

**Műhely- és mesterkéz kutatás ókori görög és római ékszereken:
az összehasonlító technikai elemzésen alapuló módszer
lehetőségei és határai hellénisztikus és császárkori aranyékszerek példáján**

Zárójelentés
(NKFI 109095)

A kutatás eredeti tervek szerinti megvalósítását több, nem tervezhető tényező is jelentősen befolyásolta. A 3 évre tervezett kutatás – a Seuso kincs hazahozatala és a Seuso kutatási projekt megszervezése és elindítása miatt, valamint a vezető kutató 2015-ben a Szépművészeti Múzeum tudományos titkárává való kinevezése és a múzeum újranitásának és az új restaurátorközpont kialakításának előkészítésében rárótt vezetői feladatok miatt – egy évvel való meghosszabbítására volt szükség. A vezető kutató munkahelyi leterheltsége a munkaterv átdolgozását is szükségessé tette. Ennek megvalósítását végül erősen befolyásolta a külföldi ékszerek tanulmányozására szóló engedélyek beszerzésének elhúzódása is.

A kutatáshoz szükséges **technikai feladatok** közül az Antik Gyűjtemény kutatásba bevont ékszereiről elkészültek a teljes nézetű fényképfelvételek (Mátyus László) és sor került a kutatás részét képező thesszalóniki ékszerekről korábban elkészített dokumentációs anyagok digitális előkészítésére. A fotódokumentációból 2600 felvétel **digitális képfeldolgozása** történt meg, így a korábban és a kutatás során készített új ékszerfotók egy jelentős része publikálásra alkalmassá vált.

Sor került a pályázatban szereplő derveni, sedesi, stavroupolisi, aiginioi és az Antik Gyűjteményben őrzött ékszerekről korábban készített ékszerrajzok egy részének digitalizálására, azaz az eredeti **ceruzarajzok digitális átrajzolására**. Így 22 ékszer mintegy 125 rajza vált publikálásra alkalmassá: a derveni és stavroupolisi mirtuszkoszorúk, az Antik Gyűjtemény Erős-figurás karikafülbevalója, gránát állatfejekkel díszített nyaklánc, oroslánfejes karikafülbevalói, rombusz alakú nyaklánclemei, valamint az utóbbiak közül az oroslánfejes karikafülbevalók és az Erős-figurás karikafülbevaló derveni, sedesi és aiginioi analógiáinak rajzai. A rajzok digitalizálását végző doktoranda (Süvegh Eszter) a pályázat utolsó évében ösztöndíjas doktori iskolás kötelezettségei miatt nem tudta vállalni a munka folytatását, így a tervezettnél kevesebb rajz digitalizálása történt meg.

A speciális látásmódot és nagy szakmai gyakorlatot igénylő **készítéstechnikai rekonstrukciós rajzok** elkészítésére – a feladatot magas színvonalon ellátni tudó rajzoló (Nagy Katalin) akadályoztatása miatt – a pályázat utolsó évében került sor. A készítéstechnikai rekonstrukciós rajzok célja a készítéstechnikai folyamat szemléltetése, hogy bemutassák az adott ékszer vagy ékszertípus egyes szerkezeti elemeinek készítési módját és az egyes elemek összeépítési módját ékszerré, valamint megkönnyítsék az ékszerek készítéstechnikai leírásának értelmezését. Segítségükkel bemutatatható az is, hogy az egyes ékszertípusok szerkezeti elemeire milyen készítéstechnikai variációk és milyen sztenderd megoldások jellemzők. A pályázat keretei között mindössze néhány ékszer készítéstechnikai rekonstrukciós rajzainak elkészítésére volt lehetőség, ezért elsősorban olyan ékszerekre esett a

választás, amelyekkel egy-egy típus készítése technikai megoldásait is szemléltetni lehet. Így a hellénisztikus kor egyik legjellemzőbb ékszertípusának, az oroszlánfejes karikafülbevalónak, az elsősorban Makedóniára jellemző mirtuszkoszorúknak és az oroszlánbőrrel és Pégasos-protoméval díszített ívfibuláknak a készítése technikai rekonstrukciós rajzának elkészítésére helyeződött a hangsúly. Ezen kívül két, Makedóniában egyedinek számító ékszerről készült még ilyen rajz: a sedesi ékszeregyüttes diadémájáról, amelynek legközelebbi párhuzama a kutatásba szintén bevont verginai ún. II. Philippos sír diadémája, és a Derveninél talált gazdag stílusú fülbevalópárról. Utóbbi azoknak a Makedónia területén talált ékszereknek a csoportjába tartozik, amelyek a Pontus-vidékhez köthetők.

2016 utolsó negyedére készült el a kutatómunkát segítő, nagy mennyiségű fényképes és szöveges dokumentáció kezelésére alkalmas adatbázis. A *Jewellery Database* (ld. <http://szm.napfolt.hu/jewel/>) nagy mennyiségű publikálatlan ékszert és adatot tartalmaz, ezért csak jelszóval hozzáférhető. Az adatbázisban magyar, angol és újjörög nyelvű adatbevitelre is van lehetőség, a pályázat keretében azonban csak magyar nyelvű adatok bevitelére volt mód. A tanulmányozott ékszerek jellemzően lelőhelyes darabok, és kutatásuk célja az egyes darabok készítése helyének, illetve készítőik jellemzőinek meghatározása, valamint lelőhely nélküli darabok készítése helyének meghatározása, illetve a későbbiekben egyes régiók aranyművességének a jellemzése. Ezeknek a kérdésköröknek a vizsgálatát elősegítendő az adatbázis az ékszerek adatlapján kívül lelőhelyük adatlapjait is tartalmazza, és lehetőség van a kutatásuk során felmerülő témák (pl. azonosított aranyművesek, készítése technikai jellegzetességek, alapanyagra jellemző sajátosságok) összefoglaló tárgyalására is ún. téma-adatlapokon. Az adatlapok egyelőre szöveges és képi tartalmakat foglalhatnak magukba, valamint keresési lehetőséget biztosítanak a különféle tartalmak, adatlapok között. A pályázatból egy alapfunkciós adatbázis létrehozását lehetett biztosítani. Tesztelése, ellenőrzése, javítása, illetve a fejlesztési igények felmérése az adatok feltöltése során folyamatos. 2017-ben a lehetőségekhez mérten került sor az adatbázis feltöltésére (Litkei Ágnes). A sedesi Γ sír ékszerei tárgy-adatlapjainak feltöltése (szöveges és képi tartalommal) nagyrészt megtörtént, a lelőhelyre vonatkozó információk, valamint a készítőjük attribúciós jegyeinek összegzése is bekerült az adatbázisba. Elkészültek az Antik Gyűjtemény kutatásba bevont ékszereinek, valamint a kutatás során tanulmányozott lelőhelyes párhuzamaik adatlapjai. A kutatásba bevont mirtuszkoszorúk adatainak feltöltése is megkezdődött. Az adatbázis használatát megkönnyítő és az ékszerek kutatási lehetőségeit bővítő (akár külföldi kutatók számára is elérhető módon) további fejlesztésekre egy következő pályázat adhatna lehetőséget. Jelenlegi formájában az adatbázis tehát alapul szolgálhat egy nemzetközi észerkutatói adatbázis létrehozásához is.

A kutatáshoz szükséges szakirodalom beszerzése 2017-ben is folyamatos volt.

A külföldi gyűjteményekben őrzött **ékszerek első kézből való tanulmányozása és dokumentálása** csak részben valósult meg a pályázat futamideje alatt. A görögországi ékszerek esetében az ékszerek tanulmányozásának és dokumentálásának, valamint archaeometriai vizsgálatának az engedélyezése nem várt módon elhúzódott. A görögországi régészeti felügyelőségek átszervezése és az érintett múzeumokban történt vezetőváltások nem várt módon megnehezítették a kutatási engedélyek megszerzését. A korábban kiépített

kollegiális kapcsolatok ily módon kissé lecsökkentek, illetve átrendeződtek, megváltozott továbbá a kutatás engedélyeztetésének gyakorlata is. A korábban múzeumi szintű engedélyeztetés minisztériumi szintre került át, ezzel jelentősen megnőtt az elbírálás ideje. A thesszalóniki ékszerek első kézből való tanulmányozására és dokumentálására 2016 szeptemberében, az archeometriai vizsgálatokra 2016 december végén érkezett meg a minisztériumi engedély. A pydnai és a J. Paul Getty Museum-ból repatriált mirtuszkoszorú, valamint a sedesi diadéma párhuzamaként számontartott létési diadéma tanulmányozását, a tárgyak állapotára hivatkozással, csak a kiállítási vitrinen keresztül engedélyezték, ami további nehézségeket okoz mind a dokumentálásukban, mind a többi mirtuszkoszorúval való összehasonlító technikai vizsgálatuk elvégzésében. Archaeometriai vizsgálatot (mikro-röntgenfluoreszcens analízis) pedig csak azokon a darabokon engedélyeztek, amelyeket a múzeum nem vizsgált korábban, így nem kerülhet sor a mirtuszkoszorú és a létési diadéma jelen pályázat szempontjai szerinti vizsgálatára. Ez lényegében szinte lehetetlenné tette-teszi a kitűzött kutatási célok megvalósítását (első kézből való tanulmányozás és dokumentálás, az összehasonlító technikai elemzések archaeometriai szempontú kiegészítése) ezeken az ékszereken, illetve csak közvetett tanulmányozásra és korábbi, korlátozott mennyiségű analitikai adat megismerésére ad lehetőséget. Nehezítő körülmény még, hogy az engedély két évig érvényes, illetve az hogy a Thesszalóniki Régészeti Múzeum leghamarabb 2017. márciusában tudott külföldi kutatókat fogadni, így a tervezett első kutatóútra 2017. március második felében kerülhetett sor. A következő kutatóút időpontját meghatározta, hogy a thesszalóniki múzeum mikro-röntgenfluoreszcens készüléke az év során elromlott és a múzeum fogadóképessége is korlátozott volt, ezért csak 2017. decemberében kerülhetet sor a másik, szintén mindössze két hetes kutatóútra.

A verginai ékszerek tanulmányozására és hordozható XRF vizsgálatokra vonatkozó engedély – mintegy másfél év várakozás után – végül 2017 májusában érkezett meg az illetékes görög minisztériumból, azzal a korlátozással, hogy a II. Philippos sír előkamrájában talált mirtuszkoszorú és diadéma csak akkor tanulmányozható, amikor a múzeum zárva tart. A verginai Museum of Royal Tombs kiemelt múzeumként a nyári időszakban minden nap reggel 8-tól este 8 óráig nyitva tart, ezért a tanulmányutat a téli nyitva tartás (ez Görögországban november 1.-től lép életbe) időszakára lehetett csak megszervezni, így végül a 2017. decemberi thesszalóniki út idején kerülhetett sor az első, mindössze két napos verginai munkára.

A rábakovácsi ékszerlelet franciaországi párhuzamai közül csupán a vaise-i és a naix-i kincs darabjainak tanulmányozására érkezett engedély a pályázati idő alatt. Ezekben az esetekben a párizsi Cabinet des Medailles és a lyoni Musée gallo-romain is csak nagyon rövid időt biztosított az ékszerek megtekintésére. Így 2017. júniusában került sor mindkét helyszínen a tárgyak tanulmányozására, dokumentálására: Párizsban mindössze másfél nap, Lyonban pedig két nap állt rendelkezésre. Az euz-i és az evreux-i kincs hasonló darabjainak a tanulmányozására – engedély hiányában – nem kerülhetett sor.

Az említett nehézségek ellenére 2017-ben **Thesszalónikiben** az engedélyezett 12 tétel (24 darab) ékszer közül sikerült elvégezni a sedesi Γ sír ékszereinek párhuzamai közül a létési temetőben talált két oroszánfejes karikafülbevalópár (ltsz.: M Θ 17511, M Θ 17643), a vésett

díszű tömör aranygyűrűk (ltsz.: MΘ 17509, MΘ 17510) és egy fibula (ltsz.: MΘ 17512), valamint a pydnai temetőben talált oroszlánfejes nyaklánc (ltsz.: Πυ 40), oroszlánfejes karikafülbevalópár (ltsz.: Πυ 787) és a három, bikónikus gyöngyökkel díszített ívfibulapár (ltsz.: Πυ 789) első kézből való mikroszkópos tanulmányozását, amelynek eredményeképp elkészült készítésestechnikai leírásuk, digitális fotódokumentációjuk és a készítésestechnikai részletekről a mikroszkópos felvételeik (a pydnai ívfibulákon mindez csak részben valósult meg a kinntartózkodás korlátozott időtartama alatt). Így az újonnan engedélyezett ékszerek közül 8 tétel, összesen 16 darab ékszer tanulmányozására került sor. A mirtuszkoszorúk és a létói diadéma tanulmányozásának időigényessége és a thesszalóniki kiállítás technikai adottságai (fotódokumentálásra alkalmatlan, sötét kiállítótér) miatt célszerűnek tűnt későbbre halasztani a tanulmányozásukat, egy esetleges kétoldalú együttműködés keretei között elvégezni.

Verginában a rendelkezésre álló idő rövideje miatt a hordozható XRF-es vizsgálatra helyeződött a hangsúly, ezért a két ékszerről csak első stádiumú fotódokumentáció készült, amelyek alapján csak részleges készítésestechnikai leírás készíthető. A verginai múzeumi kollégákkal ez volt az első személyes kapcsolatfelvétel, amely során kiderült, hogy a mirtuszkoszorú a kiállítási vitrinből kivehető, míg a diadéma a kiállítási installáció technikai sajátosságai miatt nem. Ez a további kutatási lehetőségeket is befolyásolja.

A **Párizsban és Lyonban** őrzött naix-i és vaise-i kincs háromdimenziós Héraklész-csomókból és zöld kőgyöngyökből, valamint keretelt érmekből és cső alakú gyöngyökből fűzött nyakláncairól elkészültek az első fotósorozatok és készítésestechnikai leírások. Az ékszerek binokuláris mikroszkóppal való tanulmányozására csak Lyonban volt lehetőség, azonban a megfigyelések dokumentálását a múzeumi mikroszkóp technikai adottságai nem tették lehetővé. A mindkét helyszínen készített saját kézimikroszkópos felvételek – a rendelkezésre álló készülék technikai paraméterei miatt – csak kis felbontásúak, publikálásra nem vagy csak korlátozottan használhatók.

A **Magyar Nemzeti Múzeumban őrzött rábakovácsi ékszerlelet és az Antik Gyűjtemény kutatásba bevont ékszereiről** (Erős-figurás karikafülbevaló, gránát állatfejekkel díszített nyaklánc, oroszlánfejes karikafülbevalók (3 db), rombusz alakú nyaklánc tagok) elkészültek az új szempontú, azaz szerkezeti elemenkénti készítésestechnikai leírások és képi dokumentálásuk is megtörtént. Elkészültek a dokumentációs rajzok is. Az Antik Gyűjtemény darabjairól nem lehetett magas minőségű, publikálható mikroszkópos felvételeket készíteni, mivel a Gyűjteményben rendelkezésre álló mikroszkóp digitális fényképezőgéppel való összekötése technikai korlátokba ütközött. A megoldást egy digitális fotófeltétellel ellátott binokuláris mikroszkóp jelentené, amelynek beszerzésére a pályázat keretei között nem volt lehetőség. Ez biztosítaná a publikációs minőségű mikroszkópos felvételek elkészítését, olyanokét, mint a thesszalóniki ékszerekről készített felvételek.

A pályázati időszakban elkészült az **Antik Gyűjtemény kutatásba bevont ékszerei** és az első kézből tanulmányozott görögországi párhuzamaik egy részének **összehasonlító technikai elemzése**.

Az Erős-figurás karikafülbevaló (ltsz.: 55.175) és az Aiginionál, az ókori Methoné utódtelepülésének temetkezéseiből feltárt hasonló fülbevalók (Thesszaloniki Régészeti Múzeum, ltsz.: Πυ 1094, Πυ 1152) készítési technikájának nagyfokú hasonlósága alapján megerősítést nyert az a munkahipotézis, hogy az Antik Gyűjteményben őrzött példány az aiginioi sírokból talált darabokkal azonos helyen (régión) készült. Az Antik Gyűjteményben őrzött példány segítségével bizonyítható, hogy ezen a fülbevalótípuson a teljes körplasztikában megmintázott Erős figurák előoldalát és hátoldalát valójában külön negatív formába öntve készítették el, majd a két felet összeforrasztották. Ugyanakkor a részletek megmintázása eltérő módon, eltérő technikai megoldásokkal és így némileg eltérő stílusban is történt a budapesti és az aiginioi darabokon, ami alapján – további analóg darabok vizsgálata híján – egyelőre többféle következtetés vonható le: 1. az aiginioi és a budapesti darabok ugyanabban a régióban, de különböző műhelyekben (pl. Pydna és Methoné) készültek; 2. az aiginioi és a budapesti darabok ugyanabban a műhelyben készültek, de a műhely működésének különböző szakaszaiban (időbeli különbség); 3. az aiginioi és a budapesti darabok ugyanabban a műhelyben készültek, de más-más aranyműves készítette őket (egyidejűség).

A budapesti rombusz alakú nyakláncok (ltsz.: 55.161, 55.162) és az Aiginionál feltárt 56. számú sírból előkerült hasonló elemekből álló nyaklánc (ltsz.: Πυ 1093) összehasonlító technikai elemzéséből elsőre az Erős-figurás fülbevalóéhoz hasonló következtetés vonható le, azaz azonos régióban készülhettek. A csak kis példányszámban ismert rombusz alakú nyakláncok további párhuzamai azonban a Pontus-vidék irányába mutatnak.

Sor került továbbá az oroszlánfejes karikafülbevalók összevetésére is a thesszaloniki múzeumban őrzött és a korábban tanulmányozott derveni (ltsz.: H4), sedesi (ltsz.: MΘ 5418), aiginioi (ltsz.: Πυ 1301) darabokkal. Ezekben az esetekben jóval nagyobb eltérések figyelhetők meg, ezért más lelőhelyekről származó darabokra is ki kellett terjeszteni az összehasonlító elemzést. A 2017-ben tanulmányozott létéi (ltsz.: MΘ 17511, MΘ 17643) és pydnai (ltsz.: Πυ 787) oroszlánfejes karikafülbevalókkal való összevetés során egyértelművé vált, hogy az oroszlánfejes karikafülbevaló típus makedóniai lelőhelyű darabjai ugyan viszonylag korlátozott számú készítése technikai megoldásokat vonultatnak fel, ezek kombinálása és az ebből fakadó formai, díszítésbeli és stílusbeli eltérések azonban megnehezítik a csoportosításukat, és így Makedónián belül készítési helyhez (esetleg készítőhöz) kötésüket. Világossá vált az is, hogy nagyobb példányszámmal érdemes folytatni a típusra vonatkozó kutatást. A budapesti példányok esetében – az összehasonlító technikai elemzés eredményeképpen – megfogalmazható az a hipotézis, hogy készítési helyük valószínűleg nem a közép-makedóniai régióban keresendő. Jelentős különbség, hogy míg az Antik Gyűjtemény darabjait hosszú időn át használhatták, a vizsgált, sírokból előkerült görögországi párhuzamokon nem láthatók használatra utaló nyomok.

A rábakovácsi nyaklánc és franciaországi párhuzamainak összehasonlító elemzése csak 2017 második felében kezdődhetett meg. A naix-i és a vaise-i ékszerek alapján megerősíthető az a korábbi hipotézis, miszerint a rábakovácsi ékszerlelet valójában nem egy, hanem két nyaklánc töredékeit tartalmazza: egy háromdimenziós Héraklész-csomókból és hexagonális kögyöngyökből fűzött nyaklánc, valamint egy hatszögletű cső alakú feszítőkögyöngyökből és

keretelt aranypénzekből fűzött nyaklánc darabjait. A vaise-i kincs néhány ékszerének és más zöld kőgyöngyös lyoni ékszerlelet korábbi archaeometriai vizsgálata igazolta, hogy díszítésükhöz ausztriai lelőhelyről származó smaragdot használtak. A rábakovácsi háromdimenziós Héraklész-csomós nyaklánc készítéstechnikai részleteinek nagyfokú hasonlósága a vaise-i és a naix-i nyakláncokkal arra utal, hogy azonos műhelyben készülhettek. Amennyiben a lyoni leletek és a korábbi kutatások alapján ez a műhely az ókori Lugdunumban volt, akkor jó eséllyel a rábakovácsi nyaklánc is ott készülhetett. Ehhez közelebb vihet a rábakovácsi ékszerlelet archaeometriai kutatása.

A makedóniai újonnan engedélyezett arany mirtuszkoszorúk összehasonlító elemzésére – a már említett okok miatt – a pályázati időszak alatt nem kerülhetett sor. A sedesi Γ sír ékszereinek párhuzamaikkal való összevetése a Thesszalonikiben és Verginában őrzött ékszerek tanulmányozásának elhúzódása miatt szintén a pályázati időszakon túl folytatandó.

A pályázati időszakban tervezett **archaeometriai vizsgálatok** közül az Antik Gyűjtemény kutatásba bevont ékszereinek, a rábakovácsi ékszerleletnek és a görögországi ékszerek egy kisebb részének a vizsgálata történt meg.

Az **Antik Gyűjtemény aranyékszerein végzett archaeometriai vizsgálatok** az ékszerek anyagának, a díszítésükhöz felhasznált anyagoknak és a felületükön található lerakódásoknak, idegen anyagoknak a meghatározását, és esetleges egyedi anyagi jellemzőiknek az azonosítását célozták, amelyek a készítési illetve származási helyük meghatározásához vihetnek közelebb. Az elektronmikroszondás és mikro-röntgendiffrakciós vizsgálatokat az MTA CsFK Földtani és Geokémiai Intézetében (Bajnóczi Bernadett, Mozgai Viktóri, Szabó Máté, Tóth Mária), a pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatokat az MTA Természettudományi Kutatóközpont Anyag és Környezetkémiai Intézetében (Németh Péter) végezték. Meghatározható volt mind a hat ékszer anyagának kémiai összetétele. Ez alapján a vizsgált darabok két csoportba sorolhatók: az egyiket a platina csoport elemeiből álló zárványokat (PGE-zárványok) tartalmazó ékszerek (Itsz.: 55.175 Erős-figurás karikafülbevaló, Itsz.: 55.151 oroszlánfejes karikafülbevaló) alkotják, amelyek arra utalnak, hogy üledékes környezetből származó aranyból készültek. A másik csoport ékszereiben nem volt kimutatható ilyen zárvány.

Több makedóniai ékszer anyagát ezüstös színű, nagy valószínűséggel a platina csoport fémeiből álló zárványok teszik heterogén anyagminőségűvé. A vezető kutató korábban a Derveninél 1962-ben és a Stavroupolisnál 1974-ben feltárt sírok ékszereiben (Dági M., *Aranyművesség a későklasszikus – korahellénisztikus kori Makedóniában – Derveni, Sedes, Stavroupolis*, PhD értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Régészettudományi Intézet, Budapest 2011), valamint aiginioi és az újonnan engedélyezett ékszerek közül az ókori Lété (a mai Derveni) és Pydna temetkezéseiből származó darabok anyagában is azonosított ilyen zárványokat makroszkópos jellemzőik alapján. A zárványok makroszkópos megfigyelése mellett összetételük vizsgálata is lényeges, hiszen amennyiben valóban PGE-zárványokról van szó, az az arany származási helyének a megállapításához adhat támpontot. Az Antik Gyűjtemény ismeretlen lelőhelyű ékszereinél ezért különös hangsúlyt kapott a zárványok vizsgálata. Az Erős-figurás karikafülbevaló (Itsz.: 55.175) elektronmikroszondás elemzése

kimutatta, hogy a nagy tisztaságú, 95-96 % aranyból és 2-4 % ezüstből álló aranyban a platina csoport elemeiből álló zárványok jellemzően 2:1 arányban tartalmaznak irídiumot és osmiumot, kis részben ruténiumot is. A platina csoport elemeit tartalmazó zárványok alluviális eredetű aranyban fordulnak elő, ezért az archaeometriai szakirodalomban korábban általánosan elfogadott álláspont volt, hogy jelenlétük az aranytárgyakban arra utal, hogy az ékszer nyersanyaga alluviális eredetű, vagyis folyóvízi hordalékból származik. Az ókori Pydnában és környékén nagy mennyiségű aranyékszer került elő az elmúlt évtizedek ásatásainak köszönhetően, és az 1990-es évek közepén Michail Vavelidis és Bettina Tsigarida archaeometriai vizsgálatokat is végeztek rajtuk, de mindeddig nem jelent meg részletes pulikációjuk, csak előzetes, összesítő eredményeket közöltek. Ez alapján tudható, hogy a vizsgálatok Pydnában talált, Kr.e. 4. század közepe és 2. század vége közé keltezett, valamint Pieria északi részén lévő temetőkből talált, Kr.e. 3. századra keltezett ékszerekre, köztük fülbevalókra terjedtek ki. Tudható az is, hogy mind az észak-pieriai, mind a pydnai ékszerekben kimutattak PGE-zárványokat, amelyek jellemzően osmiumot és irídiumot tartalmaznak. Ezek az előzetes adatok reménykeltők a budapesti Erős-figurás karikafülbevaló készítésének helyét illetően, annak ismeretében különösen, hogy a thesszalóniki ékszerek pályázat keretében elindított archaeometriai vizsgálata is célul tűzte is vizsgálni kívánt ékszerekben a PGE-zárványok meghatározását, elemzését.

A vizsgálatokkal az Antik Gyűjtemény ékszereinek díszítésére használt email és drágakövek összetételét is meghatároztuk. A gazellafejes nyaklánc (ltsz.: 55.207, 55.109) eddig gránátként nyilvántartott kő-elemei közül mindössze a két állatfej és egyetlen orsó alakú gyöngy bizonyult gránátnak. A többi orsó alakú gyöngy viszonylag ritkán alkalmazott barnászörös színű üvegből készült, feltehetően a drágakő imitálására. A vöröses színű üveg makedóniai párhuzamaival való összefüggések vizsgálata folyamatban van.

Az igen ritka ékszertípusba tartozó rombusz alakú nyaklánc elemeket (ltsz.: 55.161, 55.162) díszítő zöld színű email az elektronmikroszondás vizsgálat alapján magas ólomtartalmú: a mérések kb. 13-(23)-27 % ólmoxidot azonosítottak. A budapesti nyaklánc elemek aiginiói párhuzamain is vizsgálták korábban a kék színű emailmaradványok összetételét a Thesszalóniki Régészeti Múzeum mikro-röntgenfluoreszcens készülékével. Ez a vizsgálat is magas ólomtartalmat mutatott ki az emailban (9,25 %). Az ólmot az üveggészítésben az olvadáspont csökkentésére, a viszkozitás növelésére, valamint a stabilitás javítására használták. Ezeknek a rombusz alakú elemeknek a készítésének helye valószínűleg ólom-forrás közelében lehetett. Az aiginiói és a budapesti ékszerek tehát a magas ólomtartalmú emailjuk alapján rokoníthatók egymással. Az összefüggés konkrétumainak meghatározása azonban további kutatást igényel. Az Antik Gyűjtemény darabjain végzett elektronmikroszondás vizsgálat kimutatta azt is, hogy az anyaguk a vöröses-barnás-feketés színe ellenére 92-95 % aranyat és az ezüst mellett mindössze kb. 1 % rezt tartalmaz, így kizárható, hogy az alapanyag vagy a forrás magas réztartalma okozná az elszíneződésüket. A nyaklánc elemeken látható vöröses elszíneződést és vörösesbarna lerakódást is sikerült meghatározni. Az előbbi arany-ezüst-szulfid kristályos fázis, ami ritka és megfelelő betemetődési környezetben alakulhat ki; a fázis keletkezésének genetikájának feltárása folyamatban. A vörösesbarna

lerakódás a TEM és μ XRD vizsgálat alapján is kalcium-foszfátnak/hidroxi-apatitnak bizonyult, ami arra utal, hogy a nyakláncemek hamvasztásos temetkezésből kerülhettek elő.

Az Antik Gyűjtemény ismeretlen lelőhelyű ékszerein végzett archeometriai vizsgálatok eredményeinek további feldolgozása és értelmezése, valamint összehasonlításuk a Thesszaloniki Régészeti Múzeumban őrzött analóg ékszerleleteken végzett archaeometriai vizsgálatok eredményeivel további kutatást igényel.

A kutatásba bevont, a Magyar Nemzeti Múzeumban őrzött **rábakovácsi ékszerlelet archeometriai vizsgálatára** vonatkozó engedély 2016 decemberében érkezett meg, ezért a vizsgálatokra 2017-ben kerülhetett sor. Az egyes darabok anyagösszetételének hordozható XRF felmérését az MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézete (May Zoltán) végezte. A vizsgálati eredmények kiértékelése és a további elektronmikroszondás és mikro-röntgendiffrakciós vizsgálatok az MTA CsFK Földtani és Geokémiai Intézetében történtek. Az arany ékszerlelet különböző darabjainak hordozható XRF és elektron-mikroszondás elemzése hasonló eredményt adott: minden darab nagy tisztaságú aranyból készült. A kapott eredmények megfelelnek a természetben előforduló arany összetételének. A Héraklész-csomó különböző részeinek összetétele (90,8–97,8 % arany, 1,6–6,4 % ezüst, 0,5–3,0 % réz) hibahatáron belül megegyezik. Az érmék keretei gyengébb minőségű aranyötvözetből készültek (88,7–91,2 % arany, 7,6–9,8 % ezüst, 0,9–2,0 % réz). További vizsgálatokat igényel annak megállapítása, hogy összetételük szándékos ötvözés eredménye-e. Kivételt képeznek a keretelt pénzermék, amelyek aranytartalma meghaladja a 99 %-ot, ezüst- és réztartalma pedig kevesebb, mint 1 %. Ez az összetétel ércfinomítási eljárásra utal. A gömbgyöngyök kémiai összetételében kevés ón is kimutatható, ami arra utalhat, hogy a készítéséhez használt arany torlatos telepből származik. A többi darabban ugyan nem mutatható ki ón jelenléte, azonban ez nem jelenti azt, hogy nem származhat torlatos telepből az arany. A Héraklész-csomós töredékeket díszítő zöld gyöngy a berill zöld színű változata (smaragd). A Héraklész-csomó felületén látható vörös elszíneződés vas-oxidok/vas-oxihidroxidok és arany-ezüst-szulfidok keveréke, ami az eltemetés és a korróziós folyamatok együttes eredménye. Az archaeometriai vizsgálatok és az ékszerlelet analógiáival való összehasonlító technikai elemzése eredményeinek összevetése és régészeti interpretálása a pályázati időn túlnyúló feladat.

A Thesszaloniki Régészeti Múzeumban őrzött ékszerek archaeometriai vizsgálata a múzeum mikro-röntgenfluoreszcens készülékének szervizelése miatt csak 2017 végén kezdődhetett meg. A vizsgálatok elvégzéséhez szükséges sztenderd anyagokat a Szépművészeti Múzeum vásárolta meg, amelyhez a szükséges összeg átcsoportosítását az NKFI engedélyezte. A thesszaloniki múzeum közös publikáció megjelentetése mellett vállalta a mérések elvégzését.

A 2017 decemberi kutatóút alkalmával a tervezett ékszervizsgálatok közül a sedesi Γ sír archaeometriai vizsgálatra engedélyezett darabjainak (ltsz.: M Θ 5411, M Θ 5412-5417, M Θ 5418, M Θ 5420) és egy létéi oroszlánfejes fülbevalónak (ltsz.: M Θ 15643) az anyagösszetétel vizsgálatára kerülhetett csak sor. A vizsgálati pontok kijelölésénél cél volt, hogy az adott ékszer minden alkotóelemén történjen mérés. A vizsgálat alapján a sedesi ékszerek közül a kourotophos ábrázolással díszített tömör gyűrű a legnagyobb tisztaságú, 97-98 % aranyat, az

oroszlánfejes karikafülbevaló 95-96 % és a nyaklánc 93-95 % aranyat tartalmaz. A fibulák aranytartalma mindössze 82-86 %. Az eredmények első kiértékelése alapján egy-egy tárgy esetében (pl. a sedesi nyaklánc) kimutatható, hogy az ékszer javításához használt aranylemezdarabok összetétele eltér az ékszer készítéséhez használt ötvözet összetételétől. Az eredmények értelmezése a pályázaton túlmutató további kutatást igényel.

Ezen kívül megtörténtek az első próbamérések azokon a 2017-ben tanulmányozott létező és pydnai darabokon, amelyeknek az anyagában makroszkópos jellemzőik alapján PGE-zárványokat lehetett azonosítani. A próbamérés célja a múzeumban rendelkezésre álló μ -XRF készülék tesztelése volt, ugyanis eddig még ezzel az analitikai módszerrel nem kísérelték meg PGE-zárványok elemzését. A múzeumi műszer technikai korlátait feszegetve végül sikerült méréseket végezni a zárványokon, ami alapján azonosíthatók voltak a platina-csoport elemei. A mérések pontosítása, értelmezése, valamint a többi engedélyezett ékszer vizsgálata a pályázat lezárása után tovább folytatódik köszönhetően a thesszalóniki múzeum archaeometriai laborjával formálódó együttműködésnek.

A verginai mirtuszkoszorú és emaildíszes aranydiadéma helyszíni, kézi röntgenfluoreszcens spektrométeres vizsgálatára szintén 2017 decemberében kerülhetett sor. A vizsgálatot az MTA CsFK Földtani és Geokémiai Intézete (Mozgai Viktória) végezte a verginai Museum of Royal Tombs-ban. A mérések elvégzéséhez rendelkezésre álló idő rövidege (mindössze 2 nap) és a vizsgálandó ékszerek installációs megoldásai jelentős nehezítő körülménynek bizonyultak. A decemberi út során elvégzett mérések eredményei jóllehet előzetes, tájékoztató jellegűek, de a műszer technikai lehetőségeinek köszönhetően a körülmények ellenére ígéretesnek tekinthetők. A vizsgálattal az ékszerek egyes alkotóelemeinek kémiai összetételi meghatározását végeztük el. Ez alapján a diadéma nagyon nagy tisztaságú aranyból készült (98-99 %), az ezüst mennyisége 0,2–1,5 %, a réz kimutatási határ alatti és körüli mennyiségben van jelen (0,07–0,12 %). Az ilyen nagy tisztaságú aranyötvözet használata ércfinomítási eljárás alkalmazására utal. Az email kék színét feltehetőleg a kimutatási határ felett megjelenő réz és kobalt adja. Az email matt, nem áttetsző, az összetételi adatok alapján antimon tartalmú homályosítót alkalmaztak a készítéséhez. A mirtuszkoszorú a diadémától teljesen eltérő összetételű aranyötvözetből készült. A réztartalma 2,5–4,5 %, ami szándékos ötvözés eredménye lehet. Az ezüsttartalom 8,5–12 % közötti, ami megfelel a természetben előforduló ezüst-arany ötvözetek összetételének, de további vizsgálatokat igényel, hogy a kimutatott ezüsttartalom a rézhez hasonlóan inkább szándékos ötvözés eredménye-e. Sem a mirtuszkoszorú, sem a diadéma különböző elemzett részei között nem mutatkozott jelentős, kimutatható összetételbeli különbség. Platinafémeket hordozható XRF módszerrel nem mutattunk ki egyik ékszer ötvözetében sem. A hordozható XRF készülék távvezérlését megoldó hardverrel és szoftverrel, illetve a megfelelő állvánnyal való ellátása után folytatódik majd a vizsgálat. Az eredmények régészeti értelmezése folyamatban van.

A pályázat keretében folytatott **kutatómunka eredményeinek bemutatására, publikálására** csak korlátozottan volt lehetőség a pályázat futamideje alatt.

A pályázatnak köszönhetően jelenhetett meg a publikáció a sedesi Γ sír ékszereinek attribúálásáról egyetlen aranyműveshez, akit az ékszereken megfigyelhető készítése technikai jellegzetességek összessége alapján sikerült azonosítani. (Dági M., A Sedes-aranyműves. Egy későklasszikus–korahellénisztikus ékszeregyüttes attribúálása, in *INTERDISZCIPLINARITÁS. Archeometriai, művészettörténeti és régészeti tanulmányok*, szerk. Bajnóczi Bernadett – Dági Marianna – Lövei Pál – Ridovics Anna, Budapest 2017, 59-76.) A tanulmány bővített angol nyelvű változatát közlésre elfogadták, megjelenése 2018-ban várható.

Az Erős-figurás karikafülbevaló (ltsz.: 55.175) és a rombusz alakú nyaklánc elemek (ltsz.: 55.161, 55.162) származási helyére vonatkozó előzetes kutatási eredmények bemutatására a XII. Magyar Ókortudományi Konferencián (Debrecen, 2016. május 26-28.) került sor a *Hellénisztikus ékszerek az Antik Gyűjteményben – Makedóniából?* című előadásban. A korábban első kézből tanulmányozott aiginioi párhuzamokkal való összehasonlító elemzésük és az archeometriai vizsgálatuk is megerősítette, hogy az Erős-figurás karikafülbevaló készítése technikai jellegzetességei és anyagának jellemzői alapján a Therméi-öböl, feltehetően az ókori Pydna környéki műhelyben készülhetett. Az Észak-Görögországban feltárt leletanyag arra mutat, hogy az Erős-figurás karikafülbevaló-típus valószínűleg Therméi-öböl környéki műhelyben jelent meg a Kr. e. 4. század legvégén körplasztikában mintázott figurás változatban és ez a 3. század közepéig divatban volt Makedóniában. Készítésükhöz környékbeli, folyóból nyert aranyat biztosan használhattak, amit az alapanyagban található PGE-zárványok mellett bronzkori és 6-4. századi thesszaloniki, Chalkidiké-félszigeti és sindosi ékszerek archeometriai vizsgálata is alátámaszt. Mindez megerősíti azt a feltevést, hogy a közép-makedóniai ékszereket helyi aranyból és minden bizonnyal az aranylelőhelyekhez közeli műhelyekben készíthették – és az Antik Gyűjtemény fülbevalója is közéjük tartozik. A budapesti rombusz alakú nyaklánc elemek párhuzama is ugyanebben a régióban, sőt az Erős-figurás karikafülbevaló egyik legközelebbi párhuzamával azonos sírban található, készítése helyét azonban távolabb, feltehetően a Pontus-vidéken, a Boszporuszi Királyság területén kell keresni. Ezek a nyaklánc elemek egy igen ritka ékszertípushoz tartoznak, amelynek lelőhelyhez köthető példányai az kisázsiai Kyméből, a Boszporuszi Királyság településeinek, Pantikapaionnak és Nymphaionnak a környékéről, valamint Makedónia pieriai partvidékéről származnak. Mivel a budapesti példányok makedóniai analógiájának személyes tanulmányozására volt csak mód, a készítésük helyének meghatározásában egyelőre a következő hipotéziseket lehet felállítani: 1. elterjedési területét tekintve a rombusz alakú elemekből álló lánctípus pantikapaioni vagy környéki műhely terméke lehetett, ami eljutott Makedóniába is, ahol a pydnai vagy környéki műhely a megrendelői igények szerint alakította át az ékszertípust; 2. figyelembe véve más makedóniai fémtárgyak megjelenését a Pontus-vidéken, az is elképzelhető, hogy a rombusz-elemekből fűzött, mellkast vagy vállat díszítő lánctípus makedóniai műhely terméke, ami eljutott a boszporuszi királyságba. Bármelyik is érvényes a két hipotézis körül, a később via Egnatiának nevezett út jó összeköttetést biztosított Makedónia és a Pontus-vidék között. A vezető kutató a pályázat lezárása után tervezi az előadás átdolgozott, bővített változatának a publikálását.

A kutatásba bevont ékszerek lehetséges Pontus-vidéki kapcsolatai miatt került sor a kutatás kiegészítésére Makedónia és a Fekete-tengeri régió aranyművességben is kimutatható

kapcsolatai irányába. Az első eredményekről a “*ΚΑΕΙΤΑΙ ΔΩΡΟΝ*”: *Gold Jewellery from Tomb Z at Derveni* c. előadásban számoltunk be 2017. október 6-8. között Nagyszombatban megrendezett *Ancient Communities and Their Elites from the Bronze Age to Late Antiquity (Central Europe – Mediterranean – Black Sea)* c. nemzetközi konferencián. Az előadás a több, mint ötven évvel ezelőtt feltárt és 17 éve publikált Derveni Z sír aranyékszereit mutatta be új megközelítésben. A sírban egy másik ritka ékszertípus egyetlen ismert görögországi példányát találták, a korongos-csónakfüggős fülbevalóét, amelynek további példányait szintén a Krím-félsziget lelőhelyeiről és a kisázsiai partvidékről ismerjük. A Z sír a többi melléklete alapján jól illeszkedik a többi derveni sír közé, azonban az ékszerei eltérnek a többi sírban talált ékszerektől. Ez az egyetlen a 7 sír közül, amelybe minden ékszer használtan került be. Több olyan darabot tartalmaz, ami Makedóniában egyedülálló vagy csak mindössze néhány példánnyal képviselt. A készítési technika alapos vizsgálata és az összehasonlító technikai elemzés módszere révén bizonyítható, hogy a temetkezés idejénél korábban készültek; kapcsolatba hozhatók más, Makedónián kívüli régiókkal (Pontus-vidék, Thesszália, Dél-Itália); és feltételezhető, hogy egy részük helyi, egy részük pedig nem makedóniai eredetű. Ez további kérdéseket vet fel a sírban eltemetett halott társadalmi helyzetére vonatkozóan is. A Z sír ékszerei jól példázzák a görög ékszerművesség újjászületésének időszakát is, az átalakulás egy-egy mozzanatát, és egyúttal támpontokat nyújthatnak a makedóniai aranyművesség más régiókkal való kapcsolatának a feltárásához is. Az előadás írott változata az *Anodos – Studies of the Ancient World* c. folyóirat 13. számában kerül publikálásra, amelynek a megjelenése 2018-ban várható. (A kéziratot közlésre elfogadták.)

Az NKFI pályázat lehetőséget adott, hogy a PhD disszertációban felvázolt kutatási stratégia megvalósulhasson. Ennek köszönhetően körvonalazódik egy görög-magyar kétoldalú együttműködés, ami a korábbinál nagyobb leletanyag feldolgozását is biztosíthatja. A pályázati idő alatt elvégzett kutatómunka eredményeinek feldolgozása, a megkezdett kutatások és az eredmények publikálása a pályázati időn túl is folytatódik.