

# Reconstituirea fortificației Sântana-Cetatea Veche folosind realitatea virtuală

CEZAR PETREANU  
UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA  
Facultatea de Matematică și Informatică  
Specializarea: Informatică Aplicată  
Email: [cezar.petreanu02@e-uvt.ro](mailto:cezar.petreanu02@e-uvt.ro)

## Abstract

*Sântana-Cetatea Veche, Arad, este o fortificație din Epoca Bronzului ce a ajuns recent în atenția arheologilor datorită dimensiunilor sale și structurilor identificate. Fiind inițial descrisă încă din secolul XVIII, cercetările au fost reluate în 2008 de către Florin Gogâltan și Victor Sava, acestea dezvăluind detalii despre structura clădirilor și sistemelor de apărare.*

*Lucrarea prezintă o reconstituire 3D a fortificației cu ajutorul tehnologiilor în realitate virtuală pornind de la cercetările menționate. Scopul lucrării este preponderent educațional și urmărește promovarea patrimoniului cultural, oferind oportunitatea de a explora fortificația într-un mod imersiv.*

**Keywords:** *Sântana-Cetatea Veche, serious games, new museology, virtual reality, computer science, cultural heritage, historical reconstruction, game development*



## Introducere

Lucrarea constă într-o reconstituire în realitate virtuală a fortificației Sântana-Cetatea Veche, Arad, pornind de la cercetările arheologice publicate din 2008 până în prezent. În acest articol vor fi prezentate sumar detalii despre situl arheologic, tehnologiile și tehnicile utilizate în implementare precum și direcții viitoare.

Aplicația este un joc serios (serious game) creat cu scopul de a promova patrimoniul cultural și de a facilita explorarea sitului arheologic. Aceasta este dezvoltată în Unity 2022.3.11f1 cu ajutorul pachetelor și bibliotecilor dedicate pentru crearea jocurilor VR, iar construirea scenei 3D pornește de la cercetările arheologice conduse de Florin Gogâltan și Victor Sava [1] și analizele arheoastronomice ale lui Marc Frîncu [2].

Motivul alegerii acestei teme o reprezintă noul interes acordat arheologilor pentru Sântana-Cetatea Veche. Deși informațiile despre fortificație sunt disponibile pe internet, situl arheologic și relicvele descoperite nu sunt ușor accesibile publicului. Reconstituirea fortificației rezolvă problema accesibilității, iar integrarea tehnologiei VR oferă o experiență imersivă publicului interesat și o oportunitate unică pentru arheologi să analizeze situl dintr-o nouă perspectivă.

## Sântana-Cetatea Veche

Sântana-Cetatea Veche este o fortificație din Epoca Bronzului situată în apropierea orașului Sântana, județul Arad ce se remarcă prin dimensiunile sale impresionante și structura sistemelor de apărare.

Primele cercetări au avut loc în jurul secolelor XVIII-XIX și descriau forma fortificației și relicvele descoperite, fragmente de lut sau podoabe de aur. După o pauză îndelungată începând din a doua jumătate a secolului XX, cercetările au fost reluate în 2008 la inițiativa lui Florin Gogâltan și Victor Sava împreună cu Academia Română, Complexul Muzeal Arad, Universitatea de Vest din Timișoara și Universitatea din Bochum, Germania. Imaginile aeriene și scanările magnetometrice au dezvăluit informații importante despre amplasarea și forma caselor și structurilor de apărare [1].

În 2023, Prof. Dr. Marc Frîncu publică o cercetare arheoastronomică ce analizează relația dintre poziția clădirilor, a soarelui și a Munților Apuseni în momentul echinocțiului și solstițiului de iarnă. „Acest lucru le-ar fi permis locuitorilor să asiste la răsăritul echinocțiului în mod similar cu reprezentarea hieroglifei egiptene akhet (folosită aici doar ca comparație pentru a sublinia fenomenul)” [2].

## Implementarea Aplicației

În cadrul aplicației, utilizatorii pot explora liber Sântana-Cetatea Veche. Terenul fortificației este înconjurat de șanțuri de apărare și ziduri construite din stâlpi de lemn și întărite cu lut. În interiorul incintei se găsesc case clădite din chirpici și cu acoperișuri din fân în care utilizatorii pot intra. Înăuntru se află diverse relicve, de la vase de lut până la podoabe de aur, pe care utilizatorii le pot observa în forma lor intactă. La final, utilizatorii au ocazia de a admira cerul nopții sau răsăritul în două momente ale anului, echinocțiul și solstițiul de iarnă, când soarele apare în puncte specifice după munții Apuseni.

Pentru reconstituirea fortificației s-au folosit programul Unity 2022.3.11f1 pentru realizarea scenei, terenului și a funcționalității, programul Blender 3.6 pentru modelarea structurilor și obiectelor descoperite și setul VR Oculus Quest 2 dezvoltat de Meta.

Funcționalitățile de bază ale sistemului VR sunt oferite de Unity prin pachete specializate pentru dezvoltarea aplicațiilor de realitate extinsă (XR). Framework-ul XR Interaction Toolkit 2.5.3<sup>1</sup> introduce uneltele și funcțiile necesare pentru implementarea elementelor VR și interacțiunii jucătorului cu acestea. Aplicația este compatibilă cu setul VR Oculus Quest 2. Utilizatorii se pot deplasa în mai multe moduri, mișcându-se fizic în interiorul limitelor camerei, cu ajutorul joystick-urilor sau prin teleportare, permițând explorarea terenului întins într-un timp mai scurt, și pot interacționa cu obiectele din scenă, să le apuce și să le analizeze îndeaproape din toate unghiurile.

Ca și elemente ale scenei, sistemul de apărare constă din șanțuri și palisade amplasate pe un val de pământ ce înconjoară și delimitează terenul în trei incinte [1, pp. 195-197]. În Unity, terenul este un obiect special care include unelte pentru modelarea reliefului. Pentru săparea șanțurilor s-a creat o pensulă care folosește conturul tuturor șanțurilor de apărare din planul structurilor fortificației (fig. 1, dreapta). Palisadele sunt construite conform cercetărilor lui Florin Gogâltan și Victor Sava: „stâlpii de lemn erau aliniați printr-o rețea de scânduri și nuiiele, după care întreaga construcție a fost

---

<sup>1</sup> XR Interaction Toolkit

(<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@2.5/manual/index.html>)

acoperită cu un strat consistent de lut” [1, p. 209]. Fortificația conține 26 de clădiri concrete. Casele sunt „clădiri dreptunghiulare, unele având mai multe compartimente. [...] Majoritatea au o lungime între 10 și 20 m” [1, p. 199]. De asemenea, scanările magnetometrice dezvăluie un contur vag al compartimentelor interioare (fig. 1, stânga). Cea mai mare clădire are o lungime de aproximativ 60 m, prezintă o cameră interioară de aproximativ 35 m lungime și este posibil să conțină și un etaj superior [3, pp. 80-81].

Pentru sporirea imersiunii, Marc Frîncu a dezvoltat un pachet Unity care configurează cerul în mod realist: soarele este amplasat în funcție de data și ora curentă iar cerul nopții prezintă stelele corect din punct de vedere astronomic, pe baza setului de date HYG, întocmit de David Nash, ce conține informații despre stelele vizibile<sup>2</sup>. (fig. 2.)

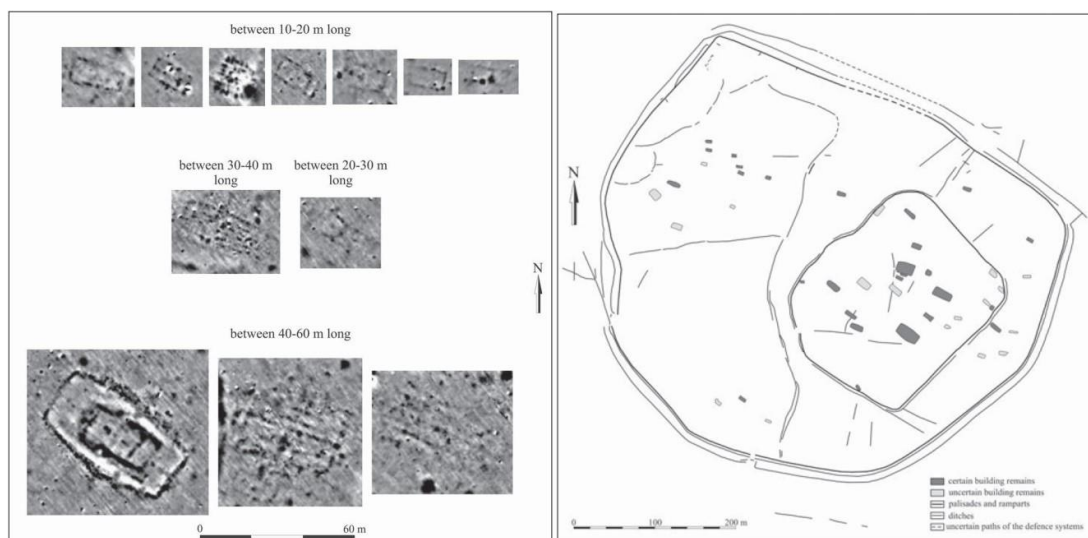


Fig. 1. Stânga: Scanările magnetometrice ale unor clădiri.  
Dreapta: Planul structurilor de apărare și clădirilor.

Autori: Victor Sava, Florin Gogâltan.

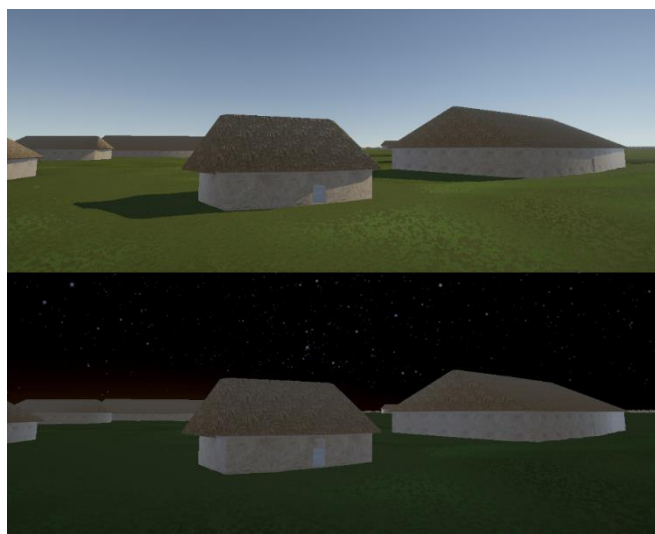


Fig. 2. Scena jocului în două momente ale zilei. Cerul nopții conține și stele.  
Autor: Cezar Petreanu

<sup>2</sup> The Astronomy Nexus (<https://www.astronexus.com/hyg>)

## Concluzii și Direcții Viitoare

La momentul actual, reconstituirea Cetății Vechi de la Sântana se apropie foarte mult de descrierile prezentate în cercetările arheologice, iar aplicația are potențialul de a face fortificația cunoscută și curiozitatea unui public larg. Următoarea etapă în dezvoltarea lucrării este de a folosi reconstituirea virtuală într-un context educațional, aplicația să se dezvolte într-un tur virtual sau joc educativ ce include facilități pentru profesori sau persoane specializate în domeniul turismului. De asemenea mai pot fi aduse optimizări, în special pentru îmbunătățirea numărului de cadre pe secundă și opțiuni de accesibilitate pentru persoanele cu dizabilități (moduri de culoare pentru daltonism, redarea audio a textului etc.) pentru o experiență mai plăcută pentru utilizatori.

## Bibliografie

- [1] V. S. Florin Gogâltan, Sântana-Cetatea Veche. A late bronze age mega-fort in the Lower Mureș Basin in Southwestern Romania, 2019.
- [2] M. Frincu, The late bronze age site of Santana, Romania: An archaeoastronomical analysis, SEAC Conference. Book of Abstracts, 2023 .
- [3] V. R. Krause, V. Sava, A. Stobbe, M. Gumnior și F. Gogâltan, Sântana–Cetatea Veche am Unterlauf des Mureș in Rumänien, Eurasia Antiqua 24, 2022.