimer je bila dana prednost kulturni in izobraževalni funkciji v kombinaciji z razvedrilnim vidikom (Edutainment), pri čemer je treba najti pravo ravnovesje, da bi ponudili resnično izobraževalno izkušnjo, ne da bi muzej spremenili v nesmiseln tematski zabaviščni park [17].

Virtualna resničnost se danes vse pogostejše uporablja kot orodje za izobraževanje, razkrivanje ali pripovedovanje zgodb, saj informacije niso posredovane z jezikovnimi kodami, temveč večinoma s čutnimi povratnimi informacijami (slike, zvoki itd.), zato jih zlahka razumejo tudi nespecializirani uporabniki.

Pri oblikovanju VR-izkušnje, ki poustvarja zgodovinski čas, je treba upoštevati posebne znanstvene standarde merila točnosti in etična merila. To je povezano tudi s pomisleki, ki jih v številnih primerih izražajo muzejski strokovnjaki glede pristnosti ponujene izkušnje [17].

V mnogih primerih je količina informacij, potrebnih za ustvarjanje virtualnega okolja, zelo velika in ni vedno na voljo. Tako bodo morali kustosi in drugi znanstveniki sprejeti interpretativne odločitve, ki lahko, če ne bodo sprejete skrbno in na podlagi posebnih meril, privedejo do VR, ki je namenjen le poustvarjanju, ne pa razsvetljevanju, izobraževanju ali celo poglobitvi obiskovalca.

Z vzpostavitvijo potopne VR sobe bo tako Tolminski grad pridobil možnost:

- * za usposabljanje in izobraževalne dejavnosti, namenjene šolam (delavnice, izleti, vodeni ogledi) ali univerzam (obisk restavratorskih objektov, usposabljanje o restavratorskih tehnikah)
- * da se vrne k temeljni vlogi v družbenem in kulturnem življenju skupnosti
- * postati turistično privlačna točka.



*Grad Kozlov rob,
trenutno stanje
prenove (2025)*



*Grad Kozlov rob
načrt*



Naš cilj je na novo opredeliti izkušnjo obiskovalcev s posebnim pogledom na odnos med sedanjostjo in preteklostjo, fizično in virtualno dimenzijo, notranjostjo in zunanostjo potopne sobe, gradom in Metaversom.

Z virtualno resničnostjo želimo ustvariti občutek potopitve v habitate in okolja, ki ne obstajajo več, z namenom da bi obiskovalcem dobesedno omogočili, da prodrejo v zgodovinski objekt in ga raziskujejo od znotraj.

Ustanovljena je bila **interdisciplinarna skupina** ki se je posvetila razvoju potopne sobe, da bi prispevala različna strokovna znanja in izkušnje, med drugim:

Astrofizik, specializiran za oblikovanje interaktivnih muzejev: Ta član ekipe v projekt vnaša strokovno znanje s področja astronomije in fizike, in s tem pripomore k ustvarjanju potopitvenih doživetij. Je strokovnjak za svetovanje pri oblikovanju interaktivnih eksponatov, ki so hkrati izobraževalni in zanimivi.

Oblikovalec potopitvene grafike: Ta član ekipe ima izkušnje z ustvarjanjem vizualno osupljivih in privlačnih grafik, ki bodo obiskovalce popeljale v drugi svet. Uporablja lahko različne tehnike, kot so 3D modeliranje, animacija in virtualna resničnost ter s tem ustvari resnično poglobljeno izkušnjo.

Umetnostni zgodovinar, specializiran za poudarjanje zgodovinskih in umetniških vsebin: Ta član ekipe bo odgovoren za to, da bo zgodovinska in umetniška vsebina potopne sobe predstavljena natančno in zanimivo.

Računalniški programer za načrtovanje strojne in programske opreme: Ta član ekipe bo odgovoren za oblikovanje in razvoj strojne in programske opreme, ki bo poganjala potopno sobo.

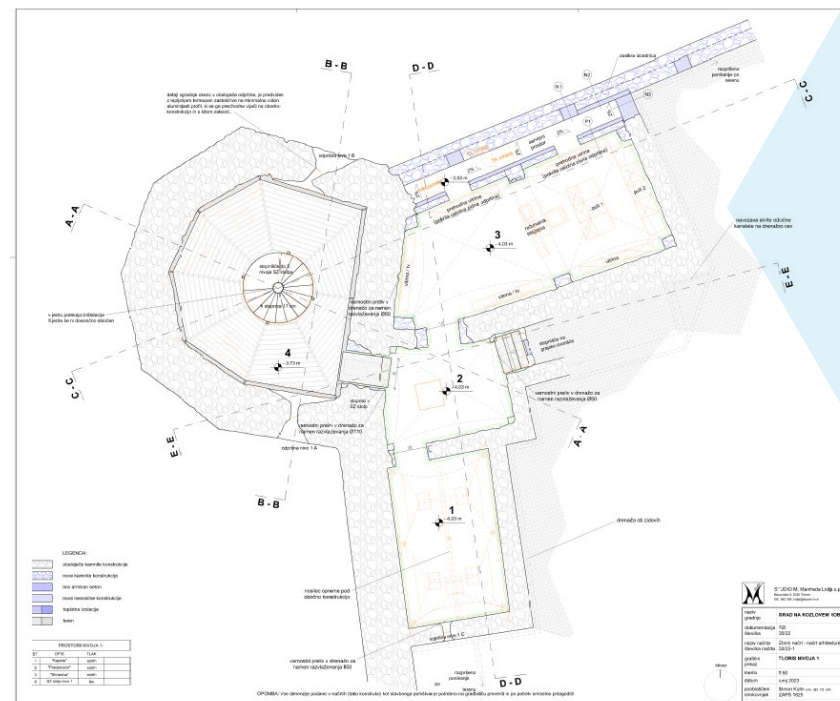
Grafični oblikovalec za oblikovanje grafike: Ta član ekipe bo odgovoren za oblikovanje grafike, ki se bo uporabljala v potopni sobi.

Ta ekipa združuje široko paleto spretnosti in strokovnega znanja, ki bodo ključnega pomena za uspeh projekta

Financiranje: zagotovitev ustreznih sredstev za izvajanje in vzdrževanje potopne sobe, pa tudi za zagotavljanje ustrezne digitalne pismenosti muzejskih delavcev z usmerjenim usposabljanjem.

Zagotavljanje ustreznega financiranja ni ključnega pomena le za ustvarjanje potopitvene izkušnje, temveč tudi za tekoče vzdrževanje potopne sobe. Digitalna tehnologija je namreč v primerjavi z analognimi izkušnjami veliko bolj občutljiva in dovzetna za težave, kot so prenapetost, vlažnost in napake v sistemu. Za obiskovalca muzeja ni nič hujšega, kot da pride in ugotovi, da večina naprav ne deluje pravilno. Zato je bistveno ne le, da se nemudoma odpravijo morebitne okvare, temveč tudi vzpostavitev rednega urnika vzdrževanja in pregledov (običajno stane približno 1.200 EUR na mesec).

Enako pomembno pa je vlaganje v ciljno usmerjeno usposabljanje muzejskega osebja, da se spodbudi ustrezna digitalna usposobljenost in omogoči samostojno reševanje manjših težav.



Grad Kozlov rob, tloris stolpa in potopne sobe

Prostor, ki je na zgornjem načrtu označen kot soba 1, bo strateško umeščen v grad tako, da bo obiskovalcem omogočil čim boljši dostop do tega edinstvenega doživetja. Soba ima dvojni namen: prvič, na očarljiv in "sodoben" način predstaviti bogato zgodovino in pomen gradu, drugič pa se vzpostaviti kot posebna in privlačna atrakcija za obiskovalce. Soba, zasnovana kot portal v preteklost, bo prostor brez oken (opremljen le z majhnim oknom) s sploščenim križnim sklepnikom. Strop bo zaživel s čarobnostjo 5–6 projektorjev, ki bodo prostor spremenili v platno za očarljivo zgodovinsko tapiserijo.

Interaktivna projekcija: Kjer domišljija sreča zgodovino

V tem primeru ne gre le pasivno gledanje. Prostor, ki se potopi v prostor, vključuje plast interaktivnosti, ki obiskovalce vabi, da postanejo udeleženci pripovedi o gradu. Z uporabo interaktivne projekcijske tehnologije lahko obiskovalci k projiciranim prizorom prispevajo lastne umetniške zametke. Predstavljajte si, da s pomočjo vnaprej pripravljenih šablon dodajate svoje risbe projiciranim pokrajinam, se morda znajdete sredi živahnega srednjeveškega trga ali dodate svoj pridih nekdanjemu kraljevemu praznovanju. Ta interaktivni element ne le pooseblja izkušnjo, temveč tudi spodbuja globljo povezavo z bogato zgodovino gradu. Potopna soba presega omejitve fizičnega prostora in obiskovalce popelje na potovanje skozi čas. Z vključevanjem interaktivnih elementov soba ne le obvešča, temveč tudi podžiga domišljijo, obiskovalcem pa pusti trajen in nepozaben vtis o grajski preteklosti.



Grad na Kozlov rob, vizualizacija arhitekturnega prereza. ©Simon Kutin. Projekt potopne sobe bo zasedel sobo, ki se nahaja levo od stopnic, v neposredni bližini upodobljene osebe)

5.3. Kombinacija digitalne in nedigitalne tehnologije za poglobljeno izkušnjo

Digitalne funkcije

Pri izbiri posebne postavitve virtualne resničnosti za potopno sobo smo upoštevali vrednost zaznane čutne izkušnje in "hitre" uporabnosti sistemov, pri čemer je prva pomembna kot merilo zagotovljenega občutka "prisotnosti", druga pa zato, ker je v kontekstu razstave pomembno, da uporabnike takoj pritegnemo in jim omogočimo interakcijo s hitrimi učnimi krivuljami in na najbolj naraven način. Ta sredstva korenito spremenijo proces učenja (82): uporabnik opazuje in zaznava predmet s svojimi čutili ter nadzoruje predmet ali dejanje s svojimi gibi, kar je bolj naraven in instinktiven način učenja kot tisti, ki temelji na simbolih, ki so zaznavanju nedostopni.

Izbira posebnih digitalnih funkcij, ki jih je treba uporabiti, je bila prav tako opravljena na podlagi analize SWOT, ki je ocenila prednosti, slabosti, tveganja in priložnosti, kot je prikazano v spodnji preglednici:

Analiza SWOT tehnologij obogatene resničnosti (AR) in virtualne resničnosti (VR)

PREDNOSTI

Vsiljiva izkušnja: AR in VR lahko zagotovita poglobljeno izkušnjo, ki obiskovalcem omogoča občutek, da so dejansko del zgodovinskega ali kulturnega dogodka.

Večja vključenost: AR in VR lahko naredita kulturne znamenitosti bolj zanimive in interaktivne, zlasti za mlajše obiskovalce.

SLABOSTI

Stroški: Razvoj in izvajanje tehnologije AR in VR sta lahko draga.

Tehnična znanja in spretnosti: Za razvoj in uporabo tehnologije AR in VR so potrebna specializirana tehnična znanja.

Izobraževalna vrednost: AR in VR se lahko uporabljata za zagotavljanje izobraževalnih informacij o kulturnih znamenitostih na zabaven in privlačen način.

Dostopnost: AR in VR lahko omogočita večjo dostopnost kulturnih spomenikov ljudem, ki jih ne morejo obiskati osebno.

Trajnost: AR in VR lahko pomagata zmanjšati vpliv turizma na okolje, saj zmanjšata potrebo po potovanjih.

PRILOŽNOSTI

Tehnološki napredek: Hitri napredek tehnologij AR in VR ustvarja nove priložnosti za njihovo uporabo na kulturnih spomenikih.

Interes javnosti: Zanimanje javnosti za AR in VR narašča, kar bi lahko povzročilo večje povpraševanje po njihovi uporabi na kulturnih spomenikih.

Partnerstva: Kulturne ustanove lahko sodelujejo s tehnološkimi podjetji pri razvoju in izvajanju izkušenj AR in VR.

Financiranje: Na voljo so številni viri financiranja, ki podpirajo razvoj doživetij AR in VR na kulturnih spomenikih.

Uporabniška izkušnja: Za nekatere uporabnike sta lahko izkušnji AR in VR neprijetni ali dezorientirani.

Razvoj vsebine: Ustvarjanje visokokakovostnih vsebin AR in VR je lahko dolgotrajno in drago.

Avtentičnost: Obstaja nevarnost, da se izkušnje AR in VR zdijo neavtentične ali umetne.

Fizična/fiziološka škoda: Uporabniki lahko med uporabo VR občutijo gibalno bolezen ali nelagodje ali se soočijo z nevarnostjo spotikanja.

TVEGANJA

Konkurenca: Vedno večja je konkurenca drugih atrakcij in doživetij, ki uporabljajo tehnologijo AR in VR.

Zastarelost: Zaradi hitrih tehnoloških sprememb lahko doživetja AR in VR hitro zastarajo.

Vandalizem: Doživetja AR in VR so lahko izpostavljena vandalizmu ali zlorabi.

Zasebnost: Obstajajo pomisleki glede posledic uporabe tehnologije AR in VR na kulturnih spomenikih za zasebnost.

Pravičnost: Obstaja tveganje, da bi tehnologija AR in VR povečala vrzel med tistimi, ki imajo dostop do tehnologije, in tistimi, ki ga nimajo.

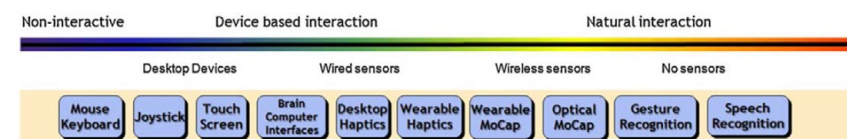
Izbrane funkcije za potopne sobe so:

- * dinamična vizualna perspektiva, ki temelji na premikanju uporabnikove glave;
- * stereoskopski vid;
- * binauralna zvočna povratna informacija;
- * realistična interakcija z okoljem s pomočjo vmesnikov za manipulacijo;
- * upravljanje in nadzor;
- * taktilne in/ali gibalne povratne informacije.

Glede na stopnjo abstrakcije virtualnih okolij, od popolnoma abstraktnih virtualnih okolij (kot so informacijske pokrajine), nerealnih virtualnih okolij (kjer so abstraktni in realistični elementi sočasno prisotni), realističnih virtualnih okolij (modeliranih ali digitalno pridobljenih) do fotorealističnih virtualnih okolij, ki se lahko komaj razlikujejo od resničnih, bo potopna soba v Tolminskem gradu konfigurirana kot realistično virtualno okolje.

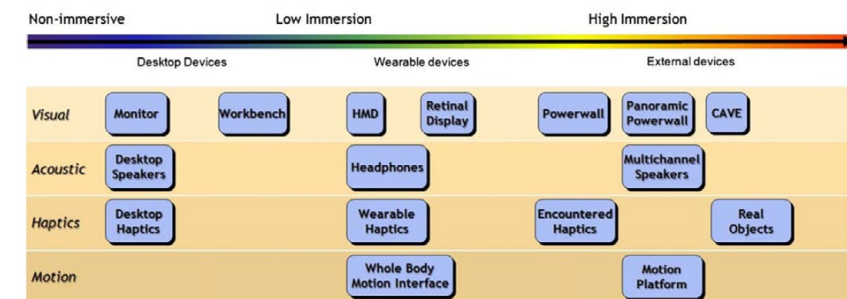
Na podlagi klasifikacije ravni interakcije in potopitve, ki sta jo za različne digitalne tehnologije opredelila M. Carrozzino, M. Bergamasco, 2010:

Interaction



Razvrstitev naprav za virtualno resničnost glede na os interakcije

Immersion



Razvrstitev naprav za virtualno resničnost glede na os interakcije

Prostor, zasnovan za tolminski grad, bo zelo interaktiven (naravna interakcija) in zelo potopljiv (neinvazivna potopitev).

Potopna soba bo samostojen prostor, ki bo obiskovalce popeljal v popolnoma uresničen virtualni svet. Za doseganje te ravni potopitve bo uporabljena kombinacija najsodobnejših tehnologij:

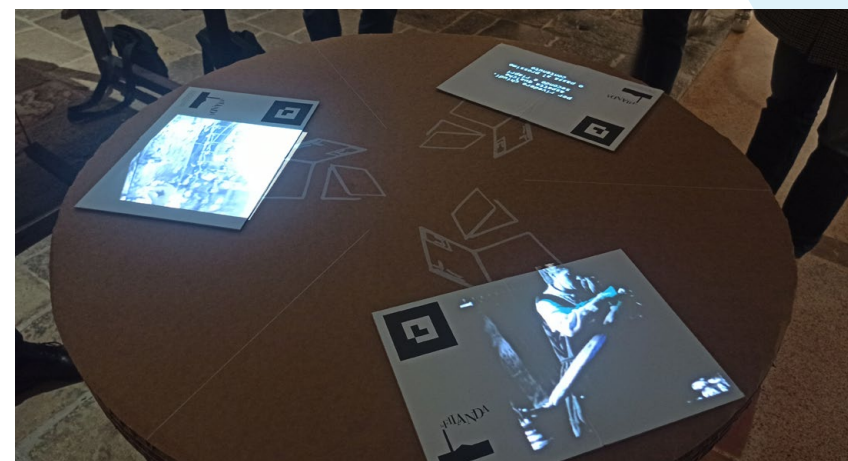
- * **Projekcija visoke ločljivosti:** Več projektorjev visoke ločljivosti bo strateško nameščenih tako, da bodo brezhibno prekrivali stene in strop prostora ter tako ustvarili panoramsko platno za očarljive vizualne posnetke.
- * **Stereoskopski 3D-vid:** S stereoskopskimi očali 3D bodo obiskovalci projicirane slike zaznavali v treh dimenzijah, kar bo virtualnemu okolju dodalo globino in realizem.
- * **Binauralni zvok:** Prefinjen binauralni zvočni sistem bo zagotavljal prostorski zvok, ki bo obiskovalcem omogočal, da v virtualnem svetu slišijo zvoke iz različnih smeri, kar bo okrepilo njihov občutek prisotnosti in potopitve.
- * **Interaktivni vmesniki:** Za lažjo interakcijo z virtualnim okoljem bodo uporabniki opremljeni s specializiranimi krmilniki ali nosljivimi napravami, ki jim bodo omogočale manipulacijo s predmeti, navigacijo po virtualnem prostoru in sodelovanje s projiciranimi elementi.
- * **Taktilna povratna informacija:** Za še bolj poglobljeno izkušnjo bodo naprave za taktilno povratno informacijo zagotavljale otipne občutke, kot so vibracije ali nežen pritisk, ki ustrezajo dogodkom v virtualnem svetu, kar bo še bolj zbrisalo meje med resničnostjo in digitalnim področjem.

Navdih za risanje iz različnih projektov risanja v živo

Po navdihu inovativnih projektov risanja v živo, kot je AR Alive Drawing Projection (www.difwod.com) in The Live Drawing Project (thelivedrawingproject.com/), bo ta soba vključevala interaktivne funkcije risanja, ki bodo obiskovalcem omogočile, da v virtualno okolje vnesejo lastne ustvarjalne poteze.

”Projekt Risanje v živo” je bil niz dogodkov po vsej Evropi, na katerih so lahko državljani sodelovali z obsežnimi dinamičnimi projekcijami.

Udeleženci so bili povabljeni, da v živo rišejo na svoje pametne telefone, ki so bili v realnem času povezani z razstavo. Ko so ustvarjali svoja umetniška dela, so bile te risbe nemudoma vključene v obsežno projekcijo, kar je posameznikom omogočilo, da so njihovi prispevki zaživel kot del skupne vizualne izkušnje. Ta inovativni projekt je združeval umetnost in tehnologijo, tako da je občinstvo postalo aktivni del razvijajočega se digitalnega umetniškega dela. “Nočni safari” je potopna projekcijska soba, ki brezhibno združuje fizično in digitalno ter obiskovalcem omogoča aktivno sodelovanje na razstavi. Z barvanjem živalskih obrisov na priloženih listih papirja lahko obiskovalci vidijo, kako njihove stvaritve oživijo v digitalnem okolju. Prisotnost kibernetskih vizualnih oznak na teh listih je ključnega pomena, saj zagotavljajo natančno skeniranje risb, kar omogoča animacijo živali in njihovo vključitev v obsežno stensko projekcijo, ki ustvarja zanimivo in interaktivno izkušnjo. Kibernetske vizualne oznake so simboli, podobni kodam QR, ki po namestitvi na fizične predmete omogočajo kameram in programski opremi, da jih prepoznajo, kar izboljša tehnološko interakcijo z resničnim svetom. V muzeju Filanda v Salzanu je na primer kamera prepoznala preproste kartice s kibernetskimi vizualnimi oznakami položene na določeno mizo, in sprožila projekcijo videa, ki je kartice spremenil v interaktivne tablice.



Tehnike z uporabo QR kod ali podobnih oznak na papirju, ki jih prepoznavajo skenerji ali projektorji.

Analogne funkcije: vključevanje čutov

Da bi še izboljšali doživetje, bo soba vključevala analogne funkcije, ki bodo vključevale več čutov:

- * Difuzorji vonjav: V virtualnem okolju se bodo sproščale subtilne vonjave, ki bodo priklicale vzdušje različnih zgodovinskih obdobj ali lokacij.
- * Učinki okolja: Vetrni stroji in ventilatorji bodo simulirali občutek vetra ali vetrca in tako dodali pridih realizma prizorom, ki se odvijajo na prostem ali v vetrovnih okoljih.
- * Glasbeni namigi: Skrbno izbrana glasba bo spremljala projicirane vizualne podobe, ustvarjala čustven odmev in izboljšala celotno izkušnjo potopitve.

S kombinacijo teh najsodobnejših tehnologij in analognih funkcij bo soba, v kateri se obiskovalci lahko potopijo, ne le informirala, temveč jih tudi popeljala na več čutno potovanje skozi čas in jim pustila trajen in nepozaben vtis o grajski preteklosti.

Trajnost:

Vključevanje in dostopnost:

Prilagodljive funkcije vključujejo:

- * Prilagoditev izpostavljenosti svetlobi iz okolice in barvne temperature;
- * Prilagoditev stopnje ostrenja z nastavitvijo učinkov vinjetiranja, ki omogoča zmanjšanje širine vidnega polja;
- * Možnost izbire med različnimi načini vodenja po muzeju: besedilni opisi z dobro berljivimi pisavami (npr. OpenDyslexic) ali avdio/video vodnik, ki suženjsko ponavlja besedilo opisa, kar lahko uporabnik vklopi/izklopi z namenskim gumbom;
- * Možnost navigacije po okolju z miško in tipkovnico, z igralno ploščico ali s teleportiranjem na lokacijo in nato z naravnimi gibi (tj. hojo) raziskuje okoliški prostor v obsegu 2 metrov.

6. Bibliografija

- [1] Lee Y.-C. N., Shan L.-T., & Chen C.-H. (2013), "System development of immersive technology theatre in museum", in *Proceedings of international conference on virtual, Augmented and mixed reality*, pp. 400, 408, Springer.
- [2] Suh A., Prophet J. (2018), "The state of immersive technology research: A literature analysis", in *Computers in Human Behavior*, pp. 86, 77-90, Elsevier Ltd.
- [3] Milgram P., & Kishino F. (1994), "A taxonomy of mixed reality visual displays", in *IEICE - Transactions on Info and Systems*, pp. 77, 1321, 1329.
- [4] Kunimoto C. (2022), "Unmissable visual technology trends", in *Bloolooop.com*.
- [5] Haleem A., Javaid M., Pratap Singh R., Suman R., Rab S. (2022), "Holography and its applications for industry 4.0: An overview", in *Internet of Things and Cyber-Physical Systems Volume 2*, pp. 42-48.
- [6] Soldano S., Borlizzi P., Frenda A. (2018), "Universal rules and model forms of sustainable use and re-use of ruined historical sites", *Ruins Interreg project, Deliverable D.T2.4.1*.
- [7] World Commission on Environment and Development (1987), "Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future", United Nations.
- [8] Ceccacci S., Giaconi C., Mengoni M., Del Bianco N., D'Angelo I. (2022), "Co-design of immersive virtual learning environments: a pilot study involving people with intellectual disability and SLDs", in *Proceedings of the International Day of Persons with Disabilities. Inclusion, Autonomy, Technology, Rome, Italy*.
- [9] Christou A., Chirila R., Dahiya R. (2022), "Pseudo-Hologram with Aerohaptic Feedback for Interactive Volumetric Displays", in *Advanced Intelligent Systems*, 4, 2100090.
- [10] Balloffet P., Courvoisier F.H., Lagier J. (2014), "From Museum to Amusement Park: The Opportunities and Risks of Edutainment", in *International Journal of Arts Management*, Volume 16, Number 2.
- [11] Paul C. (2002), "Renderings of digital art", in *Leonardo*, 35(5), pp. 471-484.
- [12] Wijesuriya G., Thompson J., Young C. (2013), "Managing Cultural World Heritage", United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- [13] Radder L., Han X. (2015), "An Examination Of The Museum Experience Based On Pine And Gilmore's Experience Economy Realms", in *Journal of Applied Business Research (JABR)*.
- [14] Trinh T.T., & Ryan C. (2013), "Museums, exhibits and visitor satisfaction: A study of the Cham Museum, Danang, Vietnam", in *Journal of Tourism and Cultural Change*, 11 (4), pp. 239-263.

- [15] Giannachi G. (2021), "Into the Space of the Digital Museum", in *The Future Contemporary*, 1, Edizioni Ca' Foscari.
- [16] Carrozzino M., & Bergamasco M. (2010), "Beyond Virtual Museums: Experiencing Immersive Virtual Reality in Real Museums", in *Journal of Cultural Heritage*, 11, pp. 452-458.
- [17] Shehade M., Stylianou-Lambert T. (2020), "Virtual Reality in Museums: Exploring the Experiences of Museum Professionals", in *Applied Science*, 10, 4031.
- [18] Grau O. (2004), "Virtual Art: from illusion to immersion", MIT press.
- [19] Sviridova E., Yastrebova E., Bakirova G. and Rebrina F. (2023), "Immersive technologies as an innovative tool to increase academic success and motivation in higher education", *Front. Educ.* 8:1192760. doi: 10.3389/educ.2023.1192760
- [20] Kaplun D., Romanov S., Ipalakova M., Daineko Y., Bolatov Z., Tsoy D. (2024), "Application of immersive technology in a museum", in *The International Workshop on Digital Society: in the Eve of the 6th Information Revolution*, Science Direct, *Procedia Computer Science* 231, pp. 385-390.
- [21] Balcerak Jackson M., & Balcerak Jackson B. (2024), "Immersive Experience and Virtual Reality", in *Philosophy & Technology*, 37 (1), pp. 1-24.

Zahvale in priznanja

Slike, uporabljene v tem dokumentu, so bile pridobljene iz spletnih strani in so last njihovih lastnikov. Avtor poročila se zahvaljuje ustvarjalcem za njihovo delo. Vse pravice do slik pripadajo njihovim lastnikom. Uporaba slik je zgolj za ilustrativne namene in ne pomeni nikakršnega lastništva nad njimi.

Vsem lastnikom slik, ki želijo avtorska priznanja ali dodatne informacije, smo na voljo.

<https://www.focus.it/scienza/scienze/come-ti-stringo-la-mano-in-videocall>

<https://dubai.artemuseum.com/LIVESKETCHBOOK>

<https://www.filandadisalzano.it/>

<https://www.annefrank.org/en/about-us/news-and-press/news/2019/7/4/renewed-vr-tour-anne-franks-secret-annex/>

<https://www.atelier-lumieres.com/en/kandinsky>

<https://www.sunnycitykids.com/latest/immersive-disney-animation>

<https://www.igloovision.com/about/blog/immersive-projection-room>

<https://executive-bulletin.com/culture-and-arts/the-global-art-and-technology-phenomenon-arte-museum-dubai-is-opening-its-doors-in-dubai-mall-with-an-ultimate-immersive-art-experience>

<https://www.historium.be/en/tickets/prices/>

<https://www.davepawsey.com/epcot-experience>

<https://blooloop.com/museum/in-depth/museum-vr-experiences/>

<https://www.swissinfo.ch/ita/immersione-nell-arte-di-frida-kahlo-a-zurigo/46968796>

<https://www.slideshare.net/slideshow/notes-for-arppt/260881778>

<https://www.pantografomagazine.com/le-petit-chef-sbarca-a-roma-e-fa-tappa-allhotel-aleph/>

<https://cbs4indy.com/news/national-world/immersive-disney-experience-now-open-in-las-vegas-other-us-cities-youre-there-in-person/>

[https://it.wikipedia.org/wiki/File:Disneyland_-_Star_Wars_Galaxy's_Edge_\(Disneyland\)_01.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Disneyland_-_Star_Wars_Galaxy's_Edge_(Disneyland)_01.jpg)

<https://www.retailinstitute.it/portfolio/dg-casa-immersive-room/>

<https://www.lecodelsud.it/taormina-van-gogh-multimedia-experience-un-interessante-percorso-espositivo>

<https://vrtouch.eu/en/news/133-virtual-reality-is-conquering-museums.html>

<https://www.slideshare.net/slideshow/take-a-deep-dive-into-gallery-one-at-the-cleveland-museum-of-art/26499948>

<https://ariellalehrer.com/5-ways-to-optimize-game-immersion/>

Klasifikacija VR naprav na osi interakcije, Carrozzino, M., & Bergamasco, M. (2010)

Grad Kozlov rob ©Simon Kutin

Pogled z vrha na ostanke gradu na hribu Kozlov rob © 2024 Skupina Stik.

Kozlov rob 1 "Pogled z vrha na ostanke gradu na hribu Kozlov rob ©Jošt Gantar"

Kozlov rob 3D "3D vizualizacija gradu Kozlov rob (avtor Peter Leban)

Muzej Filanda, Salzano. Slika vljudno posredovana s strani Venetian Clustrija.