

A NAGYHARSÁNYI RÓMAI KORI VILLA MOZAIK PADLÓJÁNAK INTERAKTÍV BEMUTATÁSA A MAGYAR NEMZETI MÚZEUMBAN

MEZEI MÁRTON CSABA¹ – MRÁV ZSOLT² – FEHÉR ANDRÁS³

Magyar Régészeti 10. évf. (2021), 4. szám, pp. 69–75.

A Nagyharsány határában megtalált luxus villa Magyarország római korának kiemelkedő régészeti lelőhelye, ahol több évtized óta folytak ásatások (MRÁV, 2021). Az itt előkerült mozaiktöredékek különleges feladat elé állították a régészeket, muzeológusokat és a digitális technológiák szakembereit, amikor rekonstruálni akarták ezt az emléket. Írásunk célja, hogy átfogó képet nyújtsunk egy múzeumi környezetben megvalósított interaktív padlóvetítésről és azokról a látványelemekről, amelyek felidéznek az egykori padlómozaik színes világát, és ezzel a villa gazdagságát. A technikai megoldások mellett azt is vizsgáljuk, mik az előnyei egy ilyen bemutatási formának. A vetítőkből, infravörös kamerákból és számítógépből álló rendszer azzal a céllal készült, hogy a villában feltárt mozaiktöredékeket és az ezek alapján elkészített digitális rekonstrukciót mérethelyesen bemutassa a múzeumba látogatóknak. Az infravörös kamerák követik a bemutatóterületen mozgó látogatókat, a számítógép pedig az így lekövetett mozgás alapján interaktív tartalmat jelenít meg a vetítőkön. A projekt célja egy olyan innovatív környezet létrehozása volt, amely izgalmas módon mutat be egy fontos leletet nemcsak a szakértők számára, hanem a látogató gyerekek és felnőttek örömeire is.

Kulcsszavak: római kor, villa, mozaik, rekonstrukció, interaktív bemutatás

A NAGYHARSÁNYI VILLA LAKOMATERMÉNEK MOZAIKJA

A Baranya megyei Nagyharsány mellett fekvő Szársomlyó-hegy mediterrán jellegű szépsége és klímája elbűvölte a Római Birodalom késő császárkori elitjét, amelynek egyik szenátori rangú tagja, Valerius Dalmatius a hegy lábánál építtette fel vidéki luxusrezidenciáját. A villa középpontjában kertként használt, nagy kiterjedésű négyszögletes belső udvar helyezkedett el. Ennek közepén egy lakomateremmel rendelkező reprezentatív épületet tártak fel az 1980-as években zajlott, majd 2016-ban újra indult ásatások. A terem padlóját teljes egészében színpompás, részben üveg mozaikszemekből kirakott mozaik alkotta, amelynek – bár csak töredékeiben őrződött meg – művészi minősége és témaválasztása igényes ízlésű, műértő megrendelőt feltételez. A mozaik képi programja görög istenek és hősök tetteinek, megszemélyesítéseknek és vadászatoknak, egzotikus állatküzdelmek mozgalmasságát, epizódjainak ábrázolásából állt.

A villa lakomatermének bejáratát szemközti lezárását sokszögű apszis alkotta, ahová a lakomák alkalomával az asztalt és a félköríves vagy sokszögű lakomakerevetet (*stibadium*) állították. Az apszis kb. 35 m² alapterületű, töredékesen ránk maradt mozaikjából több mint kétszáz kisebb-nagyobb részlet került elő a feltárások során. Ezekből mindössze tizenöt eredeti helyzetét lehetett pontosan meghatározni, és az elkészült grafikai rekonstrukcióba foglalni.

A feltárás és a dokumentálás után sor került a mozaiktöredékek leragasztására majd kiemelésére. Többéves restaurátori munka – tisztítás, konzerválás, valamint az összetartozó töredékek azonosítása és össze-
ragasztása – után kirajzolódott a mozaik mezőkiosztása és az egyes mezőket kitöltő díszítőmotívumok rendszere. Mindezek alapján rekonstruálhatóvá vált a villa tulajdonosa által megrendelt apszismozaik kompozíciója. Középre elnyújtott nyolcszög alakú emblémát szerkesztettek, amelyet trapéz és négyzet alakú mezők fogtak körbe. Minden mezőbe egy-egy vázából előburjánzó növényt komponáltak, amelyek nagy fantáziával kanyargó indái és levelei teljesen befönték a rendelkezésükre álló felületeket. A mozaik

¹ 4iG Nyrt. Mensor3D. E-mail: Marton.Mezei@4ig.hu

² Régész, tárigazgató-helyettes, Magyar Nemzeti Múzeum, Régészeti Tár. E-mail: mrav.zsolt@mnm.hu

³ 4iG Nyrt. Mensor3D. E-mail: andras.feher@4ig.hu

apsziszfalat kísérő szegélysávjának díszítése is futóindára, valamint az abból kihajtó indaspirálok ritmikus hullámszára épült. A mozaik indákkal befutott felületei közvetlenül utalnak Dionüszoszra, akinek jelenlétében a növényi természet mindent elborító, buja burjánzásnak indul. Az istenség tényleges jelenlétét a legközvetlenebbül mégis a nyolcszög alakú embléma figurális ábrázolása fejezte ki. Bár ebből csak a talajvonalat érzékeltető barnásvörös mozaikkocka-sorok maradtak meg, de bizonyos, hogy azon Dionüszosz alakja állt, képi megfogalmazásának egyik jellemző mozdulatában (például kehelyből bort öntve egy párduncnak és/vagy egy szatüroszra támaszkodva). A dionüszoszi témák mellett, hogy magát az istenséget is megidézték, a késő császárkorra már inkább a lakoma, a baráti együttlét, valamint az evilági lét boldogságára, örömeire utaló allegorikus ábrázolásokká váltak.

A MOZAIKPADLÓ BEMUTATÁSA

A mozaikpadló bemutatását interaktív padlóvetítéssel valósítottuk meg. A rendszert a Magyar Nemzeti Múzeum Rotundájában helyeztük el, így az intézménybe érkező összes látogató érintette ezt a kiállítási területet (1. kép). A technológia hazai viszonylatban különlegesnek számít, mivel kevés példa említhető hasonló alkalmazásra (MEKKA DIGITAL, 2014) annak ellenére, hogy jelentős külföldi intézményekben sikeresen használták már a technológiát (PLANE, 2021). A létrehozott életnagyságú padlóvetítés mérete tudomásunk szerint páratlan a hazai múzeumok esetében. (6,92 m×5,56 m). Megoldásunk így a múzeumi látogatók számára olyan élményt kínál, amellyel nagy valószínűséggel még nem találkoztak más intézményekben. A technológiával hatékonyabban megismertethető a feltárt mozaik és az ebből készült rekonstrukció, mint egy statikus kép kiállításával (WENG, 2017). Az utóbbi állítást támasztja alá GUIARD és PARES (2014) kutatása, akik gyermekek esetén mutatták be, hogy a megfelelően bemutatott interaktív padlóvetítés javítja a tanulási folyamat hatékonyságát. BASBALLE és HALSKOV (2010) kutatása szerint az ilyen módon bemutatott kiállítási tárgy több szinten működik: gondolkodásra sarkallhatja a látogatókat, párbeszédet hoz létre a résztvevők között, és játékos felfedezést válthat ki az emberekből.

A múzeumi bemutatókörnyezeteket vizsgálta HORNECKER és STIFTER (2006), és kutatási eredményeik szintén a dinamikus tartalombemutató fontosságát támasztják alá. Kiemelik, hogy a látogatók jellemzően csoportokban érkeznek és a múzeumi benyomásaikat a csoportos élmények határozzák meg a legjobban. Ebből a szempontból kiemelkedő jelentőségű lehet a mozaikpadló interaktív bemutatása, hiszen a látogatók számának nincsen technológiai korlátja, így kiváló közösségi élmény a mozaiktöredékek alapján elkészített számítógépes rekonstrukció közös felfedezése (gyerekcsoportok esetén ez a hatás különösen erős lehet).



1. kép. A megvalósított interaktív rendszer

AZ INTERAKTÍV RENDSZER

Az interaktív élmény létrehozásához egy olyan összetett rendszert terveztünk meg, amely optikai érzékelők segítségével képes követni a látogatók mozgását a bemutatóterületen. Az így érzékelt jelek segítségével olyan tartalmat jelenít meg a padlóra vetítő projektorokkal, amely a látogatók helyzetétől függően változik, így hozva létre a bemutatóterület és a látogatók közötti interakciót és kapcsolatot.

A rendszer tervezése során az első alapvető kérdés a vetítők számának mint a rendszer legfontosabb jellemzőjének a meghatározása volt, mivel a többi alegységére és az interaktív élmény minőségére jelentős hatással van. A vetítők (projektorok) számának a növelésével javul a bemutatóterületen a fénysűrűség, nő a tartalom felbontása és csökken a látogatók által vetett árnyékméret. A nagyszámú projektor alkalma-

zása azonban technikai problémákat vet fel. Sok vetítő alkalmazása költségessé teszi a rendszert, mert jelentős mértékben növekedik az interaktív tartalom létrehozásához szükséges számításgépi igény, a rendszer összetettsége, a területet lefedő kamerák száma és a rendszer összköltsége. A tervezés során arra jutottunk, hogy az optimális vetítő szám négy. Ennyi kijelzőt biztosan képes kezelni egy alkalmas számítógép és az interaktív tartalom előállításért felelős szoftver. Ennyi projektor megfelelő fénysűrűséget biztosít a bemutatóterületen, továbbá az árnyékméret is elfogadható.

A bemutató területen a kiállító tér megvilágítása nem volt megszüntethető, így nagy fényerejű projektorokra volt szükség. A hagyományos izzós eszközök helyett lézerprojektorokat szereztünk be, mert ezek alkalmasabbak a 3 hónapos folyamatos, napi 8 órás működésre. A rendszer rögzítését színpadi állványzattal oldottuk meg, amelynek a méreteit úgy kellett meghatározni, hogy a kellő magasságban helyezhessük el a projektorokat és kellő szélességgel rendelkezzen ahhoz, hogy a vetített (de valós méretű) mozaikpadló elférjen az oszlopok között. Az állványzat méreteit befolyásolja a projektorok beépítési magassága, amelyet a szomszédos vetítők közötti átfedés nagysága határoz meg. Ez a képek közötti átfedés teszi lehetővé az egyes projektorok által vetített képek összefűzését a szélek mentén. A képösszefűzés (edge blend) elengedhetetlen ahhoz, hogy a látogatók egyetlen képként érzékeljék a mozaikpadlót, és ne legyenek láthatóak a különböző vetített képek közötti határterületek. A szomszédos képek közötti átfedés nagysága 15%. A rendszer megtervezését olyan lézeres pontfelhő segítette, amelyet előzetesen a Rotundában készítettünk el, így a számítógépes modellezés során pontos méretek álltak a rendelkezésünkre a terem minden részéről.

A RENDSZER ALKOTÓELEMEI – TECHNIKAI INFORMÁCIÓK

Projektor

A kiválasztott Panasonic 5.000 lumenes lézerprojektor felbontása 1.920×1.200 , így a teljes területre 3.840×2.400 képpont jut. A projektor előnye, hogy rendelkezik optikai zoommal, optikai lens shifttel (a projektorok képeinek függőleges és vízszintes eltolása optikai módon) és digitális sarokkorrekcióval. Ezek a funkciók az edge blend beállítása során bizonyultak rendkívül hasznosnak.

Számítógép

Az interaktív tartalom előállításához nagy teljesítményű számítógépre van szükség, mivel valós időben kell kezelni az infravörös kamerák képeit, ezek alapján elvégezni a mozgáskövetést, valamint előállítani az interaktív médiatartalmat. A számítógéppel szemben követelmény, hogy alkalmas legyen négy darab projektor képének az egyidejű kezelésére. A kiválasztott számítógép típusa Dell XPS 8940 (Intel Core i7 10700, NVIDIA RTX 2070 Super, 32 GB RAM).

Szoftver

Különbféle szoftveres megoldások érhetőek el az interaktív padlóvetítés létrehozására. Ezek közül kiemelkedik a LuminVision által forgalmazott Advis 2.1, amely támogatja az edge blendet 8 kijelző alkalmazásáig. A képösszefűzés támogatása rendkívül fontos funkció, mert nem szükséges további hardvert és/vagy szoftvert beszerezni a projektorok képeinek átmenet nélküli összefűzéséhez. A látogatók követéséhez a szoftver a kameraképek pixeleinek intenzitásváltozását használja fel. Ennek a követési módnak az előnye, hogy egyszerű és alacsony számításgépi igényű. A szoftver beépített effektkönyvtárral rendelkezik, amelynek az elemei széleskörűen módosíthatóak, így számos olyan interaktív élmény hozható létre, amelyekkel egyedi módon bemutatható a feltárt mozaikpadló és az ebből készített rekonstrukció.

Az interaktív padlóvetítés tervezésekor az elsődleges cél egy olyan rendszer létrehozása volt, amely képes az automatikus működésre, így nem igényli a kezelőszemélyzet rendszeres beavatkozását. Az Advis képes a projektorok számára vezérlőjelet kibocsátani, így a napi üzem kezdetén és végén megvalósítható az automatikus be- és kikapcsolás. A szoftver további előnye, hogy a különféle effektek sorrendje és vetítési ideje megfelelő sorba rendezhető.

Kamera

A kamerákkal a látogatók követése valósítható meg. Az érzékelők az infravörös tartományban érzékelnek, így a projektorok által vetített kép rögzítésére nem alkalmasak. Ez a feladat szempontjából rendkívül előnyös, mivel így a vetített tartalomban történő változást az Advis nem a látogatók által előidézett interakcióként érzékeli.

A kamerák optikai tengelye mellett helyezkednek el az infravörös fényforrások. Ez a konstrukció az eszközök felszerelését egyszerűsíti. Ahol magas a levegőben a szállóanyag-tartalom, ez a kialakítás előnytelen, mivel a kamera előtt lebegő objektumok a kép nagy területét kitöltik, és nagy mennyiségű fényáramot fognak fel, így mozgásérzékelést okozhatnak olyan területeken, ahol valójában nem történik változás.

Állványzat

Az interaktív rendszert alkotó egységeket alumínium színpadi állványzatra rögzítettük, amelynek a feladata a projektorok rögzítési magasságának a biztosítása, a kamerák és a további részegységek elhelyezése volt oly módon, hogy a látogatók ne tudjanak hozzáférni. Az állványzat szélessége 8,5 m, a magassága 5 m, a hosszúsága pedig 2,92 m. A bemutatóterület padlózatának védelmét fatalpalkalmazásával biztosítottuk.

Padló

Az interaktív vetítés fontos eleme a padlózat, amely nemcsak járófelületként szolgál a látogatóknak, hanem egyúttal vetítővászon is a projektorok számára. Ennek megfelelően kellett olyan egységes fehér felületet választani, amely megfelelő kopórétteggyel rendelkezik ahhoz, hogy a látogatók mozgásától ne károsuljon számottevően a felülete a 3 hónap alatt. Meg kellett oldani a felületi egyenlőtlenségek kiegyenlítését is.

A RENDSZER MŰKÖDÉSE

A kiállítás reggel 10 óra és délután 6 óra között volt látogatható. A padlóvetítésnek ez alatt megszakítás nélkül kellett üzemelnie. Az aktív időszak kezdetén és végén a projektorokat az Advis vezérelte, míg a számítógép be- és kikapcsolásáért egy ütemezett funkció, valamint egy BIOS beállítás volt a felelős.

Edge blend beállítása

Az edge blend beállítása körülményes művelet, amely számos lépésből álló fokozatos közelítést és pontosítást (iteráció) igényel. Ezeknek az iterációknak az elvégzése nehéz, mivel a vetítők beállítására csak 5,2 méter magasan van lehetőség, és egyidejű kezelésük csak jelentős szervezéssel lehetséges. Az általunk kidolgozott módszerrel két kezelő képes a megfelelő edge blend elérésére (kiküszöbölve a projektorok egyidejű állításának az igényét).

Az edge blend beállításának a lépései: Annak érdekében, hogy a projektorok képei között minimális legyen a torzításbéli különbség, azokat úgy helyeztük el, hogy az optikai tengelyük függőlegesen lefelé tekintsen. A fizikai beállítást követően a vetített kép középpontja egybeesik a projektor függőleges vetületével (nulla optikai lens shift esetén).

Optikai nagyítás

A projektorok optikai nagyításait úgy kell állítani, hogy mind a négy vetítőnek a képmérete azonos legyen.

Projektorok állítása lens shifttel

A projektorokon a vetített kép függőlegesen és vízszintesen tolható el a kép torzulása nélkül. Ez az eljárás nem digitális, hanem optikai, így nem jár a felbontás romlásával.

Projektorok állítása sarokkorrekcióval

A projektorok képe digitálisan átalakítható, ekkor a sarkokat egymástól függetlenül lehet állítani, ezeknek a vízszintes és függőleges behúzásával. A funkció használata elengedhetetlen, mivel a tapasztalat azt mutatta,

hogy még a pontos beállítás esetén is trapéz alakú a vetített kép, ami az edge blendet ellehetetlenítené. A sarokkorrekció a felbontás minimális romlásával jár.

Hordótorzítás

Az edge blend beállítása során szembesültünk azzal a problémával, hogy a vetítők hordótorzítással is rendelkeznek, így a kiválasztott eszközökkel nem lehetett tökéletes edge blendet megvalósítani. A mozaik alakja lehetővé tette a hiba kiküszöbölését úgy, hogy az edge blendet az apszis belső részére optimalizáltuk, így ott megfelelő volt a képösszefűzés, az ezen kívül eső területeken pedig nem látszott a hiba, mert a projektorok fekete képpontokat jelenítettek meg.

Effektek

Hat különféle látványelemet hoztunk létre az Advis állományok személyre szabásával, amelyek három effektosztályba csoportosíthatók. Mindegyik effekt 90 másodpercig volt látható.

Felfedés-effekt: A felfedés-effekt két réteggel rendelkezik, amelyek között a látogatók a mozgással dinamikus átmenetet idézhetnek elő (2. kép). A felső réteg egy fekete hátteres kép a mozaikpadló megtalált töredékeiről, az alsó réteg pedig az elkészített rekonstrukciót és a feltárt mozaiktöredékeket ábrázolja. Amennyiben az Advis mozgást érzékel a területen, akkor a látogató környezetében egy finom átmenetet alkalmazva elrejt a felső réteget és felfedi a rekonstrukció és a mozaiktöredékek együttesét.

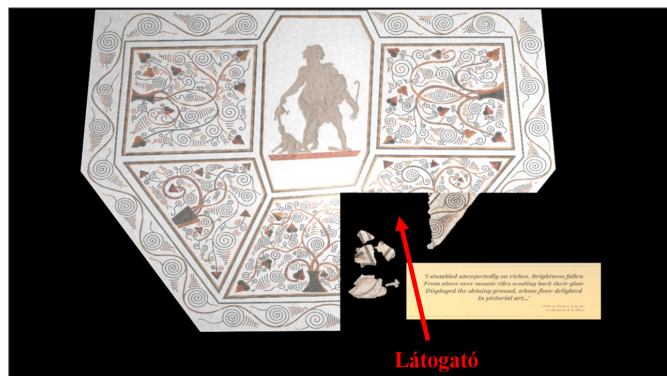
Felfordulás-effekt: A felfordulás-effekt két réteggel rendelkezik, amelyek között az átmenet dinamikus animációval valósul meg. Az effekt beállítása során megadható, hogy a vetített területet hány mezőre ossza a szoftver. Amennyiben egy ilyen területen mozgást érzékel a rendszer, akkor az adott mező egy csempejellegű animációval átfordul és felfedi az alsó réteget.

Az első felfordulás-effektre épülő látványelemnél a kép felosztása csupán 2×2-es, így mozgás érzékeléskor a kép negyede fordul át és felfedi az alsó réteget. Ennél a beállításnál a felső réteg a rekonstrukció, az alsó réteg pedig a mozaiktöredékeket és szövegmezőket tartalmazza. A csempék 20 másodperc után fordulnak vissza.

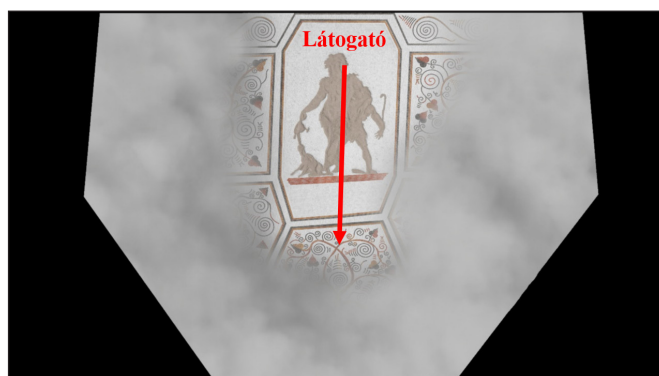
A második felfordulás-effektre épülő látványelemnél a képmező felosztása 1×6-os, a mozgás érzékelésre kialakított mező hat sorból áll. Az effekt felső rétege egy kép a mozaiktöredékekről, míg az alsó rétege a



2. kép. Az effekt működését bemutató ábrán látható, hogy a látogató környezetében előtűnik a rekonstrukció az érzékelt mozgás következtében



3. kép. A flip effekt működését bemutató ábra, feltüntetve rajta a látogató mozgását. Látható, hogy a kép negyede átfordult a látogató mozgásától



4. kép. Az effekt működését bemutató ábrán látható, hogy a köd visszahúzódik azokról a területekről, ahol mozgásérzékelés történt

rekonstrukció. Ennek az effektnek a működése során úgy fordulnak át a felső réteg sorai, ahogy a látogató keresztülhalad rajta (3. kép).

Ködeffekt: Ennek az effektnek csupán egy rétege van, amelyet egy kód animáció takar el. Az interaktivitást ez a kód valósítja meg, mivel a mozgásérzékelés során eltűnik a látogató környezetéből, így fedve fel az alatta elhelyezkedő réteget (4. kép).

Két látványelem épül a ködeffektre, az egyiknél az alsó réteg a töredékek nélküli rekonstrukció, a visszafedési idő pedig 20 másodperc. A másik látványelemnél az alsó réteg a töredékekkel ellátott rekonstrukció, ennél a visszafedési idő 12 másodperc.

TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

A megvalósult kiállítás és bemutató véleményünk szerint egyaránt szolgálta a szakértő szemlélő és a múzeumlátogatók igényeit. Be tudtuk mutatni valós méretben a feltárt mozaiktöredékeket és az elméleti rekonstrukció eredményét is. A mozgás kiváltotta effektek érdekesebbé és látványosabbá tették a kiállítást. A tapasztalataink szerint különösen a gyerekek élvezték a padlóvetítést, és akár közösen, akár egyedül dolgoztak a rekonstrukció felfedésén. Fontosnak tartjuk, hogy a rendszer nemcsak egyszemélyes bemutatóterületként szolgál, hanem alkalmas arra is, hogy közösségi élményt valósítson meg.

Meggyőződésünk, a bemutatott technológia a mozaiktöredékek és az ezek alapján készített rekonstrukciók bemutatásán túl arra is alkalmas, hogy kialakíthatóak vele olyan kreatív megoldások, amelyekkel különböző műtárgyak prezentálhatók izgalmas formában. Indokoltnak tartjuk az interaktív padlóvetítés múzeumi felhasználását, mert olyan egyedi élményt képes nyújtani, ami segíthet a bemutatott tartalom iránti érdeklődés felerősítésében.

BIBLIOGRÁFIA

Basballe, Ditte Amund & Halskov, Kim (2010). Projections on museum exhibits – engaging visitors in the museum setting. In *Proceedings of the 22nd Conference of the Computer Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction* (pp. 80–87). New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1952222.1952240>

Hornecker, Eva & Stifter, Matthias (2006). Learning from interactive museum installations about interaction design for public settings. In *Proceedings of the 18th Australia conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments* (pp. 135–142). New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1228175.1228201>

Mora-Guiard, Joan & Pares, Narcis (2014). “Child as the measure of all things”: the body as a referent in designing a museum exhibit to understand the nanoscale. In *Proceedings of the 2014 Conference on Interaction Design and Children* (pp. 27–36). New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2593968.2593985>

Mekka Digital (2014). Interaktív fal installáció. *Mekka Digital*. <http://mekka-digital.hu/hirek/83-interaktiv-fal> (Letöltve: 2021.12.16.)

Mráv, Zsolt (2021). Egy késő római luxusvilla Nagyharsányban, a Szársomlyó-hegy lábánál. *Magyar Régészet* 10/1 (2021), 11–21. <https://doi.org/10.36245/mr.2021.1.2>

Plane, Jeff (2021). Interactive projection for immersive experiences. *Ambient Interactive*. <https://www.ambientinteractive.com/interactive-projection-for-interactive-digital-exhibits/> (Letöltve: 2021.12.16.)

Mezei et al. • A nagyharsányi római kori villa mozaik padlójának interaktív bemutatása a Magyar Nemzeti Múzeumban

Weng, Lifen (2017). Application of interactive design in museum exhibition. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Culture, Education and Financial Development of Modern Society (ICCESE 2017)* (pp. 497–498). Advances in Social Science, Education and Humanities Research 103. Dordrecht: Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/iccese-17.2017.125>