

Realitatea virtuală (VR) și impactul său în domeniul urbanismului / Virtual Reality and its impact in Urbanism

George-Gabriel Marin

doctorand, Școala Doctorală de Urbanism, Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București, România

Abstract. This article explores the application of virtual reality (VR) in the field of urbanism and its impact on urban planning and design. It discusses the technical aspects of implementing VR in urbanism, including hardware and software requirements, as well as the challenges associated with integrating different technologies. The use of VR in urban planning and design is examined, highlighting its benefits in visualizing and effectively communicating urban design concepts. Concrete examples of VR utilization in city planning and design are presented, showcasing its ability to simulate human interactions within the urban environment. The advantages and limitations of VR in urbanism are discussed. Overall, this article emphasizes the significance of VR in enhancing the development and optimization of future cities.

Key words: Virtual reality, urban planning and design, emerging technologies, city modelling, VRbanism

1. Introducere

Realitatea virtuală (VR) reprezintă unul dintre cele mai în vogă subiecte ale momentului, fiind adesea discutat în contextul industriei AEC – Arhitectură, Inginerie și Construcții¹. Utilizarea realității virtuale a fost văzută de mulți autori ca având un potențial mare pentru creșterea eficacității și îmbunătățirea comunicării în procesul de luare a deciziilor în planificarea urbană și proiectarea clădirilor. Realitatea virtuală poate fi definită ca o interfață între om și calculator, în care computerul creează un mediu de imersiune senzorială care răspunde interactiv și este controlat de comportamentul utilizatorului². Cea mai frecventă definiție a VR în literatură face referire la integrarea componentelor hardware și software de calculator pentru a crea un mediu simulat, în care utilizatorul poate interacționa și simți senzații realiste, având impresia că este prezent fizic în acea lume virtuală.

Prima utilizare a noțiunii de realitate virtuală a apărut acum mai bine de un secol, odată cu utilizarea primului stereoscop inventat de Charles Wheatstone³. Cu toate acestea, conceptul a fost articulat pentru prima dată de Ivan Sutherland, descriind ecranul „Ultimate Display” ca pe o fereastră prin care utilizatorul privește într-o lume virtuală⁴. De atunci, realitatea virtuală este în plină expansiune, utilizarea acestei tehnologii luând amploare în contextul tranziției către o societate digitalizată. În ultimele decenii, realitatea virtuală a devenit o tehnologie din ce în ce mai prezentă și influentă în diferite domenii, precum industria jocurilor, sectorul medical, inginerie, arhitectură, urbanism, construcții, design interior, precum și în scopuri educaționale, de formare și de cercetare⁵. Utilizarea VR în proiectarea și planificarea urbană a atras atenția specialiștilor și a deschis noi perspective asupra modului

¹ Delgado *et al* 2020a

² Abdelhameed 2013

³ Sherman și Craig 2003

⁴ Sutherland 1965

⁵ Mazuryk și Gervautz 1996

în care percepem și interacționăm cu mediul construit. Stadiul actual al realității virtuale în domeniul urbanismului este marcat de o combinație între adoptarea tehnologiilor avansate în cadrul orașelor inteligente⁶ și cerințele în continuă schimbare ale societății contemporane. Prin crearea unui mediu virtual realist și imersiv, VR oferă posibilitatea utilizatorilor de interacționa cu obiective în mediul virtual și a evalua, într-un mod interactiv și captivant, diferite scenarii și soluții, pe baza unor simulări realiste⁷. De fapt, interactivitatea poate fi văzută ca abilitatea de a controla evenimentele din mediul de simulare prin intermediul mișcărilor corpului uman care, la rândul lor, inițiază răspunsuri în mediul de simulare⁸.

Conform literaturii de specialitate, termenul de VR este folosit pentru a descrie aplicații în care utilizatorul poate interacționa în timp real cu date spațiale⁹. În acest context, există două categorii principale de VR: non-imersivă și imersivă¹⁰. Nivelul de imersiune este foarte important pentru senzația pe care VR o produce utilizatorului, întrucât imersiunea este, de fapt, sentimentul de a fi prezent într-un mediu. Studiile indică faptul că există o diferență notabilă între VR non-imersivă și cea imersivă din punctul de vedere al modului în care utilizatorii interacționează cu mediile virtuale. VR non-imersivă implică vizualizarea scenei ca un observator prin intermediul unui ecran de calculator, în timp ce VR imersivă oferă o experiență în care utilizatorul se simte ca un participant în cadrul scenei.

Evoluția tehnologiei VR a adus o serie de avantaje în domeniul urbanismului. Utilizarea VR permite crearea și vizualizarea unor modele 3D detaliate ale proiectelor urbane, oferind oportunitatea de a explora diverse opțiuni și de a analiza impactul acestora asupra mediului înconjurător. Aceasta oferă oportunitatea de a identifica mai rapid și mai eficient soluții precise, optimizând procesul de luare a deciziilor. De asemenea, VR facilitează comunicarea și colaborarea între diferite părți interesate, inclusiv dezvoltatori, autorități locale și comunitatea locală, prin prezentarea vizuală interactivă și accesibilă a proiectelor urbane propuse. Astfel, VR devine un instrument puternic pentru implicarea cetățenilor și pentru luarea deciziilor participative în procesul de dezvoltare urbană¹¹. Cu toate că VR este populară în prezent și oferă multiple avantaje, există și provocări asociate cu utilizarea VR. De exemplu, studiile demonstrează faptul că mulți oameni experimentează simptome de greață, disfuncții oculomotorii și alte reacții adverse în timpul utilizării VR, cauzate de calitatea imaginilor, naturalețea simulării și variații ale timpilor de schimbare a cadrelor¹².

Prin urmare, acest articol își propune să exploreze stadiul actual al realității virtuale și impactul său în domeniul urbanismului, analizând atât avantajele, cât și provocările asociate cu utilizarea acestei tehnologii în procesul de proiectare și planificare urbană. Prin înțelegerea acestor aspecte, putem dezvolta strategii mai eficiente și adaptate pentru utilizarea optimă a VR în domeniul urbanismului, contribuind astfel la crearea unui mediu urban mai sustenabil, funcțional și atractiv pentru comunități.

⁶ Rabari și Storper 2014

⁷ Chavan 2016

⁸ Achten *et al* 1999

⁹ Whyte 2002

¹⁰ Greenwood *et al* 2008

¹¹ Zhu *et al* 2020

¹² Regan 1995

2. Metodologie

Acest articol are ca scop explorarea impactului realității virtuale (VR) în domeniul urbanismului, pornind de la premisa conform căreia utilizarea VR poate aduce schimbări semnificative asupra modului în care sunt planificate și proiectate orașele contemporane. Pentru a atinge acest obiectiv, articolul este structurat în patru părți și începe cu definirea conceptului de Realitate Virtuală (VR) și a caracteristicilor sale. Astfel, articolul se concentrează pe evidențierea importanței VR în diverse domenii (precum medicină, educație, gaming, arhitectură), cu accent pe potențialul său în urbanism. A doua parte a articolului discută aspectele tehnice asociate implementării VR în domeniul urbanismului.

În acest context, întrebarea principală a lucrării se referă la: *Ce presupune implementarea tehnologiei VR în domeniul urbanismului?*, în timp ce întrebarea secundară explorează avantajele și beneficiile implementării Realității Virtuale (VR) în domeniul urbanismului, în scopul îmbunătățirii procesului de planificare și proiectare urbană.

Strategia de cercetare include două etape principale. Prima se referă la construirea cadrului teoretic prin colectarea și sintetizarea informațiilor din literatura de specialitate disponibilă. Această etapă a presupus identificarea și selectarea surselor relevante referitoare la Realitatea Virtuală și impactul acesteia în domeniul urbanismului, analizarea și sintetizarea informațiilor colectate pentru a forma o bază solidă în acest sens. A doua etapă a fost orientată asupra ilustrării efectelor generate de implementarea VR în urbanism, folosind câteva studii de caz concrete. Alegerea studiilor de caz a vizat identificarea unor proiecte relevante care demonstrează utilizarea Realității Virtuale în domeniul urbanismului, oferind exemple concrete și ilustrative ale impactului tehnologiei VR în planificarea și proiectarea urbană. Selectarea studiilor de caz a ținut cont de următoarele criterii:

- Relevanța proiectelor, în sensul abordării unor provocări asociate urbanismului, rezolvate cu ajutorul VR;
- Diversitatea proiectelor analizate, respectiv includerea unor studii de caz variate atât din punct de vedere geografic, cât și al tipologiei proiectelor, pentru a evidenția utilizarea VR în contexte diferite;
- Disponibilitatea datelor, în sensul accesibilității informațiilor și a relevanței datelor pentru a ilustra impactul generat de VR în domeniul urbanismului.

În ciuda faptului că am identificat o mulțime de lucrări ce abordează subiectul realității virtuale în contextul urbanismului, nu am găsit, până în prezent, nicio lucrare care să sintetizeze impactul Realității Virtuale (VR) în domeniul urbanismului într-o manieră cuprinzătoare, care să includă atât aspecte ce țin de planificarea urbană, cât și aspecte referitoare la proiectarea și designul urban.

Pentru a acoperi această nișă de cercetare, lucrarea a folosit cărți, studii și articole de specialitate, pentru a colecta informații despre realitatea virtuală și utilizarea acestei tehnologii în domeniul planificării și proiectării urbane. În ceea ce privește calitatea datelor, sursele identificate au fost suficient de clare și precise pentru a putea extrage câteva idei relevante pentru fundamentarea teoretică a lucrării. În plus, analiza celor trei exemple a permis ilustrarea avantajelor și a limitărilor pe care utilizarea tehnologiei VR le are în domeniul urbanismului, pe baza unor situații concrete, implementate în realitate.

3. Utilizarea VR în domeniul urbanismului

Utilizarea realității virtuale (VR) a devenit din ce în ce mai prezentă și influentă în diverse domenii, iar urbanismul nu face excepție. Evoluția tehnologică din ultimele decenii a deschis noi posibilități și perspective în ceea ce privește proiectarea, planificarea și dezvoltarea orașelor. În acest context, VR a devenit un instrument promițător, punând la dispoziție un mediu virtual interactiv, în care pot fi vizualizate și testate diferite soluții pentru dezvoltarea orașelor și amenajarea spațiilor urbane. Prin intermediul modelelor tridimensionale create în mediul virtual, se poate obține o perspectivă realistă asupra formei și structurii viitoarelor construcții sau amenajări urbane. Printre beneficiile principale aduse de tehnologia VR în domeniul urbanismului se numără: explorarea diferitelor opțiuni și variante, evaluarea impactului asupra mediului înconjurător și obținerea unei înțelegeri mai clare asupra relației dintre spațiul construit și comportamentul utilizatorilor. De asemenea, un alt aspect important al utilizării VR în urbanism se referă la posibilitatea de a implica comunitatea în procesul de luare a deciziilor cu privire la dezvoltarea orașului. Prin intermediul unor experiențe virtuale interactive, utilizatorii pot vizualiza diferite concepte și soluții urbane propuse. Această abordare participativă contribuie la creșterea transparenței și implicării publicului în procesul de planificare și dezvoltare urbană.

3.1 Aspecte tehnice privind implementarea VR în urbanism

Implementarea tehnologiei realității virtuale (VR) în domeniul urbanismului implică o serie de aspecte tehnice necesare utilizării mediului virtual într-un mod benefic și eficient. În această secțiune a articolului, vom explora aceste aspecte pentru a răspunde la întrebarea: „Ce presupune implementarea tehnologiei VR în domeniul urbanismului?”. Conform literaturii de specialitate, realitatea virtuală este o tehnologie care utilizează componente hardware și software specializate pentru a crea o simulare digitală a unui mediu realist sau imaginar¹³. Prin intermediul căștilor și al altor dispozitive periferice utilizate pentru transpunerea în realitate virtuală, utilizatorii pot experimenta și explora mediul virtual creat, având senzația că se află fizic într-o altă lume¹⁴.

Implementarea VR în urbanism depinde de îndeplinirea unui set de condiții esențiale.

- În primul rând, este necesară o infrastructură hardware adecvată și pachete software specializate, pentru a face posibilă vizualizarea în mediul virtual¹⁵. De obicei, acestea includ ochelari sau căști care facilitează imersiunea în realitate virtuală, controlere și senzori de mișcare, precum și un computer performant, capabil să gestioneze și să afișeze grafica și interacțiunile în timp real. În același timp, VR în urbanism nu poate fi implementată în lipsa unui software specializat de modelare și vizualizare. Rolul acestuia este de a crea modele tridimensionale (3D) detaliate ale mediului urban, inclusiv clădiri, străzi, spații verzi și alte elemente ce urmează a fi proiectate în mediul virtual. Din acest considerent, software-ul trebuie să ofere opțiuni avansate pentru a permite utilizatorilor să exploreze mediul virtual într-un mod personalizat.

¹³ Casini 2022

¹⁴ Jamei *et al* 2017

¹⁵ Kähkönen 2003

- În al doilea rând, utilizarea VR în domeniul urbanismului necesită, de asemenea, o integrare adecvată a datelor și informațiilor precise, pentru a crea o experiență VR autentică și relevantă. Acestea pot include date geospațiale, hărți topografice, modele digitale ale terenului, modele 3D ale clădirilor și ale infrastructurii urbane existente, date demografice și socio-economice relevante pentru mediul urban ce urmează a fi creat, precum și orice alte informații necesare pentru evaluarea și luarea deciziilor în procesul de planificare urbană¹⁶. Precizia și corectitudinea acestor date și informații este crucială pentru obținerea unor experiențe realiste și utile în contextul implementării VR în urbanism. În plus, acest lucru presupune asigurarea unei actualizări constante a informațiilor pentru a reflecta schimbările și evoluția mediului urban. Îndeplinirea acestei condiții asigură posibilitatea de a explora diferite scenarii de intervenție și de a lua decizii informate în ceea ce privește aspecte precum dezvoltarea urbană, planificarea transportului, proiectarea spațiilor publice și altele.
- O altă condiție pentru ca implementarea VR în urbanism să dea rezultatele scontate se bazează pe asigurarea interacțiunii și a navigației intuitive pentru utilizatori. Acest lucru implică dezvoltarea unui sistem de control și interacțiune care să permită utilizatorilor să se deplaseze, să exploreze și să interacționeze cu mediul virtual într-un mod natural și eficient. Pentru a oferi o experiență imersivă și interactivă, implementarea VR în domeniul urbanismului trebuie să permită utilizatorului să interacționeze cu mediul virtual prin utilizarea gesturilor, a comenzilor vocale sau a senzorilor de mișcare specifici pentru a naviga prin spațiul virtual. De asemenea, tehnologia folosită trebuie să permită utilizatorului să poată selecta și manipula obiecte sau a interacționa cu elemente specifice mediului urban.
- În plus, o condiție esențială pentru ca tehnologia VR să poată fi folosită eficient în domeniul urbanismului se referă la asigurarea unei simulări realiste a mediului urban. Acest lucru implică includerea detaliilor vizuale, cum ar fi texturi, lumini și umbre, precum și sunetele ambientale specifice mediului urban. Un alt aspect obligatoriu pentru ca modelul urban proiectat în mediul digital să pară cât mai realist, este respectarea scării și asigurarea unor proporții corecte ale elementelor urbane, pentru a oferi o perspectivă cât mai apropiată de realitate.
- Ultimul și poate cel mai important aspect de menționat este legat de resursele financiare și bugetul disponibil pentru implementarea tehnologiei VR în urbanism. În ciuda evoluției tehnologice, acest instrument inovativ poate implica costuri semnificative, inclusiv costuri legate de achiziționarea echipamentelor hardware și software specializate, dezvoltarea și actualizarea continuă a modelelor și a datelor, precum și formarea personalului în utilizarea tehnologiei.

Pe lângă aceste condiții principale, există și câteva condiții secundare care pot influența implementarea eficientă a tehnologiei VR în domeniul urbanismului. Acestea includ colaborarea și implicarea diferitelor părți interesate pentru a asigura un proces eficient și transparent. De asemenea, accesul la date și informații actualizate despre infrastructura urbană, demografia și tendințele de dezvoltare este esențial pentru obținerea unor rezultate realiste în mediul virtual. În plus, educația în utilizarea tehnologiei VR este extrem de importantă pentru a folosi eficient tehnologia VR în procesele de planificare și proiectare urbană, asigurând un flux continuu în implementarea și menținerea VR în urbanism.

¹⁶ Döllner *et al* 2006

Aceste condiții secundare, alături de cele principale, joacă un rol important în implementarea și succesul utilizării tehnologiei VR în domeniul urbanismului. Abordarea lor într-un mod integrat și coordonat poate contribui la maximizarea beneficiilor aduse de tehnologia VR în dezvoltarea urbană. Integrarea VR în domeniul urbanismului poate oferi posibilitatea de a vizualiza și experimenta idei și soluții într-un mod interactiv și concret, contribuind la îmbunătățirea procesului de planificare urbană și la crearea unor orașe mai bine adaptate nevoilor și preferințelor utilizatorilor.

3.2 Utilizarea VR în planificarea și proiectarea urbană

Planificarea și proiectarea urbană se definesc printr-un proces tehnic și politic care implică diferiți factori interesați care încearcă să exercite controlul asupra amenajării și utilizării terenului din mediul urban. În contextul acestei lucrări, planificarea și proiectarea urbană se referă strict la dezvoltarea orașului într-un mediu fizic existent sau viitor, pe baza unor soluții care se dovedesc a fi optime. Pentru acest motiv, utilizarea VR reprezintă o oportunitate fundamentală, datorită funcției sale principale, respectiv crearea și vizualizarea modelelor 3D într-un mediu virtual, controlat. Prin urmare, conceptul de vizualizare joacă un rol crucial în contextul utilizării VR în domeniul urbanismului. De fapt, vizualizarea planificării urbane și a proiectării urbane în VR se aliniază cu cele trei premise prezentate de Langendorf (1992)¹⁷.

Prima premisă subliniază importanța abordării unui subiect din mai multe puncte de vedere și utilizarea unei suite variate de informații. Utilizarea VR permite explorarea și vizualizarea a diferite perspective asupra unui proiect sau element urban, precum și o evaluare mai detaliată asupra impactului și a consecințelor deciziilor luate în procesul de planificare și proiectare urbană. A doua premisă evidențiază faptul că înțelegerea informațiilor complexe în planificarea și proiectarea urbană poate fi extinsă prin vizualizare. Prin crearea unui mediu virtual interactiv, VR oferă posibilitatea de a vizualiza și simula diferite scenarii într-un mod mai realist și detaliat¹⁸. A treia premisă subliniază importanța comunicării cu ceilalți. Vizualizarea în VR facilitează comunicarea între diferite părți implicate în procesul de planificare și proiectare urbană. Prin prezentarea proiectelor și a ideilor într-un mediu virtual interactiv, se pot împărtăși mai ușor concepte complexe și se poate obține un nivel mai înalt de implicare și înțelegere din partea tuturor părților implicate. Conform literaturii de specialitate, există mai multe tipuri de vizualizare. De exemplu, vizualizarea fotorealistică oferă o impresie realistă a mediului, fiind utilizată mai ales pentru turism, divertisment sau participarea publicului, în timp ce opțiunea de vizualizare a informațiilor și a datelor reprezintă un mijloc pentru a oferi informații clare și cuprinzătoare despre un element sau o zonă urbană¹⁹. A treia opțiune este vizualizarea ilustrativă (non-fotorealistică), care poate integra multiple surse de date precum hărți cartografice, sisteme de informații geografice, date statistice, oferind un grad ridicat de interactivitate și flexibilitate.

Așadar, un model 3D de oraș în VR este, de fapt, o vizualizare grafică digitală a unui oraș și a componentelor acestuia. Dacă, în mod tradițional, autoritățile folosesc machete fizice în scopul vizualizării unor soluții propuse și discutării diferitelor opțiuni de dezvoltare, modelul

¹⁷ Langendorf 1992

¹⁸ Jamei *et al* 2017

¹⁹ Döllner *et al* 2006

digital permite același lucru, însă mai precis și oferă o perspectivă mai bună la scara umană. Având în vedere viteza cu care a evoluat tehnologia în ultimele decenii, este posibil să ne imaginăm o tranziție destul de rapidă de la modele tradiționale la cele 3D digitale. Aceste modele 3D oferă avantaje evidente, mai ales în ceea ce privește calitatea și complexitatea vizualizării, integrarea cu diferite date și informații (hărți, date statistice, modele de teren, etc.)²⁰, precum și flexibilitatea de a face modificări în funcție de noile decizii. În ultimii ani, modelele 3D de orașe devin tot mai utilizate. Berlin, Londra, LA, Singapore, Liverpool și Helsinki sunt doar câteva exemple de orașe care folosesc deja un model 3D de oraș²¹.

Implementarea VR în planificarea și proiectarea urbană oferă posibilități multiple, în funcție de scopul pentru care este utilizată această tehnologie. Începând cu funcția de bază respectiv vizualizarea detaliată a proiectelor urbane²², VR aduce beneficii considerabile procesului de planificare și proiectare urbană. Mediul virtual permite crearea de modele tridimensionale interactive ale mediului urban, incluzând clădiri, străzi, parcuri și alte elemente de infrastructură. Utilizând ochelari de realitate virtuală, utilizatorii pot explora și interacționa cu aceste modele, obținând o perspectivă mai clară și mai realistă asupra proiectelor urbane propuse. O altă funcție pe care o îndeplinește folosirea VR în urbanism se referă la evaluarea și testarea diferitelor scenarii urbane²³. Prin crearea unor modele virtuale ale mediului urban, se pot testa diverse opțiuni și intervenții, cum ar fi schimbări în infrastructură, dezvoltare urbană sau planificare a transportului. Utilizatorii pot explora și experimenta aceste scenarii, având posibilitatea de a înțelege și evalua impactul acestora într-un mod interactiv și imersiv. Această metodă permite luarea unor decizii informate și optimizarea proiectelor urbane înainte de a fi implementate în mediul real²⁴. Utilizarea VR în planificarea și proiectarea urbană are un impact pozitiv și asupra implicării comunității și participării publice, oferind noi oportunități pentru implicarea cetățenilor în procesul decizional. Prin intermediul mediului virtual, comunitatea poate fi invitată să exploreze și să aducă sugestii cu privire la propunerile urbane. Această implicare activă a comunității poate contribui la luarea deciziilor mai transparente și mai democratice în ceea ce privește dezvoltarea urbană. Nu trebuie omis nici rolul VR în ceea ce privește comunicarea și colaborarea între părțile implicate în procesul de planificare și proiectare urbană²⁵. Implementarea tehnologiei VR facilitează comunicarea și colaborarea, prin partajarea modelelor virtuale în timp real, oferind o înțelegere comună și clară asupra proiectului. Mai mult, aceasta permite interacțiunea și feedback-ul în timp real între diferite părți interesate, facilitând procesul de luare a deciziilor și dezvoltarea unor soluții urbanistice mai bune.

În concluzie, utilizarea tehnologiei VR aduce numeroase beneficii, precum vizualizarea detaliată, evaluarea și testarea scenariilor, implicarea comunității, precum și comunicarea și colaborarea eficientă. VR pune la dispoziție o modalitate inovatoare și eficientă de a aborda procesele de planificare și dezvoltare urbană, oferind o perspectivă realistă și interactivă asupra proiectelor. Atât autoritățile publice, cât și companiile private doresc să utilizeze

²⁰ Thompson *et al* 2006

²¹ Förstner 1999

²² El Araby și Okeil 2004

²³ Fisher-Gewirtzman 2018

²⁴ Zhang *et al* 2005

²⁵ Greenwood *et al* 2008

modele de oraș VR în scopuri destul de diverse precum turism, arhitectură, urbanism, precum sau chiar pentru a investiga comportamente umane în mediul urban simulat²⁶.

3.3. Exemple de utilizare a VR în planificarea și proiectarea orașelor

În ultimii ani, tehnologia realității virtuale (VR) a fost utilizată cu succes în planificarea și proiectarea orașelor, oferind o serie de avantaje și posibilități de inovare în domeniul urbanismului. Pentru a completa discuția teoretică referitoare la rolul tehnologiei VR în urbanism, am studiat trei exemple concrete de aplicații VR în planificarea și proiectarea urbană în orașele Uppsala (Suedia), Melbourne (Australia) și Liverpool (Marea Britanie).

Proiectul de virtualizare a orașului Uppsala²⁷ din Suedia reprezintă un exemplu de implementare a tehnologiei VR în domeniul urbanismului. Proiectul din Uppsala se concentrează pe dezvoltarea sistemului inovator de transport urban de tip Personal Rapid Transit (PRT), format din vehicule dimensionate pentru călătorii individuale sau în grupuri mici, transportând de obicei nu mai de trei până la șase pasageri per vehicul²⁸. Pentru a evalua și a comunica conceptul PRT, autoritățile locale au inițiat un studiu 3D al zonei înconjurătoare gării principale, bazat pe tehnologia VR. Acest mediu virtual precis și realist al zonei de studiu a permis o evaluare optimă a amplasamentelor pentru șinele și stațiile PRT. Prin utilizarea tehnologiei VR, factorii implicați au putut explora diferite scenarii și au avut o perspectivă mai clară asupra impactului produs la nivelul elementelor urbane existente, inclusiv asupra traficului și deplasării pietonilor. În acest caz, VR a fost un instrument esențial în comunicarea și colaborarea între părțile interesate, oferind o platformă interactivă pentru luarea deciziilor în ceea ce privește implementarea unui proiect de dezvoltare urbană. Integrarea tehnologiei VR în planificarea urbană demonstrează potențialul său de a crea și evalua scenarii urbane într-un mod interactiv și realist, aducând beneficii precum o înțelegere mai bună a impactului proiectelor de dezvoltare urbană, implicarea comunității și îmbunătățirea procesului decizional în urbanism.

Exemple de utilizare a realității virtuale în planificarea urbană a orașului Melbourne subliniază impactul pozitiv pe care un model virtual îl are atât asupra autorităților publice, cât și asupra comunității, din perspectiva acceptării unor soluții de dezvoltare urbană²⁹. Chiar și în situația în care modelul 3D virtual se bazează pe detalii limitate privind clădirile și mediul urban, utilizarea VR este mai eficientă decât metodele tradiționale. Un astfel de exemplu este constituit chiar de utilizarea VR în contextul unui studiu de mediu pentru un plan de dezvoltare a orașului Melbourne, care include o zonă de reînnoire urbană, cu diversificarea utilizării terenului și creșterea densității urbane³⁰. Studiul a examinat consecințele termice la scară de cartier produse asupra pietonilor, prin implementarea „Planului Melbourne”. În acest caz, VR a fost folosită pentru a oferi o imagine virtuală precisă și realistă asupra efectelor generate de viitorul plan de dezvoltare, care au fost modelate folosind un instrument de modelare microclimatică 3D. Exemplul demonstrează faptul că

²⁶ Park *et al* 2008

²⁷ Videira Lopes și Lindström 2012

²⁸ Gilbert și Perl 2007

²⁹ Axford *et al* 2007

³⁰ Jamei *et al* 2017

tehnologia VR contribuie la creșterea nivelului de conștientizare în rândul părților interesate, cu privire la impactul deciziilor privind dezvoltare orașului, dar și la creșterea gradului de implicare a comunității în procesul de luare a deciziilor. Acest lucru demonstrează faptul că tehnologia VR poate asigura o comunicare transparentă a viziunii de dezvoltare urbană.

În cazul orașului Liverpool, proiectul „Virtual Reality Liverpool: RIBA North”³¹ utilizează tehnologia VR pentru a oferi o experiență audio-vizuală captivantă asupra patrimoniului arhitectural al orașului. Proiectul a fost coordonat de Richard și Monika Koeck și lansat în anul 2018. Instalația experimentală de realitate virtuală îmbină materiale de arhivă cu filmări recente ale principalelor situri arhitecturale din oraș și permite utilizatorilor să se imerseze într-un mediu virtual capturat în 360 de grade, cu ajutorul unor imagini de înaltă rezoluție, pentru a explora clădiri și locații emblematice. În acest caz, tehnologia VR reprezintă o abordare inovatoare pentru protecția și protejarea patrimoniului arhitectural și urban și deschide noi posibilități de interacțiune și înțelegere a acestuia. În plus, utilizarea VR în acest context permite integrarea trecutului și a prezentului orașului într-o singură experiență pentru utilizator. Cu toate că scopul utilizării VR în acest caz nu are direct de a face cu planificarea și proiectarea urbană, totuși acesta oferă o imagine asupra unor funcții complementare – turism și educație. Acest exemplu explorează modalități noi de a implica publicul prin intermediul tehnologiilor interactive și imersive, permițând persoanelor interesate de patrimoniul arhitectural al orașului să perceapă orașul într-un mod diferit.

În concluzie, utilizarea tehnologiei realității virtuale în planificarea și proiectarea orașelor aduce numeroase beneficii și deschide noi posibilități de inovare în domeniul urbanismului. Exemplele din orașele Uppsala, Melbourne și Liverpool ilustrează diverse aplicații ale VR în context urban, de la evaluarea și comunicarea proiectelor de dezvoltare și regenerare urbană (Uppsala și Melbourne), până la educarea și conștientizarea publicului cu privire la valoarea patrimoniului cultural, prin crearea unei experiențe audio-vizuale captivante asupra patrimoniului arhitectural (Liverpool).

3.4. Avantaje și limitări ale utilizării VR în domeniul urbanismului

Cu certitudine, utilizarea tehnologiei VR în domeniul urbanismului aduce numeroase avantaje și oportunități pentru proiectarea și planificarea orașelor. Prin intermediul VR, se poate obține o vizualizare realistă și interactivă a mediului urban propus, permițând utilizatorilor să exploreze și să interacționeze cu diferite elemente urbanistice³². Acest lucru facilitează înțelegerea spațiului propus spre dezvoltare sau transformare și permite luarea unor decizii informate și transparente în procesul de planificare și proiectare. De asemenea, VR facilitează comunicarea eficientă și implicarea tuturor părților interesate, inclusiv urbaniști, arhitecți, autorități locale, dezvoltatori și comunitatea locală. Prin experiențele imersive și interactive oferite de VR, toți actorii urbani pot vizualiza și înțelege mai bine propunerile și pot colabora eficient în procesul de planificare și proiectare urbană. Un alt avantaj important al utilizării VR în urbanism este evaluarea impactului și optimizarea proiectelor. Prin simularea virtuală, se pot explora diferite scenarii și se pot identifica

³¹ CAVA 2018

³² El Araby și Okeil 2004

potențiale probleme sau îmbunătățiri înainte de implementarea fizică. Acest lucru permite optimizarea proiectului în stadiile incipiente, economisind timp și resurse.

Cu toate acestea, utilizarea VR în domeniul urbanismului prezintă și câteva limitări care trebuie luate în considerare³³. În primul rând, costurile ridicate asociate cu achiziționarea hardware-ului și software-ului VR pot fi o barieră pentru firmele mici și designerii urbani cu mai puține resurse, limitând utilizarea pe scară largă a VR în domeniul urbanismului. În plus, integrarea diferitelor software-uri necesare pentru a crea o experiență VR realistă și detaliată, inclusiv cu Sisteme de Informații Geografice (GIS) și Proiectare Asistată de Calculator (CAD), poate fi o provocare tehnică și poate necesita resurse suplimentare³⁴. De asemenea, calibrarea dispozitivelor VR este esențială pentru a oferi o experiență precisă și de calitate, iar orice eroare în urmărirea mișcărilor poate afecta funcționarea corectă a VR. Alte limitări includ nevoia de spațiu fizic adecvat pentru anumite dispozitive VR și rezistența la schimbare și adoptarea noilor tehnologii în industria construcțiilor și a urbanismului³⁵.

4. Concluzii și perspective viitoare

În concluzie, utilizarea realității virtuale în domeniul urbanismului aduce numeroase avantaje, permițând o experiență reală și interactivă a rezultatelor planificării și proiectării urbane în timp real. Cu toate acestea, există anumite obstacole care împiedică utilizarea pe scară largă a VR în procesele de planificare și proiectare urbană. În ciuda evoluției tehnologice rapide, costurile ridicate ale hardware-ului și software-ului rămân un dezavantaj major. În plus, existența unor probleme și diferențe semnificative între limbajele utilizate de urbanști și programatori poate afecta utilizarea eficientă a acestei tehnologii.

Cu toate acestea, interesul în creștere pentru VR și beneficiile evidente pe care le aduce în diferite domenii de aplicare indică un potențial semnificativ pentru viitorul său. Mediul virtual creat poate fi utilizat pentru a testa teorii și ipoteze legate de comportamentul uman în mediul urban, cum ar fi modul în care oamenii se deplasează, interacționează și iau decizii în cadrul unui oraș sau cartier. Utilizarea tehnologiei VR în urbanism oferă o vizualizare realistă și interactivă, facilitează comunicarea eficientă și implicarea părților interesate și permite evaluarea și optimizarea proiectelor înainte de implementare, punând bazele unei noi paradigme în urbanism: VRbanism. Această tehnologie pune la dispoziție o modalitate ușoară și intuitivă de vizualizare și de interacțiune între utilizator și calculator. Utilizatorul poate vizualiza și manipula mediul simulat în aceeași manieră în care acționează în lumea reală. Acest lucru poate duce la crearea unor orașe mai bine adaptate nevoilor comunității și la îmbunătățirea procesului de planificare și proiectare urbană.

În concluzie, tehnologia VR oferă cercetătorilor și planificatorilor urbani un instrument puternic pentru a dezvolta și evalua soluții și intervenții în domeniul urbanismului, contribuie la îmbunătățirea procesului de planificare urbană și la crearea unor orașe mai bine adaptate nevoilor comunității. Totuși, în viitor, cercetarea ar trebui să se concentreze pe integrarea

³³ Delgado *et al* 2020b

³⁴ Hilfert și König 2016

³⁵ Greenwood *et al* 2008

eficiență a VR în procesul de proiectare și planificare urbană, prin dezvoltarea de instrumente și metodologii de evaluare a impactului proiectelor de dezvoltare urbană, implicare a cetățenilor în procesul de planificare și proiectare urbană și identificarea unor soluții de reducere a costurilor tehnologiei VR pentru ca aceasta să poată fi adoptată pe scară largă.

5. Bibliografie

- Abdelhameed, W. A. (2013). „Virtual Reality Use in Architectural Design Studios: A Case of Studying Structure and Construction” *Procedia Computer Science*, 25, 220–30.
- Achten, H. H., Roelen, W. A. H., Boekholt, J. T., Turksma A. A. E., Jessurun, A. J. (1999). „Virtual reality in the design studio: the Eindhoven perspective”, în: *17th International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe, Vol. 17, Proceedings of the 17th eCAADe Conference, Liverpool, United Kingdom*, pag. 169-76.
- Axford, S., Keltie, G., Wallis, C. (2007). „Virtual Reality in Urban Planning and Design”, în *Multimedia Cartography*, W. Cartwright, M.P. Peterson, G. Gartner, Springer, Berlin, Heidelberg, pag. 283-94.
- Casini, M. (2022). „Extended Reality for Smart Building Operation and Maintenance: A Review” *Energies*, 15(10), 3785-821.
- Chavan, S. R. (2016). „Augmented Reality vs. Virtual Reality: Differences and Similarities” *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 5(6), 1947-52.
- Delgado, J. M. D., Oyedele, L., Beach, T., Demian, P. (2020a). „A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction” *Advanced Engineering Informatics*, 45, 1-21.
- Delgado, J.M.D., Oyedele, L., Beach, T., Demian, P. (2020b). „Augmented and Virtual Reality in Construction: Drivers and Limitations for Industry Adoption” *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(7), 1-17.
- Döllner, J., Baumann, K., Buchholz, H. (2006). „Virtual 3D city models as foundation of complex urban information spaces”, în: *11th international conference on Urban Planning and Spatial Development in the Information Society, Proceedings of CORP 2006 & Geomultimedia06 Sustainable Solutions For The Information Society*, Vienna, Austria, 2006, pag. 107–12.
- El Araby, M., Okeil, A. Y. (2004). „Utilizing a VR model for adding visual qualities to the downtown area of Al Ain City, UAE” *Cities*, 21(2), 149–158.
- Fisher-Gewirtzman, D. (2018). „Perception of density by pedestrians on urban paths: an experiment in virtual reality” *Journal of Urban Design*, 23(4), 1–19.
- Förstner, W. (1999). „3D-City Models: Automatic and Semiautomatic Acquisition Methods”, în *Photogrammetric Week 99*, editori D. Fritsch, R. Spiller, Herbert Wichmann Verlag, Berlin, Germania, pag. 291-303.
- Gilbert, R., Perl, A. (2007). „Grid-connected vehicles as the core of future land-based transport systems” *Energy Policy*, 35(5): 3053–3060.
- Greenwood, D., Horne, M., Thompson, E. M., Allwood, C. M., Wernemyr, C., Westerdahl, B. (2008). „Strategic Perspectives on the Use of Virtual Reality within the Building Industries of Four Countries” *Architectural Engineering and Design Management*, 4(2), 85-98.
- Hilfert, T. König, M. (2016). „Low-cost virtual reality environment for engineering and construction” *Visualization in Engineering*, 4(2), 1-18.
- Jamei, E., Mortimer, M., Seyedmahmoudian, M., Horan, B., Stojcevski, A. (2017). „Investigating the Role of Virtual Reality in Planning for Sustainable Smart Cities” *Sustainability*, 9(11), 1-16.
- Kähkönen, K. (2003). „Virtual reality technology in architecture and construction” *ITcon Special Issue Virtual Reality Technology in Architecture and Construction*, 8, 101–3.
- Langendorf, R. (1992). „The 1990s: Information Systems and Computer Visualisation for Urban Design, Planning and Management” *Environment and Planning B*, 19(6), 723-38.
- Mazuryk, T., Gervautz, M. (1996). *Virtual reality: History, applications, technology and future*, Technical Report, Institute of Computer Graphics, University of Technology, Vienna, Austria.
- Park, A. J., Calvert, T. W., Brantingham P. L., Brantingham, P. J. (2008). „The use of virtual and mixed reality environments for urban behavioural studies” *PsychNology Journal*, 6(2), 119-30.

- Rabari, C., Storper, M. (2014). „The Digital Skin of Cities: Urban Theory and Research in the Age of the Sensored and Metered City, Ubiquitous Computing and Big Data” *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 27–42.
- Regan, C. (1995). „An Investigation into Nausea and Other Side-effects of Head-coupled Immersive Virtual Reality” *Virtual Reality*, 1, 17–31.
- Sherman, W. R., Craig, A. B. (2003), *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, USA.
- Sutherland, I. (1965), „The Ultimate display”, in: *Proceedings of IFIP Congress, Organized by the International Federation for Information Processing, Vol. 2*, New York, USA, pag. 506–508.
- The Centre For Architecture And The Visual Arts – CAVA (2018), *Virtual Reality Liverpool: RIBA North* [Online], Disponibil la: <http://www.cava-research.org/research-projects/riba-north-vr>, [Accesat 10 mai 2023].
- Thompson, E. M., Horne, M., Fleming, D. (2006), „Virtual reality urban modelling - an overview”, *CONVR2006: 6th Conference of Construction Applications of Virtual Reality*, 3-4 august 2006, Florida, USA.
- Videira Lopes, C., Lindström, C. (2012). „Virtual Cities in Urban Planning: The Uppsala Case Study” *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 7(3), 88–100.
- Whyte, J., Bouchlaghem, N., Thorpe, A., McCaffer, R. (2000). „From CAD to virtual reality: modelling approaches, data exchange and interactive 3D building design tools” *Automation in Construction*, 10(1), 43–55.
- Zhang, X., Sexton, G.M., Goulding, S.J., Aouad, G., Kagioglou, M. (2005). „Performance modelling for the design of a hybrid concrete structural frame” *Architectural, Engineering and Design Management*, 1(2), 83–91.
- Zhu, W., Guo, S., Zhao, J. (2020). „Planning participants’ preferential differences under immersive virtual reality and conventional representations: An experiment of street renewal” *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(7), 1-15.

Primit: 29 mai 2023; Acceptat: 14 iunie 2023

Articol distribuit sub licență „Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License” (CC BY-NC-ND)

