

AZ ISZTRIAI OLÍVAOLAJ GYÁRTÁS ÉS A LAECANIUS AMPHORÁK

OLIVE OIL PRODUCTION IN ISTRIA AND THE AMPHORAE OF LAECANII

BEZECZKY TAMÁS

Institut für Kulturgeschichte der Antike der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
Bäckerstrasse 13, PF 8, Austria - 1010 Wien

E-mail: tamas@bezeczky.com

Abstract

The first topic is the North Italian and Istrian olive oil production. Then the members of the Laecanius family will be discussed. They were the best-known olive oil producing family of the Istrian peninsula. This will be followed by a brief survey of their amphorae, amphora stamps and villas. Such a survey can give a picture of one of the segments of the Roman economy from Julius Caesar to Septimius Severus. Our work concentrates on the amphorae, the best-known containers of the ancient world. In addition, they were used for shipping important foodstuffs (wine, olive oil, fish sauce, fruit). The amphorae can be linked both with the villas where the foodstuffs were produced and with the commerce and shipping. The study of amphora production gives an insight into the processes of the ceramic industry. This article is part of the archaeometric research that analyses the amphorae produced in the Fažana workshop, as well as the dolia, tiles and bricks of the villas. The results are discussed in the article of the geologists of our team (Sándor Józsa, György Szakmány, Gabriella Obbágy, Zsolt Bendő and Heinrich Taubald).

At the end of the current paper, an English summary is given.

Kivonat

Először áttekintem a római kori észak-itáliai és az isztriai olajtermelést. Ezután részletesen bemutatom az Isztriai félsziget egyik legismertebb olajtermelő családját, a Laecaniusokat, majd amphoráik, amphora bélyegeik és villáik leírása következik. Ezeket összegezve képet alkothatunk a római birodalom egy adott területének, gazdasági folyamatairól, Julius Caesar korától a Severus kor végéig. Elsősorban az amphorákat vizsgálom, melyek az ókor legismertebb tárolóedényei voltak, fontos élelmiszerek (bor, olívaolaj, különféle halmártások és gyümölcsök) szállítására szolgáltak. Bár az amphora tároló edény volt, de kapcsolatba hozható az élelmiszertermelő villákkal, a kereskedelemmel és a szállítással. Készítésének tanulmányozása lehetővé teszi a kerámiaipar gyártási folyamatainak elemzését. Cikkünk kapcsolódik azokhoz az archeometriai kutatásokhoz, melyek a fažanai műhelyben gyártott Laecanius amphorákat és a villákban található doliákat, tetőcserepeket és téglákat vizsgálták. Az eredményeket geológus kollégáim: Szakmány György és Józsa Sándor, valamint munkatársaik (Obbágy Gabriella, Bendő Zsolt és Véninger Péter) külön cikkben ismertetik.

KEYWORDS: ISTRIA, LAECANIUS FAMILY, AMPHORA, VILLA, OLIVE OIL, TRADE

KULCSSZAVAK: ISZTRIA, LAECANIUS CSALÁD, AMPHORA, VILLA, OLÍVAOLAJ, KERESKEDELEM

Előszó

Az Adria északkeleti részén található az Isztriai félsziget, melynek déli részén terül el a 14 tagból álló Brijuni szigetcsoport (1. ábra). Legnagyobb tagja a Veli Brijun (Brioni Grande), melynek alapterülete 579 ha. A szigeteket a híres természettudós idősebb Plinius (NH 3.26.151) Pullariae néven említette, ugyanígy szerepel a Római Birodalom nyilvános útvonalleírásában a Tabula Peutingeriana-ban is (segm. IV.1).

A tanulmányban bemutatásra kerülő fažanai amphora műhely és a Brijuni szigeten található villák szerencsés véletlennek köszönhetik felfedezésüket. 1893-ban az Osztrák-Magyar Monarchia egy gazdag iparmágnása, Paul Kupelwieser, megvásárolta a Brijuni szigeteket. Elhatározta, hogy egy nyaraló központot, mai

szóval wellness centrumot fog létrehozni. Elsőként Robert Koch segítségével megszüntették a maláriát. A luxus szállodák és a közlekedési utak építése során számos helyen római falakat találtak. Ekkor Kupelwieser a pulai gimnáziumban tanító régész-történészt, Anton Gnirst kérte fel az ásások vezetésére, aki három villát ásott ki Brijuni szigetén. A szigettel szemben fekvő kisvárosban, Fažanában, vízvezeték építése során, felfedezett egy kerámia műhelyt. A második világháború után Josip Broz Titónak megtetszett a szigetcsoport. Tito marsall itt alakította ki magánrezidenciáját és számos villája közül az egyik, a Castrum villa mellett épült fel. Később ennek a villának a feltárását Tito kezdeményezte és támogatta. Tito halála után nemzeti parkká nyilvánították a szigeteket.



1. ábra:
Isztria térképe (Tabula
Imperii Romani L 33)

Fig. 1.:
Map of Istria (Tabula
Imperii Romani L 33)

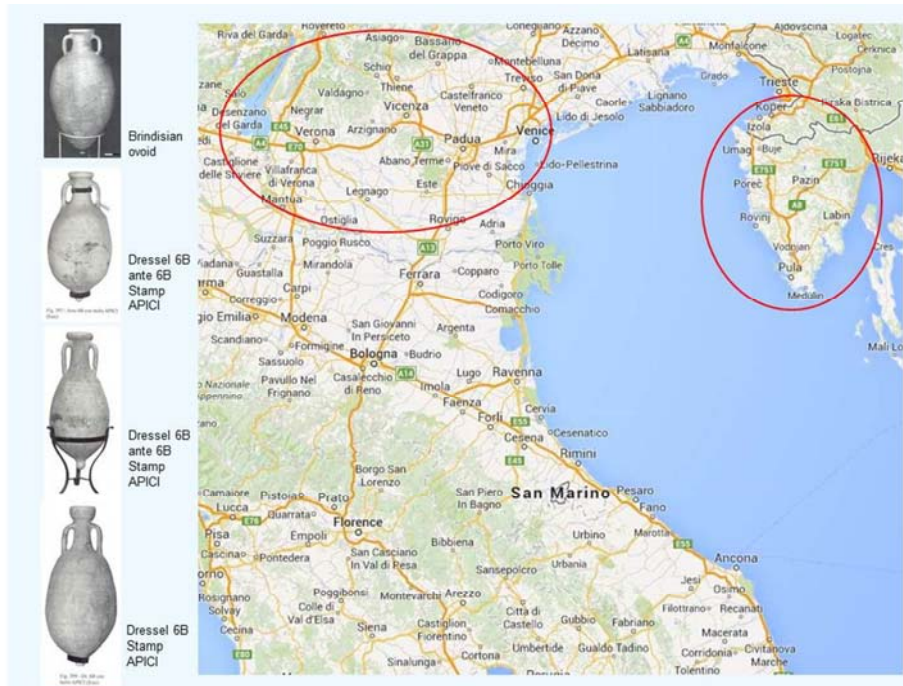
Miért fontos a Laecanius-kutatás?

Az ókori források, feliratok, villák, bélyeges tetőcserepek és amphorák egy összefüggő gazdasági egység vizsgálatára adnak lehetőséget. Erre kevés példát találunk a római korban. Ismerjük a Laecanius család történetét, kiásták műhelyüket és villáikat. Az amphorák epigráfiai adatai finom kronológia kialakítását tették lehetővé. A közzétett vizsgálatok eredményei pedig új lehetőséget nyújtanak a gazdasági folyamatok elemzésében. A petrológiai elemzések az 1980-as években kezdődtek a neutronaktivációs vizsgálatokkal (Balla Márta BME). Ezután a vékonycsiszolatok leírása (Józsa és Szakmány 1987) mellett a pordiffrakciós vizsgálatok is folytak (Weiszburg és Papp 1987). A leletek publikálása után egy kis szünet következett. 1998-ban meghívást kaptam David Peacocktól és a Laecanius amphorák petrológiai vizsgálatát a southamptoni egyetem régészeti tanszékén folytathattam. Közben egy ICP-MS vizsgálatra is sor került (Andy J. Milton, Ocean and Earth Science, National Oceanography Centre, University of Southampton), de folytatás nélkül. Közben Maria A. Mange (Oxford University, Department of Earth Sciences; később University of California, Department of Geology) is bekapcsolódott a kutatásba. A nehéz- és könnyűásványok kiértékelésével új elemeket hozott az eddigi vizsgálatok mellé (Mange és Bezeczyk 2006 és 2007). Ekkor kilenc petrológiai csoportba soroltuk a fazanai műhely amphoráit. A legújabb kutatások 2011-ben kezdődtek.

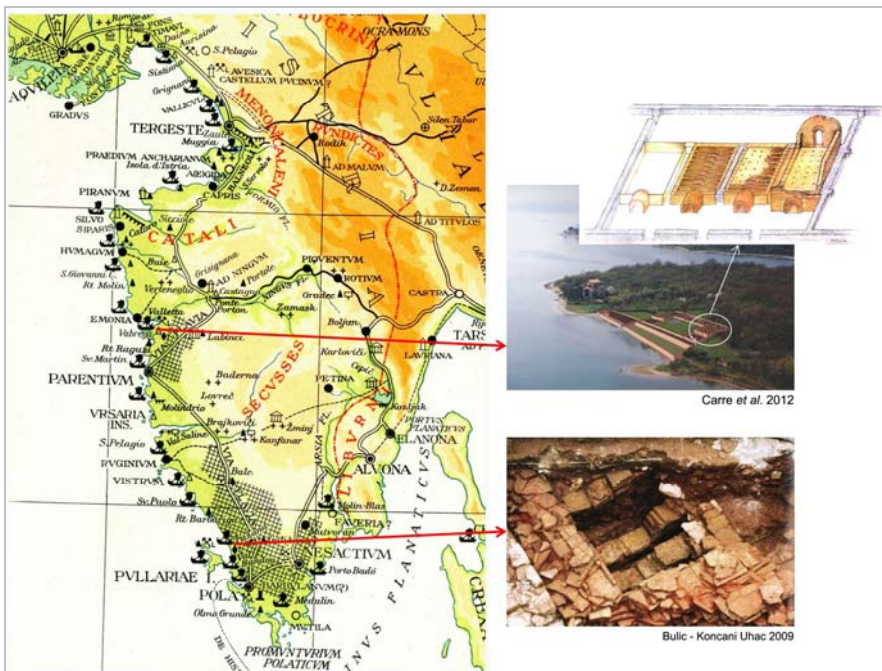
Rövid történeti áttekintés

Az észak-adriai terület kedvező fekvése miatt a római *senatus* többször is megfontolta az Isztriai félsziget meghódítását. Többek között ez is szerepelhetett a tervekben, amikor Aquileiát alapították (Kr.e. 181). Sokáig megelégedtek a terület ellenőrzésével és a vad törzsek megfékezésével (Titus Livius 41.34). Később a Julius Caesarral érkező itáliai telepesek segítették a romanizációt. Tergeste (Kr.e. 51) és Pola *coloniát* (Kr.e. 46-45) is ebben a periódusban alapították. Octavianus Augustusnak és környezetének (Statilius Taurus, Maecenas, Livia) érdeklődése a félsziget iránt, a Dráva – Száva folyók körzetében elő iapodok ellen indított háború idején kezdődött el (Kr.e. 35-33). A félsziget egyre szorosabb kapcsolatba került Itáliával és valamikor Kr.e. 18-12 között a Regio X (Venetia et Histria) részévé vált (Degrassi 1953).

Az olívaolaj volt az Isztriai félsziget legfontosabb exportja közel 200 éven keresztül. Az ókori írott források (Plinius NH 15.8; Martialis 12, 63; Pauszaniasz 10, 32, 19; Cassiodorus, 12, 22-26) dicsérték és egyenértékűnek tartották a baeticaival. A rómaiak számos olajfa- és szőlőültvényt telepítettek megjelenésük után a félsziget nyugati partszegélyén (Matijašić 1988). A köztársaság kori apuliai területeken a gazdasági válság eredményeként az augustusi kor végén megszűnik a brindisi olaj termelése.



2. ábra:
Olívaolaj készítő területek (észak-Itália és Isztria), amphora típusok (Brindisi, ante Dressel 6B és Dressel 6B amphorák, APICI bélyeggel, Toniolo 1993, után)
Fig. 2.:
Olive oil production areas (N-Italy and Istria), amphora types (Brindisi, ante Dressel 6B and Dressel 6B amphorae with APICI stamps, after Toniolo 1993)



3. ábra:
Feltárt amphora műhelyek, Loron és Fažana
Fig. 3.:
Excavated amphora workshops, Loron and Fažana

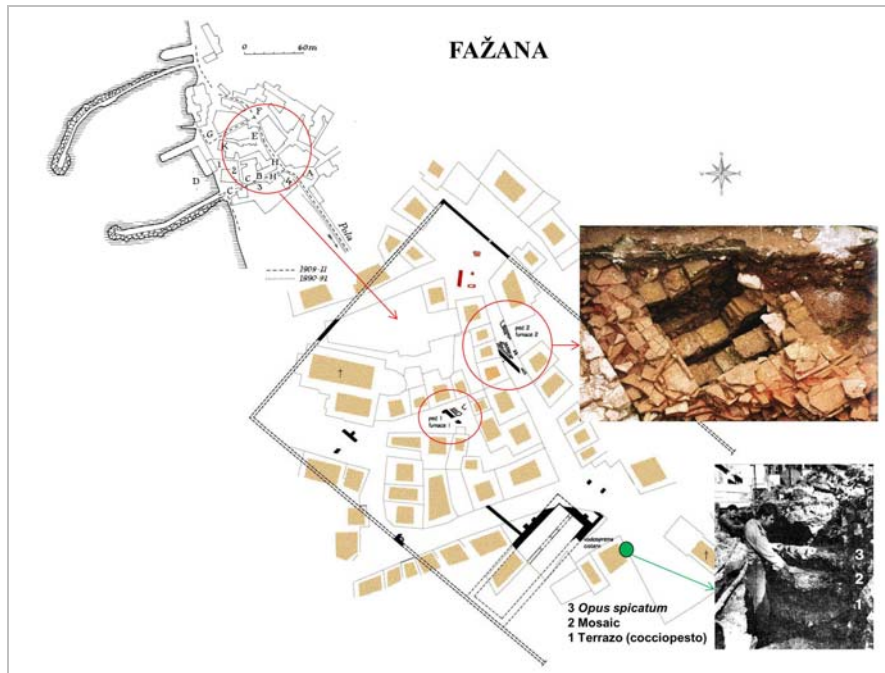
Egyes kutatók (Baldacci 1967-1968; Manacorda 1995) a köztársaságkori apuliai olaj termelésének folytatását vélik felfedezni az Isztrián. A változások révén új gazdasági lehetőségek kínálkoztak Isztrián a római politikai elit számára.

Olívaolaj készítése az észak-adriai területeken

Itáliai olajgyártás és az amphorák

Az isztriai olajgyártásról egyre több ismerettel rendelkezünk. Az adatok alapján ma már nyilvánvaló, hogy észak-Itáliában is hasonló

termelés folyt. Az olívaolaj szállításához használt amphora formákat az itáliai minták alapján készítették. Az ante Dressel 6B és Dressel 6B amphorák gyártásáról általában keveset tudunk (5. és 7. ábrák). A legkorábbinak vélt ante Dressel 6B amphora csoport formai elemei megegyeznek egyes brindisi amphorákkal (Toniolo 1993; Carre & Pesavento Mattioli 2000). Bár amphora műhelyeket eddig még nem találtak Észak-Itáliában, de az amphora bélyegeken szereplő néhány család neve padovai és veronai feliratokról is ismertek (Buchi 1973; Tassaux 2001; Cipriano & Mazzocchin 2000 és 2002; Cipriano 2009).



4. ábra:
Fažana térképe, égető kemence, modern ásatások (Bulić & Koncani Uhač 2010 térképe alapján)

Fig. 4.:
Map of Fažana, kilns, map of the modern excavation (after Bulić & Koncani Uhač 2010)

A családok tagjai közül néhányan fontos hivatalokat viseltek a köztársaságkor végén (Kr.e. 38-ban volt *consul* Appius Claudius Pulcher; a Sepullius család egy tagja, Publius Sepullius Macer, *triumvir monetalis* volt Kr.e. 44-ben; Publius Quinctius Scapula valószínűleg azonos a földbirtokossal és kereskedővel, akit Cicero és az idősebb Plinius is említett). Az altinói múzeumban található az APICI bélyegeg (2. ábra), melyek egyszer az ante 6B, máskor a klasszikus Dressel 6B amphora formákon szerepelnek (Toniolo 1993).

Az észak-itáliai olaj exportálása Kr.e. 1. század közepén kezdődött és a Kr.u. 1. század közepe körül megszűnt. Ezután más amphorákban szállították az olajat és az olívat (Schörgendorfer 558, Porto Recanati típusok).

Isztriai olajgyártás

Az olaj sajtolásának nyomai számos villagazdaságban követhető Trieszttől Puláig. Isztrián eddig csak két amphora készítő műhelyt tártak fel. Az egyiket Poreč mellett Loronban, a másikat Fažanában (3. ábra). Az amphora- és téglabélyegeg alapján (P.C.QVIR; TRAVL ET CRIS; P.ITVRI SAB; THAL; C.ALTE) feltételezik néhány gyártóközpont létezését Isztria északi részén is. Az isztriai termelők Dressel 6B típusú amphorákat használtak. A kutatók sokáig vitáztak, hogy mit volt a tartalmuk ezeknek az amphoráknak? A magdalensbergi ásatásokon előkerült amphorák festett feliratai 'isztriai' olajat említenek: *Olei Histr(ici) flos/ p(ondo) V/ ... Q(uinti) [T]usidi Dext[ri]; Olei his[trici]* (Piccottini 2000-2001).

Amphora készítő műhelyek

Porečtól (Parentium) 10 km-re északra, a cervari öbölben található a lroni műhely (3. ábra), ahol négy égető kemencét ástak ki (Carre et al. 2012). Horvát-fancia-olasz ásatások alapján rekonstruálható, hogy a műhely első tulajdonosa (Kr.u. 10-30) Statilius Taurus Sisenna volt (Kr.u. 16-ban volt *consul*). Valószínűleg őt követte Messalina, Claudius császár felesége (Kr.u. 30-50), aki MES·CAE bélyeget használt (Manacorda 2010). Erre az időszakra kelteznek még a CRISPINILL(I) és CRISPIN bélyeges amphorákat is. Majd később az 50-60-s években AELI·CRIS bélyegegkel jelölték az edényeket. Ezután Calvia Crispinilla volt a tulajdonos 60-80 között. Calvia Crispinilla jól ismert személy Nero korában, akit Tacitus (Histories I. 73) *magistra libidinum Neronis* ("neroi bujaságok oktatója/tanácsadója") jelzővel illetett. Calvia halála után Domitianus, majd a későbbi császárok (Nerva, Trajanus, Hadrianus) tulajdonában volt a műhely (Marion & Starac 2001). Hadrianus korában megszakad vagy minimális szintre csökken az olajtermelés az egész Isztrián és többé nem készítenek Dressel 6B amphorákat. Erre később visszatérünk.

A Laecaniusok fažanai műhelye

A másik műhely Pulától északra, Fažanában került elő, ahol a kis település ráépült az antik romokra. Az ásatást vezető Anton Gnirs (1910a, 1910b és 1911) azonosította az égető kemence téglából épített falait a település közepén (4. ábra E). Az előkerült amphora bélyegeg alapján Gnirs biztos volt benne, hogy Caius Laecanius Bassus *senator* műhelyét találta meg. 1991-ben ismét kiásták a

vízvezeték, ekkor a St. Maria templommal szemben három különböző padlóréteget tártak fel (Bezeczy & Pavletić 1996). Ezek valószínűleg egy villához tartoztak, mivel még amphora, prés és *dolium* maradványokat is találtak. 2006-ban hozzákezdtek Fažana úthálózatának rekonstrukciójához. A kemence két égetőterét ásták ki, ami hasonló a laronihoz (Bulić & Koncani Uhač 2009). A kemencékkel azonos tájolású az a most előkerült víztároló, mely elválasztja a villát a fazekas-műhelytől (4. ábra).

A fažanai műhely működésében három nagyobb periódus különíthető el (Bezeczy & Pavletić 1996):

Az első periódusban a Laecanius senatori család volt a tulajdonos, ez Kr.e. 40-től Kr.u. 78-ig tartott, ekkor a *gens* kihalt örökös nélkül.

A második periódusban, 78-tól a Hadrianus kor végéig a földbirtokok és a műhely, a császári ház kezelésébe került és része lett a *res privata*-nak.

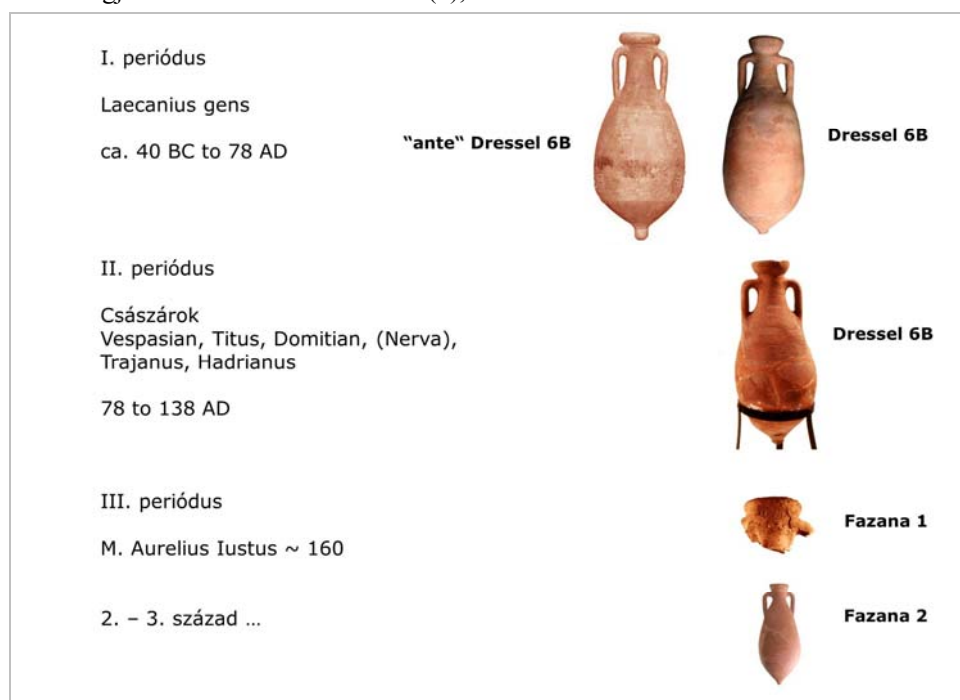
A harmadik periódusban, Kr. u 2. század második felében (esetleg a végén) gyártották M. Aurelius Iustus amphoráit, aki bérlője vagy tulajdonosa lett a műhelynek (5. ábra).

Az amphora bélyegek alapján egy részletesebb kronológiát (6. ábra) lehetett kialakítani (Bezeczy 2014 és v.ö. a cikk végén található listával (1. táblázat)).

A Laecanius család

Az amphorák keltezéséhez érdemes áttekinteni a Laecanius család történetét (Alföldy 1982; Tassaux 1982; Tassaux 1998; Bezeczy 1998). A család első ismert tagja Publius Laecanius Bassus (1), aki Kr.e.

90 körül született. Publius fia Caius Laecanius (2) az, akit Pula alapító polgárai között tartanak számon. Ante Dressel 6B amphoráit és tetőcserepeit C·LAECANI·P·F bélyeggel jelölte meg (Matijašić 1998; Toniolo 2011). Caius fia, ugyanezzel a Caius Laecanius névvel (3) *decurio* volt és amphoráit C·LAEC·A, a tetőcserepeket LAEC bélyegekkel szignálta. Fia, szintén Caius Laecanius Bassus (4), lovagi rangú volt. Amphoráit C·LAEC·BASSI bélyeggel jelölte és nála fordult elő először, hogy egy második bélyeg is szerepel az amphora peremén (FELIX·SER). A magdalensbergi ásatások rétegei alapján Kr.e. 10/5 keltezik ezeket az amphorákat. A család első jól ismert tagja *senator* Caius Laecanius Bassus *pater* (5), aki *praetor urbanus* volt Kr.u. 32-ben, *consul suffectus* 40-ben. A 64-es évre keltezett *sodales augustales claudiales* listában pedig p(ater)-ként említik. Amphora bélyegein LAEC bélyeg helyett LAEK formát használt, így ezután a “c” helyett mindig “k” betű volt a bélyegeken (meg kell jegyeznünk, hogy Laecanius formában írták nevüket az ókori források és ez szerepel az összes feliraton is). Fia ismét azonos néven, C. Laecanius Bassus (6) *consul ordinarius* volt 64-ben, vérmérgezésben halt meg 78-ban, ezt Plinius (NH 26.5) egy megjegyzéséből tudjuk. A 64. évben *consul* Laecanius (6) adoptálta Caecina Paetust (7), aki *consul suffectus* volt 70-ben, 78/79-ben *proconsul* Ázsia tartomány székhelyén, Ephesosban. Birtokai voltak Minturnae közelében, erről felszabadított rabszolgáinak feliratai tudósítanak. Fia C. Laecanius Bassus Caecina Flaccus (8), aki Brindisiben halt meg 18 éves korában. Végül ismert még C. Laecanius Bassus Paccius Paelignus (9), aki a 6. számú Laecaniusnak tett *dedicatiót* Romában.



5. ábra:
A fažanai műhely
kronológiája

Fig. 5.:
The chronology of
the Fažanai
workshop

I.	1	Késő köztársaságkor	Kr.e. 40 – ~ 25
	2.1	Augustus kora (Magdalensberg I)	Kr.e. ~ 25 – 10/5
	2.2	Augustus kora (Magdalensberg I)	Kr.e. 10/5 – Kr.u. 14
	3	Tiberius – korai Claudius kor (Magdalensberg II)	14 – 45/50
	4	Post magdalensbergi periódus	45/50 – 78
	4a	Post magdalensbergi periódus II	78
II.	5	Vespasianus kora	78 – 79
	6	Titus kora	79 – 81
	7	Domitianus kora	81 – 96
	8	Neva kora	96 – 98
	9	Trajanus kora	98 – 117
	10	Hadrianus kora	117 – 138
III.	11	M-Aurelius Iustus	~ 160

6. ábra:
A műhely részletes
kronológiája

Fig. 6.:
The detailed
chronology of the
workshop

A Laecanius amphorák bélyegei

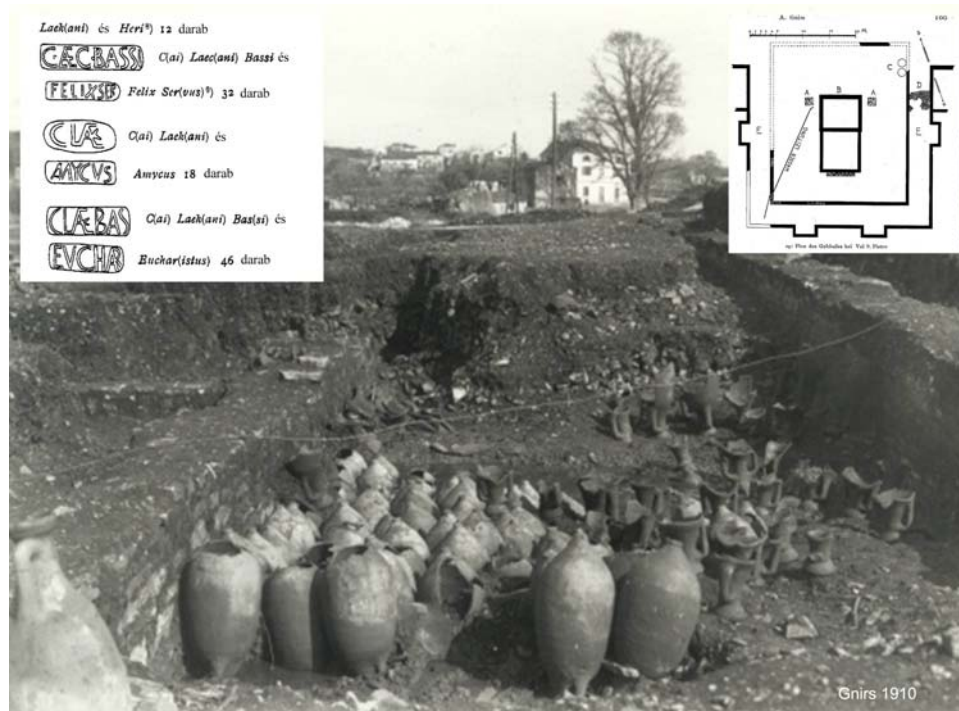
A fažanai amphorákat, a legkorábbiak kivételével, minden esetben két bélyeggel jelölték meg a peremükön (7. ábra). Középen a tulajdonos, az egyik fül fölött pedig a *vilicus* vagy műhelyvezető bélyege szerepelt (Bezeczky 1987; Bezeczky 1998). A lista alapján látható, (1. táblázat) hogy a termelés a Tiberiustól a korai Claudiusi korig volt a legjelentősebb, vagy ekkor bélyegezték le a legtöbb

amphorát. Ekkor 32 különböző bélyegzőt használtak (pl., Adel, Arcus, Carus, Clarus, Comus, Eucharistus, Felix, Fuius, Herius, Hermes, Ialysus, Opius, Optatus, Speratus, Synthropus, Urbanus, Viator). Nyilván néhány bélyeg még később is forgalomban volt. A következő, post-magdalensbergi periódusban (45/50 és 78 között) már kevesebb bélyeget ismerünk (Amethystus, Amycus, Crescentis, Martius, Nicomedes, Pierius).



7. ábra:
Laecanius
amphorák és
bélyegek

Fig. 7.:
The Laecanius
amphore and the
stamps



8. ábra:
Egész amphorák a pulai Val San Pietro ásatásáról (Gnirs 1910a)

Fig. 8.:
Complete amphorae from the excavation Val San Pietro, Pula (Gnirs 1910a)

Külön érdemes foglalkozni a Laecaniusok mellett található második bélyeggel, mely csaknem minden Fazanában készített amphorán szerepel. Kik bélyegezhették az amphorákat a tulajdonos mellett? Valamilyen elszámolási rendszer részei lehetettek ezek a bélyegek. Mint később látni fogjuk, hogy kb. kilenc Laecanius villáról lehetett szó és a termelés nagyságát és az ehhez szükséges amphorák mennyiségét csak a villák munkáját irányító *vilicus*ok tudták megmondani. Ezért is fordulhatott az elő, hogy a különböző korban készített, felesleges egész amphorákat később máshol is fel tudták használni (8. ábra), pl. egy pulai épület alapozásához, mely mocsaras területen feküdt (Gnirs 1910a; Bezaczký 1998). Az építkezés idején esetleg már más *vilicus*ok voltak a villák élén és bélyeges amphoráikat már nem használhatták többé. Más véleményeket is megfogalmaztak ebben a kérdésben. Ezek szerint a fazekasműhely irányítóinak esetleg az amphorák minőségi ellenőreinek a bélyegeivel kell számolnunk.

A műhely következő tulajdonosai

A 78-as évben a bélyegeken négy *vilicus* / műhelyvezető (Clymenus, Datus, Paganus és Ptolemaios) nevét ismerjük Laecanius mellett. Ugyanez a négy név megjelenik Vespasianus bélyegei mellett is. Az új tulajdonos elsősorban az amphora bélyegeken keresztül mutatható ki (Baldacci 1967-1968; Tassaux 1982; Bezaczký 1998; Bezaczký 2001; Bezaczký 2014). A császári adminisztráció nemcsak a műhelyt, a villákat és a munkaerőt vette át, hanem azokat is, akik a termelést irányították. Persze az alatt a másfél év alatt, amíg Vespasianus neve található az

amphorákon, még más nevek is előkerültek (Barnaues, Colonus, Pollio) (Bezaczký 2014). Nyilvánvaló, hogy az örökbefogadott C. Laecanius Bassus Caecina Paetus (7) nem használhatta a birtokot. A hatalmas jövedelmet termelő műhelyt és a villákat Vespasianus császár saját birtokaihoz csatolta és az adoptált Laecaniust elküldte Ephesosba helytartónak (Tassaux 1982; Bezaczký 2013).

Vespasianust követő Titus, Domitianus, Nerva, Trajanus és Hadrianus császárok idején kevesebb amphora bélyeget ismerünk. Gondolhatunk arra is, hogy átszervezték az isztriai termelést és a volt Laecanius birtokokon az olaj gyártása lecsökkent vagy csak kevesebb amphorát bélyegeztek. Esetleg Loronban vagy más helyeken növelték a termelést. Loronban sokkal több bélyeges amphorát ismerünk Domitianustól Hadrianusig tartó időszakban.

Az isztriai termelés hanyatlása

Hadrianus uralkodása alatt készült az utolsó Dressel 6B amphora. Ebben az időben az egész Isztrián, talán a rossz idő miatt, az olajfák egy része elfagyott vagy más eddig ismeretlen okok miatt elpusztult és a termelők nem voltak képesek elegendő olívaolajat szállítani korábbi piacakra (Bezaczký 1998). Ettől kezdve baeticai olajjal látták el a provinciákat (Raetia, Noricum és Pannonia). Annyira nagy lehetett az olaj hiánya, hogy még a Brijunin levő castrumi villába is baeticai olajat importáltak, amit egy Dressel 20 amphora bélyege (pálmalevél M[AF]), egy graffiti és számos amphora töredéke is mutat.

Kimutathatók még a hiány enyhítésére hozott észak-afrikai olajos amphorák is.

Az isztriai olajtermelés megtorpanásával új helyzet állt elő. Egyrészt az olajfákat meg kellett metszeni és sokat újra ültetni. 25-30 évig is eltarthatott, mire megfelelő termést hoztak. A 2. század második felében új amphora típusok jelentek meg (Fažana 1 és 2), melyek készítése egészen biztosan változásokat jelentettek a fažanai műhely munkájában is (5. ábra). Ebben az időszakban egyetlen termelő nevét ismerjük M. Aurelius Iustus-t. Amphora bélyege fažanai műhely területén került elő, egy Fažana 1 amphorán. Az általa állított oltárt a Castrum villához közeli temetőben találták meg (Bezeczy 1998). A Fažana 1 formát eddig csak az Isztriai félszigeten mutatták ki.

Valószínűleg a 2. században hozzákezdtek a halmártások gyártásához és exportjához, amit a Fažana 2 amphorák mutatnak (5. ábra).

Az isztriai olaj felhasználási területe

A fažanai műhely amphoráinak elterjedése Torinótól Aquicumig és Riminiig követhető

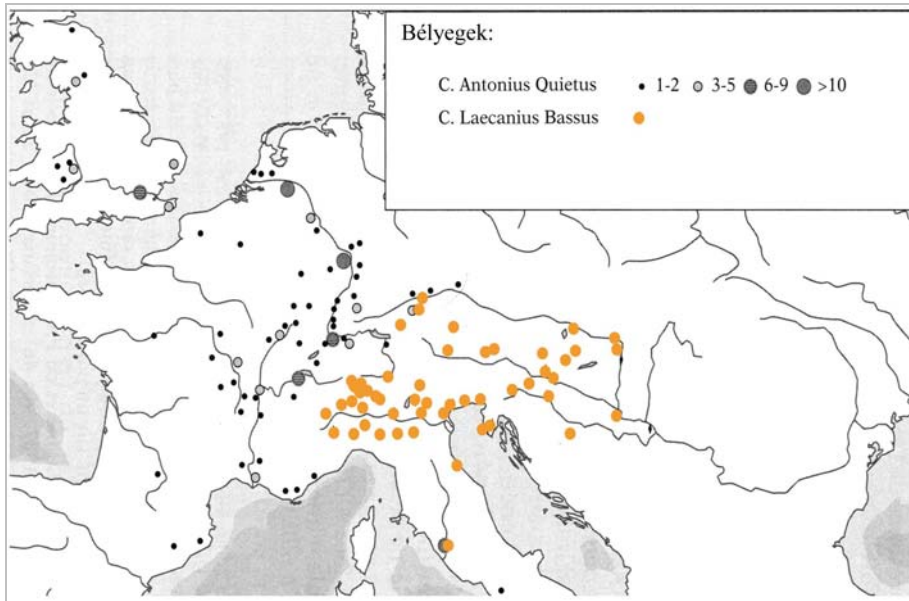
nyomon (9. ábra). Dáciában is előkerültek Dressel 6B amphorák, de ezek azonosítása még nem történt meg. Pannoniában a Tiberius és korai Claudius korban kerültek elő amphorák a Dráva-Száva által határolt területeken és a Borostyánkő út melletti településeken. A Duna mellett (Ráckeve) előkerült példány is Claudius kori. A post-magdalensbergi periódusban (45/50-78) már Aquincumot és Solvát is elérték a szállítmányok. A késő Vespasianus és Titus periódusokban (78-81) Sisciával, Mursellával és Aquincummal bővült a lista. Domitianustól Hadrianusig egyelőre csak Pannonia Superior területén ismerünk fažanai amphorákat. Elterjedésüket vizsgálva jól megkülönböztethetők azok a területek, ahová isztriai és a baeticai olajat szállították. Az André Tchernia (2011) által készített térkép a Kr.u. 1. század közepére jellemző, de ez a világos gazdasági határ egészen a 2. század elejéig megmaradt (10. ábra).

Ezt a tanulmányt más amphorák esetében itt be lehetne fejezni. A Laecaniusok esetében azonban tovább lehet vizsgálnunk villákat, ahol az olívaolajat előállították.



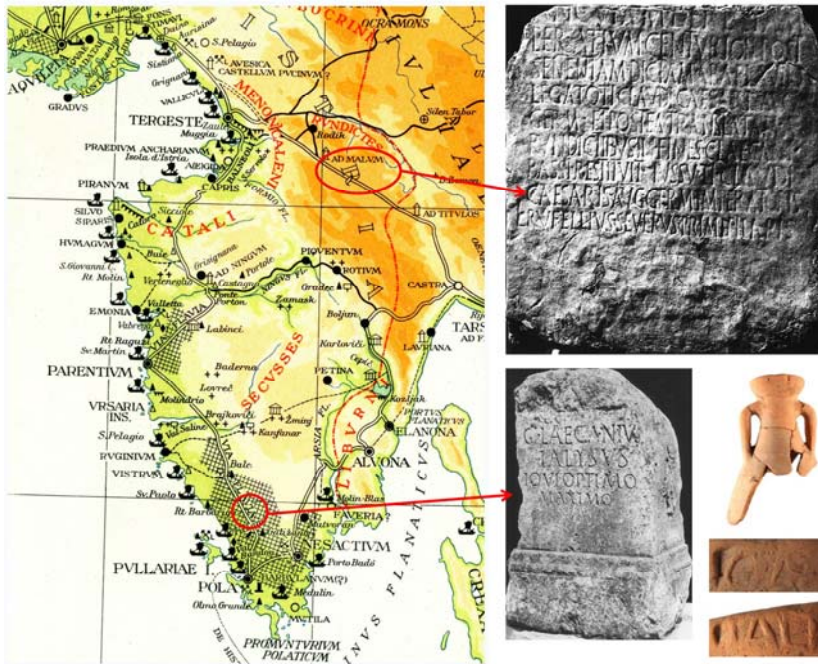
9. ábra: Fažanai amphorák elterjedési térképe (Bezeczy 2015)

Fig. 9.: Distribution map of the Fažana amphorae (Bezeczy 2015)



10. ábra:
 Dressel 6B
 (C. Laecanius Bassus)
 és Dressel 20
 (C. Antonius Quietus)
 amphorák elterjedési
 térképe (Tchernia 2011)

Fig. 10.:
 Distribution map of the
 Dressel 6B (C.
 Laecanius Bassus) and
 Dressel 20 (C. Antonius
 Quietus) amphorae
 (Tchernia 2011)



11. ábra:
 Laecanius feliratok
 (Materija és Sv. Mihovil
 Bajolski területén)

Fig. 11.:
 Inscriptions of Laecanii
 (Materija and Sv.
 Mihovil Bajolski area)

Laecanius feliratok

Az egyik legfontosabb felirat Claudius korából származik (11. ábra). Ez egy észak-isztriai Laecanius birtokot említi, Materija mellett (jelenleg Szlovénia), a földterület nem lehetett jelentéktelen, mivel nagyságát egy bennszülött csoport (rundictesek) területével hasonlítja össze:

[H]anc viam directam / per Atium centurion(em) post / sententiam dictam ab A(ulo) Plautio, / legato Ti(beri) Claudi Caesaris Aug(usti) / Germ(anici), et postea translata a / Rundictibus in fines C(ai) Laecani / Bassi restituit iussu Ti(eri) Claudi /

Caesaris Aug(usti) Germ(anici) imperatoris / L(ucius) Rufellius Severus primipillaris.(CIL V. 698 = II 376).

A felirat jogi értelmezése hosszú idő óta vitatott, azonban fontos adat a Laecaniusok észak-isztriai jelenlétére. A terület elsősorban állattenyésztésre, fakitermelésre volt alkalmas. A birtok Trieszttől 24 km-re található. Biztos, hogy a Laecaniusok rendelkeztek más birtokokkal Pula környékén. Egy oltár 6 km-re Fažanától, Vodnjan/Dignano közelében (San Michele di Bangole) került elő (11. ábra).

Ezen C. Laecanius Ialysus *dedicatio*ja szerepel Jupiterhez:

C-Laecanius / Ialysus / Iovi optimo / Maximo (CIL V. 14 = II 630)

Valószínűleg a feliraton szereplő felszabadított rabszolga azonos azzal, akinek a neve szerepel az amphorákon is IALIS és IALI formában. Lehetséges, hogy ez a személy a Laecanius család birtokán telepedett le?

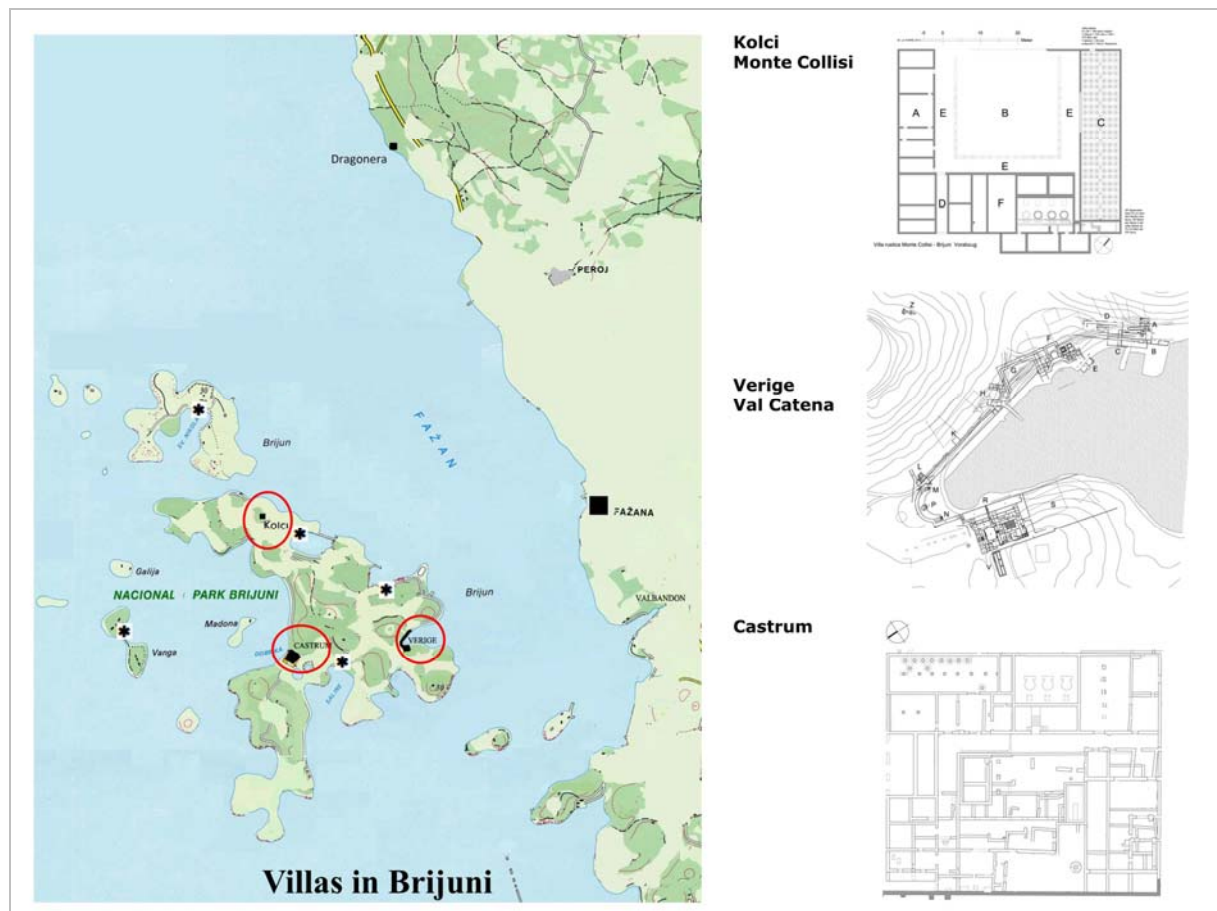
Végül említenünk kell a Pulában előkerült C. Laecanius Menander sírkövét is, aki a két *senator* Laecanius titkára lehetett, erre utal *patronus* szó többes száma: *C-Lae[ca]n[us] / Menand[er] / IIIII vir Augus[t]ialis / accens(us) patronum / sibi et L(a)ecaniae Thaliae / [mat]ri et Po[lybio] lib(erto)* (CIL V. 8142 = II 114).

Laecanius villák

A Brijuni szigeteken nyolc villát említett Anton Gnirs, ezekből hármát tárt fel. A térképen csillaggal jelöltük azokat a villákat, melyeket nem ástak ki (**12. ábra**) (Bezeczky 1998; Matijašić 1998; Schrunck & Begović 2000).

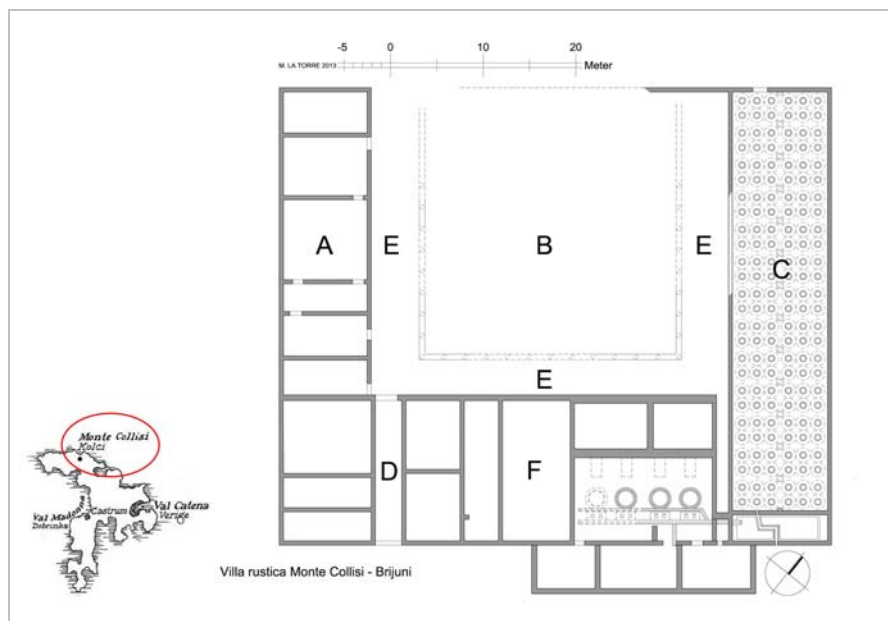
Kolci / Monte Collisi

A villa a sziget északnyugati részén található. Az épület három szárnya közrefogott egy központi udvart (**13. ábra**). Gnirs (1908) az épület D-i részén találta meg a konyhát, ennek folytatásában négy olajprést és a hozzátartozó olajtároló medencét (*lacus*). A téglalap alaprajzú olajpincében 156 *dolia* (nagy méretű agyagból készült hordók) elhelyezésére volt lehetőség. Cato könyvéből (12.10) ismerjük, hogy egy 240 *iugerum* olajfaültetvény felszerelése mit tartalmaz. Ezek között említi, mire van szükség a pincében: 100 *dolia* az olajnak, 10 *dolia* az *amurcanak* (olajhab), 10 *dolia* a bornak, 10 *dolia* a szőlőtörkölynek, 20 *dolia* a gabonának, 1 *dolium* a csillagfürtnek, ez összesen 151. Nyilván mindenhol a helyi viszonyok határozták meg az edények számát. Itt szükséges megjegyezni, hogy minden villa esetében gondoskodni kellett a munkások/rabszolgák szállásáról (*vilicus* és felesége mellett még más munkásokra is szükség volt, esetünkben 5-re, ezeken kívül még kellett 3 ökörhajtó, 1 szamaras, 1 kanász, 1 juhász).



12. ábra: Laecanius villák Brijuni, Fažana és Dragonera területén (La Torre 2015)

Fig. 12.: Laecanius villas in Brijuni, Fažana and in Dragonera (La Torre 2015)



13. ábra:
Kolci / Monte
Collisi villa
(La Torre
2013)

Fig. 13.:
The villa of
Kolci / Monte
Collisi (La
Torre 2013)

El kellett helyezni a használt eszközöket és az állatokat is (3 pár ökör, 3 szállítónyerges szamár, 1 malomvonó szamár, 100 juh, stb.). Ezeket az épületeket eddig még nem találták meg.

Verige / Val Catena

A Verigei / Val Catenai öbölben találjuk az észak-adriai partvidék egyik legnagyobb tengerparti villáját (**14. ábra**). Az északi parton a fürdő (*thermae*), tornacsarnok (*palaestra*) és a pihenőszoba (*diaeta*) után egy hosszú oszlopcsarnok, majd egy újabb diaeta (L) vezet a templom körzetéhez (M-P-N). A kultikus épületek félkörben egy oszlopcsarnokkal (*peribolus*) voltak összekötve, köztük a Venusnak, Neptunnak és egy ismeretlen istennek szentelt templomokkal. Ehhez kapcsolódik a déli parton egy önálló lakótömb, a teraszház (R) és ezen belül a gazdasági rész. Külön kell említeni az északi part keleti részén levő épületeket (A-D), amelyeket hol egy nagyméretű villa gazdasági részlegeinek, hol egy önálló *villa rustica*-nak tekintenek. A fürdő közelében, de attól teljesen elkülönítve volt kialakítva a tengerben egy halak tárolására szolgáló *aquarium* (*piscina*) (Gnirs 1901-től 1915-ig évente publikálta az ásátások adatait).

Teraszház

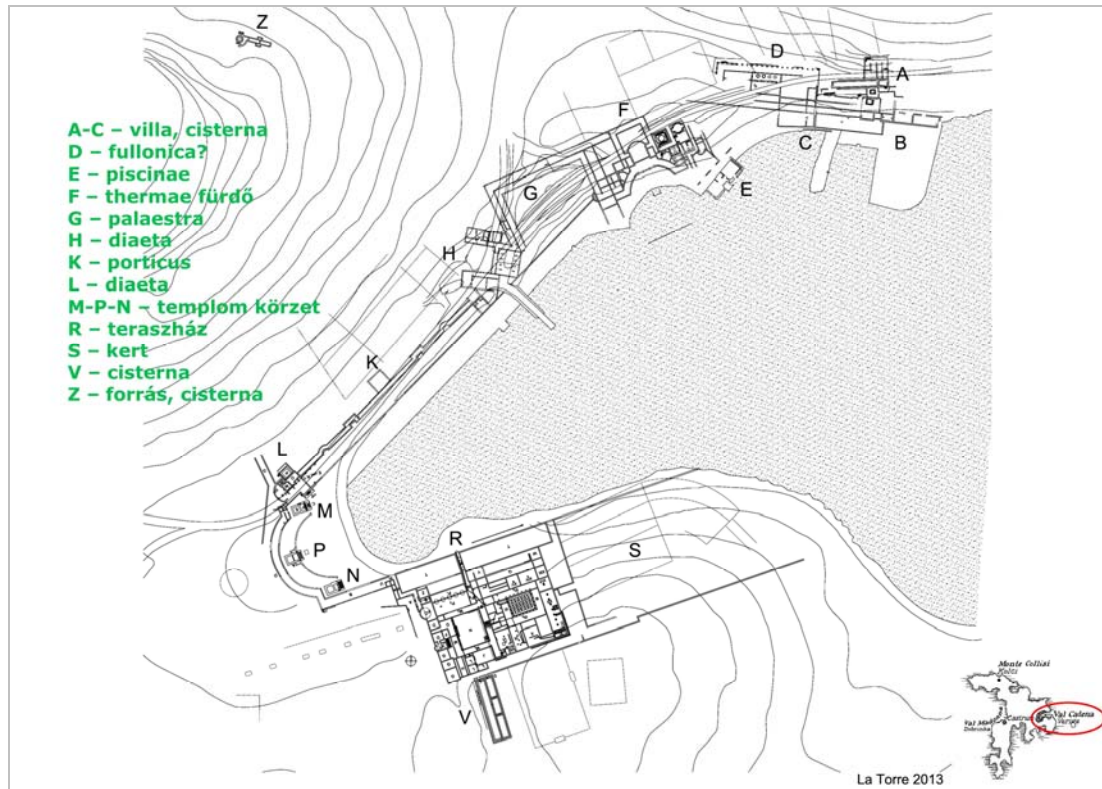
Az öböl déli részén épült a lakóépület, az ún. teraszház, amely a domborzati viszonyoknak megfelelően a tengerparti részen kétszintes volt. Az

épület két részből áll, egyik fele a lakótömb, a másik fele a gazdasági egység (**15. ábra**).

A földszinten van egy nagy terem és több kisebb szoba, amelyek funkciója nem ismert. Az emeleti rész közepén egy kert volt (N), amely oszlopos folyosóval (*peristylum*) volt körbefogva. A kert mögött van az étkező terem (*triclinium*) és néhány pihenő szoba (J, L) és a fekete-fehér márványpadlóval borított fürdőszoba. Egy félkupolával fedett terem (*apsis*) mellett (C) egy nyitott oszlopos folyosó nézett az öbölre. Az ásátás során színes mozaikpadlókat, falfestményeket, márvány inkrusztációkat találtak, ezekből az ásátás után nagyon kevés maradt ránk. Feltételezik, hogy az eredetileg a domboldalba épített gazdasági részt önálló épületnek tervezték, csak később integrálták a teraszos épületbe.

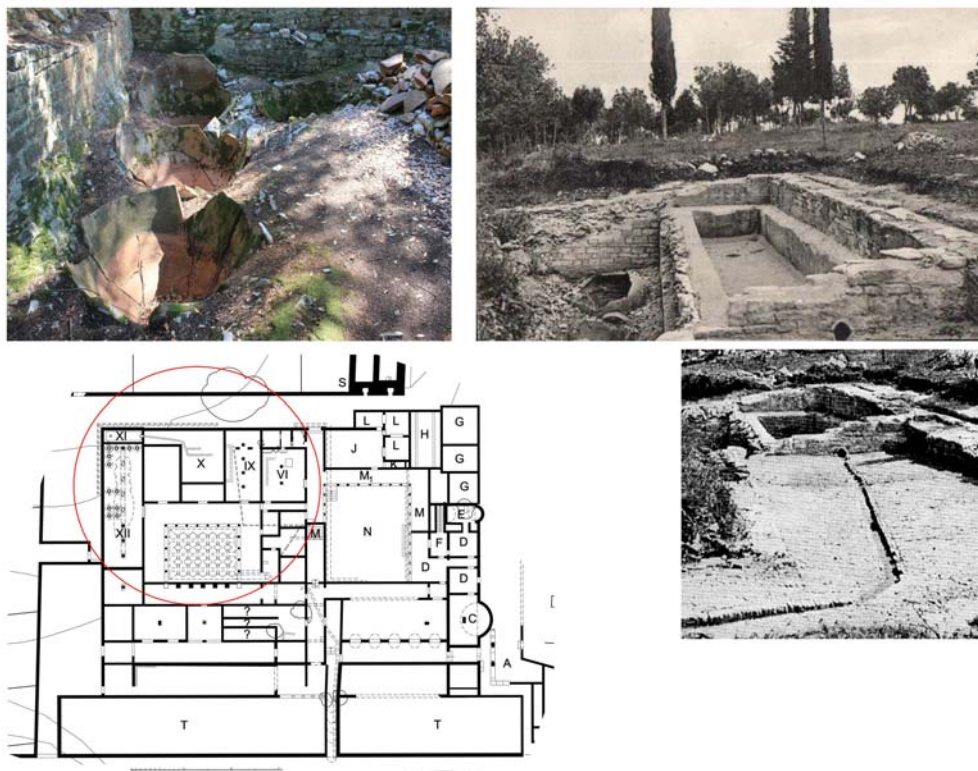
A teraszépület fölött van egy nagyméretű víztároló, két medencével (S). Az *opus signinum* technikával épített közel 1400 m³ kapacitású ciszterna a Bunar Gradina (Monte Castellier) forrás vizét használta (**14. és 16. ábrák**). A forrás a teraszépülettel szembeni oldalon volt (Z). A vizet két nagy ciszternában tárolták. A medencék tengerszint feletti 18-20 méteres magassága elegendő nyomást biztosított ahhoz, hogy a víz eljusson a lakótömb víztárolójához. Az ólomból készült vízvezetékcső a templom mellett érte el a teraszházat.

A villáról számos rekonstrukció készült, itt a Gnirs (1915) által publikált verzió látható (**17. ábra**).



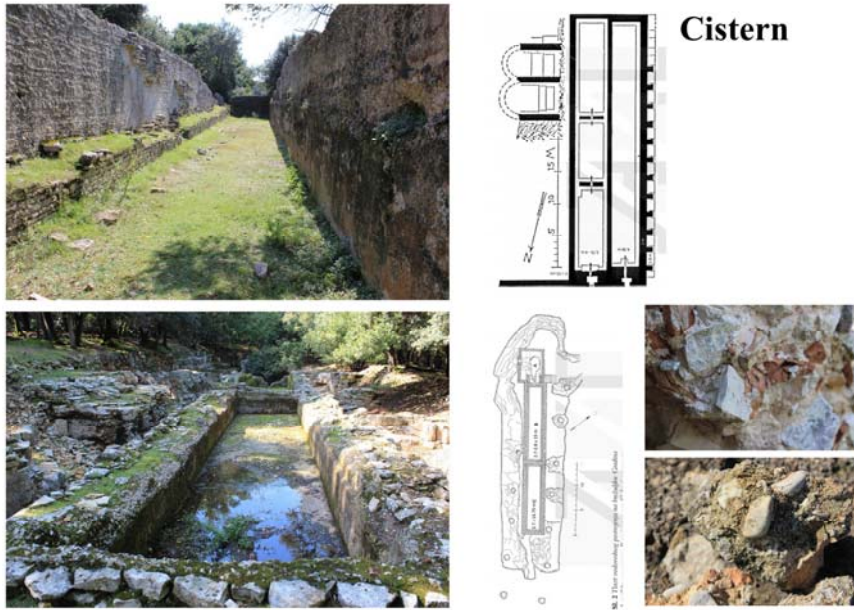
14. ábra: Verige / Val Catena villa (La Torre 2013)

Fig. 14.: The villa of Verige / Val Catena (La Torre 2013)



15. ábra: Teraszház, olajpince doliákkal, gyűjtőmedence (lacus), prés helyiség és olaj elvezető csatorna (Gnirs 1908; La Torre 2013)

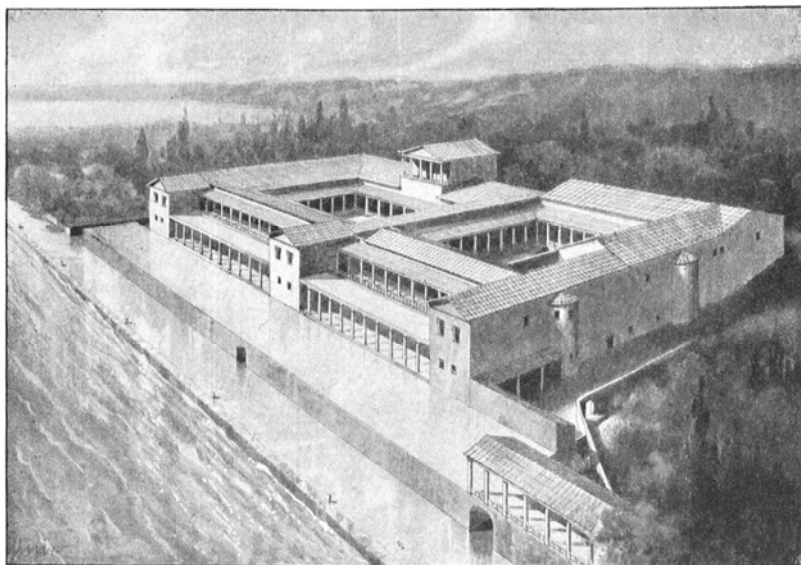
Fig. 15.: Terrace house, oil cellar, dolia, vat (lacus), press room and channel of the oil (Gnirs 1908; La Torre 2013)



Cistern

16. ábra:
Víztorló és a forráshoz tartozó medence, Verige villa (rajzok Gnirs 1908)

Fig. 16.:
Cistern and the water tanks of well, Verige villa (drawings after Gnirs 1908)

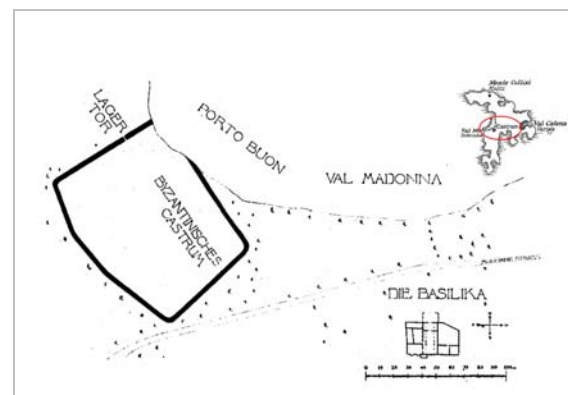


17. ábra:
Teraszház rekonstrukciója (Gnirs 1915)

Fig. 17.:
Reconstruction of the terrace house (Gnirs 1915)

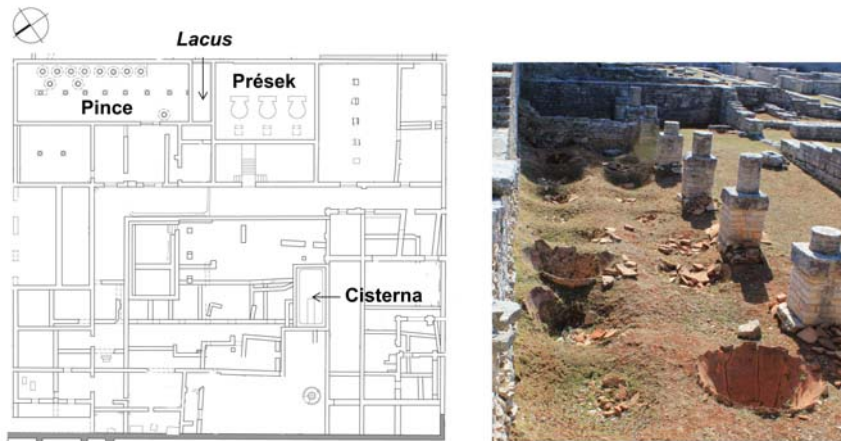
Castrum

Brioni sziget nyugati részén, a Val Madonna-i (Dobrinka) öbölben épült a Castrum villa, amit a késő római korban vastag falakkal vettek körbe és erődként használtak. Az 5-6. században építették a villa közelében a St. Maria templomot is (18. ábra). Az ásatásokat 1908-ban Gnirs (1911) kezdte el, majd 1952-től Stefan Mlakar, majd később a 70-as évek közepétől Anton Vitasović (2005) folytatta.



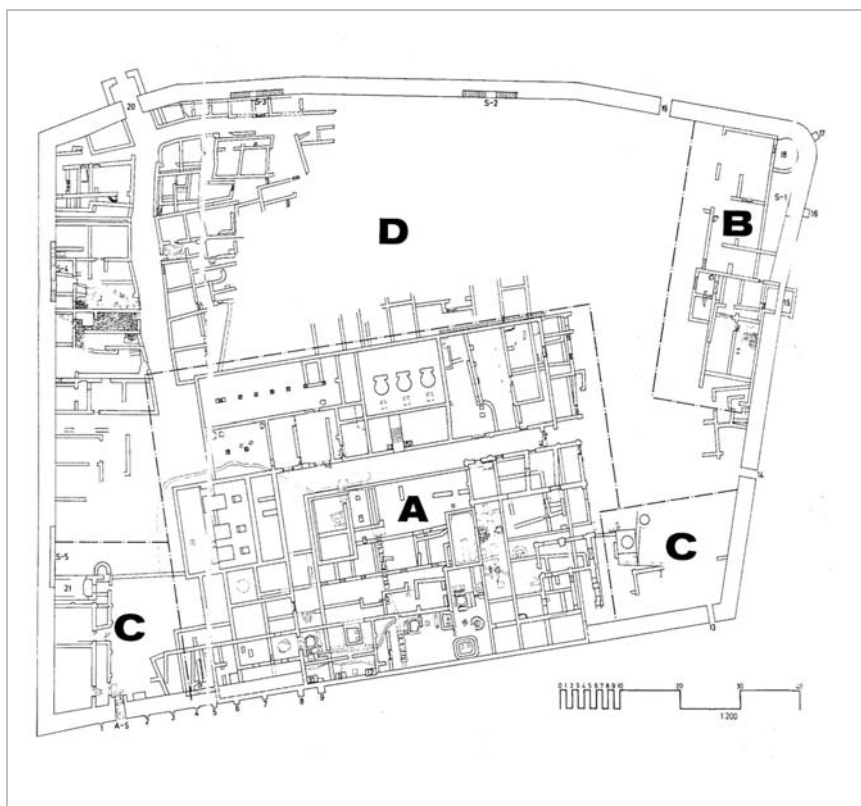
18. ábra: Castrum villa és St. Maria bazilika (Gnirs 1911)

Fig. 18.: The villa of Castrum and the St. Maria basilica (Gnirs 1911)



19. ábra:
Castrum villa alaprajza és az olajpince doliákkal (La Torre 2013)

Fig. 19.:
The map of the Castrum villa and the oil cellar with dolia (La Torre 2013)



20. ábra:
Castrum villa (Mlakar 1975-1976)

Fig. 20.:
The map of Castrum villa (Mlakar 1975-1976)

Központi udvart, ciszternát, préseket és egy olajtároló pincét találtak az ásások során (19. ábra). Mlakar (1975-1976) közölt egy térképet, ahol az A és B részek a korai villához tartoznak, a C késő római / bizánci periódushoz (20. ábra).

Egy osztrák kutatási program keretében (FWF 23684), 2011 és 2014 között egy kutató csapattal megvizsgáltuk a kiásott amphorákat. 11 ezer amphora töredéket rögzítettünk egy FileMaker adatbázisban, ezekből 4600 perem, fül, alj, stb. volt azonosítható. Az összetétel szerint kb. 28 % itáliai és isztriai (keltezésük a Kr.e. 1. második felétől és a Kr.u. 2. század végéig), a keleti Mediterráneumból

pedig a leletek 37 %-át, észak-Afrikából pedig 34 %-át hozták. Az utóbbi amphorák főleg a 3. századtól a 7. századig keltezhetők. Mivel nagyon kevés ásási dokumentáció állt rendelkezésünkre, a villa különböző periódusait az amphorák alapján lehetett rekonstruálni. Az amphorák és a castrumi villa története nemsokára egy kötetben jelenik meg, a kutatásban résztvevők írásaival (Bezeczky 2016).

Dragonera

Még egy villát kell említenünk. Fažanától 5 km-re északra található a tengerparton. A Dragonerának nevezett villában olaj feldolgozáshoz használt eszközöket találtak (lacus, prés). Ezeken kívül számos Laecanius és császári bélyeggel jelölt

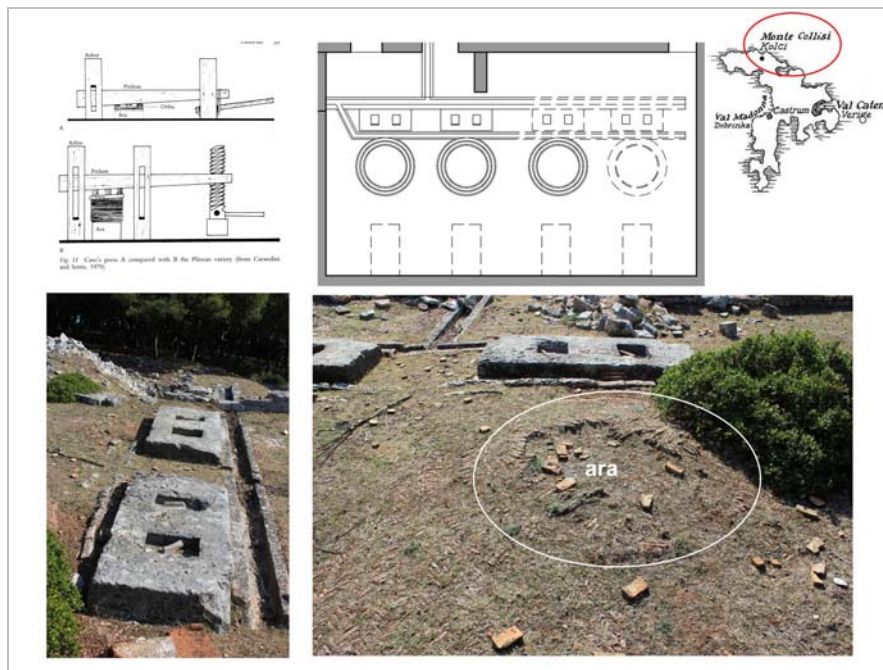
amphorát. Ezek a bélyegek Kr. u. 50 és 82 közé keltezhetők (Starac 2010b). A század közepétől egyre nagyobb mennyiségű olívaolajra volt igény, mivel az új Duna menti tartományokban egyre több csapat szolgált. A villában csak Laecanius amphorabélyegek (Starac 1910a) fordulnak elő a Kr.u. 1. század közepére keltezett rétegekben. Vagy a családhoz tartozott ez a tengerparti villa is vagy a tulajdonos nagyon szoros kapcsolatban állhatott a Laecaniusokkal. Előkerült néhány Vespasianus bélyeges amphora is. A villa termelése Titus idején is változatlan. Domitianustól Hadrianusig terjedő időszakra keltezhető amphorát nem találtak. Ez is talán összefüggésbe hozható az isztriai termelés átszervezésével, amit korábban említettem. Csak a

késő római amphorák száma jelentős újra, de nem éri el a castrumi villában talált mennyiséget.

Olajprések, olajpincék

A brijuni villákban az olajgyártáshoz használt eszközök teljesen azonosak voltak.

A Kolci villában négy olajprés működött (21. ábra). A présekkel szembeni falak 90 cm vastagok voltak. Ide voltak beépítve azok az oszlopok (*stipites*), amelyek a présnyelv (*prelum*) nyomását viselték. Minden préshez tartozik egy-egy nagyméretű (monolit) kőlap. A lapokba két négyzet alakú lyukat vágtak a függőlegesen álló oszlopok (*arbor*) részére.



21. ábra:
Olajprések, Kolci villa
(La Torre 2013)

Fig. 21.:
The oil presses, Kolci villa
(La Torre 2013)

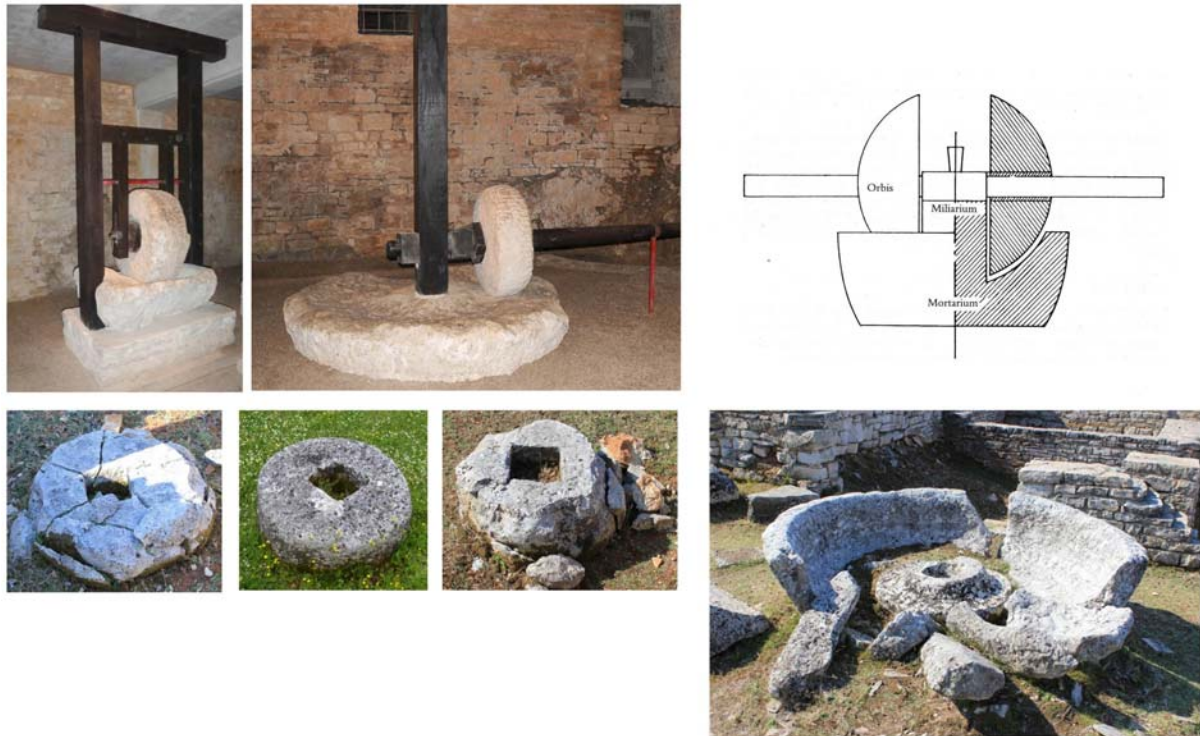


22. ábra: Gyűjtőmedence (*lacus*) a Castrum villában, *opus spicatum* aljzat

Fig. 22.: The vat (*lacus*) in Castrum villa, floor in *opus spicatum*

Mindenhol az arbort tartó kőlapok előtt van a kör alakú préságy (*ara*), ahová az olajbogyókat tették vessző- és gyékénykosárban (Columella 12.52.6). Az ara-t (átmérője kb. 1.9 m) kis kerámia téglákból (*spicae* - mérete 12 x 6,5 x 2,1 cm) készítették. A préságyak szélei mellett kőből készült gyűjtőcsatorna fut végig, ez vezette az olajat a medencébe (*lacus*). Itt választották el az olajat a keserű olajhajtól (*amurca*). A lacusból vezették át az olajat szomszédos helyiségben álló hordókba. Az első doliumból merték át az olajat a többi doliába, így tisztították az olajat (Cato 75.66; Columella 12.52.11). A pince mérete 10.2 x 42 m, amiből az ásatás alkalmával csak egy nagyon kis részt tárták fel.

A Verige villában, a préshelységben (X), csak a két prés maradványai és az olaj elvezetésére szolgáló csatorna maradt meg, ami *spicae*-ből készült. Ezekén keresztül jutott az olaj a gyűjtőmedencébe (*lacus* - XI).



23. ábra: Olajmalmok rekonstrukciója pulai múzeumban és Cato alapján; malomkövek és egy *mola olearia* a Castrum villában

Fig. 23.: Reconstructed oil mills in Pula Museum and Cato, millstones and *mola olearia* in Castrum villa

Közvetlenül a lacusba olyan kőből készült csatornán keresztül vezették át az olajat, ami a Kolci villában is előfordul. A lacusnál az oldalfalak betonból (*opus signinum*) készültek, az alj kis téglákból volt kirakva, *opus spicatum* technikával. A nagyméretű pincében 56 dolia található 4 sorban elhelyezve (XII), itt is az első sor közvetlenül a lacus mellett található (15. ábra). Isztrián októberben vagy novemberben van a szüret és az olaj préselése. Ezek alapján érthető, hogy a villában az elegáns lakórész az olaj készítése nem zavarta. A tulajdonosok a szüret idején már Rómában voltak és amikor tavasszal visszatértek már az amphorákban tárolták az olajat. Esetleg már el is szállították.

A Castrum villában a présekről nem ismerünk adatokat. Az olajpince mellett van a lacus, az olajat elvezető csatornáról nem tudunk semmit. Viszont a lacus kialakítása pontosan olyan, mint a másik két villában. A belső fal itt is *opus signinum* technikával készült, ez 21-23 cm vastag vízhatlan réteg választotta el kőfáltól. A malterba kerámia törmelék mellett ókori cementet (*pozzuolana*-t) keverték (Vitruvius 6.1) (16. ábra). Az alj minden esetben *opus spicatum* technikával volt kialakítva (22. ábra). Az olajtároló doliák is azonos méretűek voltak mind a három villa pincéjében és azonos anyagból készültek, egy kivételével (amit talán valamikor kicseréltek). A pincében négy dolia van

egy sorban, mint Verige villában, itt összesen 48 darab.

Az olajbogyóknál préselés előtt a magot elválasztják a hústól (Cato 5.5), ehhez különböző malmokat használtak: roller kialakítású, inga szerkezetű és a legismertebb a *trapetum* (23. ábra). A Castrum villában számos malomkö (mola) és egy *trapetum* is előkerült. A nagy mennyiségben rendelkezésre álló magokat a kerámiák égetéséhez használták fel a kemencékben. Az olajhabot (*amurca*) is hasznosították, fák gyökereit ezzel szokták megöntözni, ez ugyanis méreg a fünek, hangyának, vakondnak (Varro I. 51 és 55).

A közzétanti vizsgálatok teljesen új adatokat szolgáltatnak az olajat előállító villák tanulmányozásához is. A Brijuni (Veli Brijun) szigeten feltárt villákat, ahogy említettük, azonos tervek alapján építették. Természetesen az elegáns tengerparti villa épületei (fürdő, palaestra, templomok, stb.) különböztek az olajgyártásra létrehozott két másik villa épületeitől. A felhasznált építőelemek hasonlósága azonban nyilvánvaló. Az olajgyártáshoz használt fontos egységek kivitelezése megegyezik (prés, lacus, dolium). A nagyméretű ciszternák is azonos módon épültek, vízálló falaikhoz is azonos helyről, a Vezúv körzetéből hozták cementet (*pozzuolana*). A padlózatot mindenhol *opus spicatum* technikával készítették.

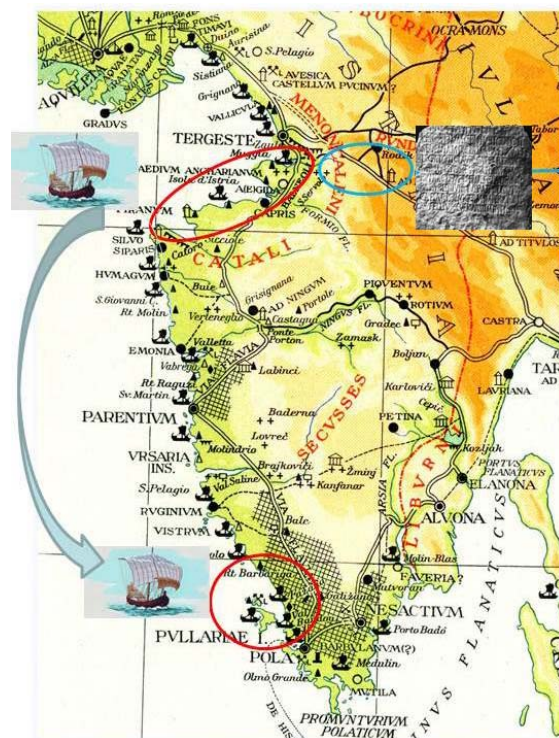
Olajfák borították a szigetet és valószínűleg a Fažana körüli területet is. A római korban ültetett fákból már csak néhány található a szigeten. A villák kiszolgáló épületei sem láthatók, pedig ezeket a római mezőgazdasággal foglalkozó szerzők Cato, Varro, Columella és Vitruvius is pontosan leírták. A villában folyó termelés irányításáért felelős *vilicus* minden tevékenysége szabályozva volt. Az olajfák metszésétől a termés betakarításáig, az olaj kipréselésén keresztül az elszállításig mindenért felelős volt. Természetesen keveset tudunk arról, hogy Brijunin hogyan zajlott a munka? Azt sem szabad elfeledni, hogy a száz évvel ezelőtt végzett ásatásokról a publikációkon kívül nem sokat tudunk. A villákat sokáig használták és nyilván sokszor átépítették. Ezzel együtt nagyon fontos emlékei ismerhetők meg a római gazdaságnak.

Az edények űrtartalma és a villák gyártókapacitása

Az amphorák űrtartalma 37.9 - 39 liter (12 *congius* = 39.3 liter), egy *dolium* űrtartalma 1750 liter. A termelés volumene a doliák alapján határozható meg. A villák maximális kapacitása a doliák alapján kb. 3500 hl. Hozzá kellene ezekhez még számolni a fažanai és a dragonerai villák termelését is. Ez megfelel kb. 9000 amphorának. Természetesen nem minden évben volt maximális a termés, de ha kevesebb amphorára volt szükség, akkor is a gyártás és szállítás nagyon komoly logisztikai munkát igényelt.

Az amphorák gyártása

Az amphorák készítéséhez csak az égetéshez használt kemencéket ismerjük. Azonban a gyártási technológia feltárására is lehetőség van az amphorák anyagvizsgálatával. A töredékek tanulmányozása alapján megállapítható, hogy egy Dressel 6B amphora négy részből készült, amihez kis száradás után illesztették a füleket. Nagyon fontos volt az alapanyag, a fazekas munkáját ez határozta meg. A közettani vizsgálatok kiderítették, hogy alapanyagként nem a terra rossát használták, mely bőségesen előfordul a műhely környékén is. Az amphorákban a legjelentősebb összetevő a flis volt. A félsziget geológiai adottságainak részletes elemzése után derült ki, hogy flis nagy mennyiségben, a Trieszt, Koper és Pazin között húzódó területen fordul elő. Nyilvánvaló, hogy az alapanyag beszerzése nehéz feladat elé állította a fazekasokat és a műhely tulajdonosát. Mivel kiderült, hogy a Laecaniusoknak volt egy jelentős birtokuk Trieszt közelében (Materija), ezért a területet jól ismerhették. Esetleg csak a kezdeti időben jelenthetett problémát a flis megtalálása.



24. ábra: Laecanius felirat Materija, alapanyag szállítás Trieszt – Koper flis területéről

Fig. 24.: Laecanius inscription in Materija, raw materials transport from flysh area (Trieste – Koper region)

Azután a közeli birtokról szervezhatték az alapanyag kitermelését. Brijuniról az olajjal töltött amphorákat Aquileiába kellett szállítani, majd a visszafelé úton az üres hajón az amphorák készítéséhez használt alapanyag volt a megfelelő nehezek (24. ábra). Nem ismerjük, hogy a Laecaniusok milyen méretű hajókkal rendelkeztek. Ismert, hogy kb. 9 ezer amphorát kellett gyártani évente az olajtermés függvényében. A tengeren a hajózás áprilistól októberig tartott. Ez idő alatt kellett kellő mennyiségű alapanyaggal ellátni a fazekasokat. Nekik március végéig be kellett fejezni az amphorák készítését. Március végéig az olajat a doliákban tárolták és ekkor töltötték az amphorákba. A fazekasok munkamegosztásáról sincs adatunk, de az nyilvánvaló, hogy egy amphora összeállítása nem volt egyszerű feladat. Az egyes részeket csak egy bizonyos száradás után lehetett csak összekorongozni (vö. Véninger Péter 2016, jelen kötetben). A bélyegeket is még borkemény állapotban nyomták az amphorák peremére (7. ábra). Természetesen tudni kellett, kinek a bélyegét használják. Az amphorákat égetés előtt külön helyiségben szárították és raktározták. Az égetés után pedig a belsejüket impregnálni kellett. Hiába nagy viszkozitású az olaj, a frissen égetett amphorákból elszivárog.



500 trees

Age of the trees: many less than 10 years old

3-10 kg olives x 500 = 1500 – 5000 kg

After when the trees over 25 years old

40-50 kg x 500 = 20000 – 25000 kg

~ 2600 – 3300 litres olive oil



25. ábra: Modern olajtermelő gazdaság Fažanában

Fig. 25.: Modern oil production estate in Fažana

Columellától (12.52.14) tudjuk, hogy a kerámiát először olajhabbal töltötték fel, közben 7 napig folyamatosan pótolták az eltűnt mennyiséget. Columella még említi (12.14) "vannak, akik a fazekasagyagot feloldják vízzel, és miután kimosták az edényt, ezzel a folyadékkal belül bekenik, és hagyják rászáradni, majd amikor szükség van rá, vízzel mossák át az edényt, majd megszáritják". A kiszáritott amphorákat felhevítették és növényi gyantával (*picea* = szurokfenyő, ebből *picatio* = beszurkolás Finály 1884) esetleg viasszal (*cera*) vagy mézgával (*cummi*) vékonyan bekenték. Ezekhez a műveletekhez ad Columella (12.18.5; 12.52.14-15) és Cato (77.68) némi támpontot. A kész amphorákat pormentesen kellett tárolni, amíg feltöltötték olajjal. Felmerül a kérdés, milyen mennyiségben szállították a villákba az amphorákat. Hetente, havonta, esetleg folyamatosan? Nincs adatunk erre sem. Az viszont nyilvánvaló, hogy a szállítás megszervezése milyen nagy feladatot jelentett. Az amphorák csak göngyölegek voltak, de ezek nélkül lehetetlen volt az élelmiszer eljuttatása a piacra. Az elterjedési térképen látható (9. ábra), hogy ez sem volt

egyszerű feladat, még akkor sem, ha csak a megfelelő kikötőig vitték a feltöltött amphorákat (Aquileia, Padova, Pó völgye...). Azután ezeket a helyi kereskedők vitték tovább a távoli felhasználási helyekre.

Modern referenciagazdaság

A termelési folyamatok megértését segíti az a modern gazdaság (Fam. Balija), mely a Laecanius műhelytől 100 m-re található (25. ábra). Itt az olajfák termése alapján következtetéseket lehet levonni az egykori termelési viszonyokról. Feltételezhető, hogy Hadrianus korában a hideg időjárás miatt elfogytak az olajfák és a termelés nagyon lecsökkent. Nyilvánvaló, hogy nagyon hideg tél, illetve az esetenként a hó negatívan hat a fákra. 2009-ben napokig 30 cm-s hó volt és napokig volt 0 fok alatt a hőmérséklet, ekkor nagyon sok elfagyott fát kellett kivágni. Ez lehetett az egyik ok, amiért Hadrianus korában esetleg néhány éven keresztül hasonló hideg miatt az egész Isztria olajtermelése a minimális szintre csökkent. Ezzel összefüggésben megszűnt a Dressel 6B amphorák gyártása is.



677 stamped Laecanius amphora
published 1998

26. ábra: Laecanius publikáció és Laecanius amphora rajzok (Bevezky 1998)

Fig. 26.: Laecanius publication and the drawings of Laecanius amphorae (Bevezky 1998)

On-line amphora adatbázis

A közel 20 évvel ezelőtt a Laecanius és császári amphorákról és a Brijuni villákról megjelent egy publikáció (Bevezky 1998) (**26. ábra**). Jelenleg az amphorák száma a duplájára növekedett az új ásatások és a publikációk révén. Ezek segítségével a fažanai műhely termelése és az amphorák bélyegei és az edények elterjedési területe pontosabban rekonstruálható. Számos publikációban a rosszul olvasott bélyegek különböző találgatásokra, elméletekre adtak lehetőséget: Racavi = Pagani; IMPVECTI(gal) / ANKA(ius) = IMP-VESP / BARNAE, ISAR = BAR, LIVIA = VIAT, stb. Ezek elkerülésére az amphorák és a bélyegek teljes körű publikálására egy új online adatbázist készítünk. Ez tartalmazni fogja az amphorák rajzát, fotóját. Minden bélyegről fényképet, rajzot és graffittal ledörzsölt képet (*rubbing*) is adunk (**27-28. ábrák**). Az archeometriai adatokat is közölni fogjuk, a friss

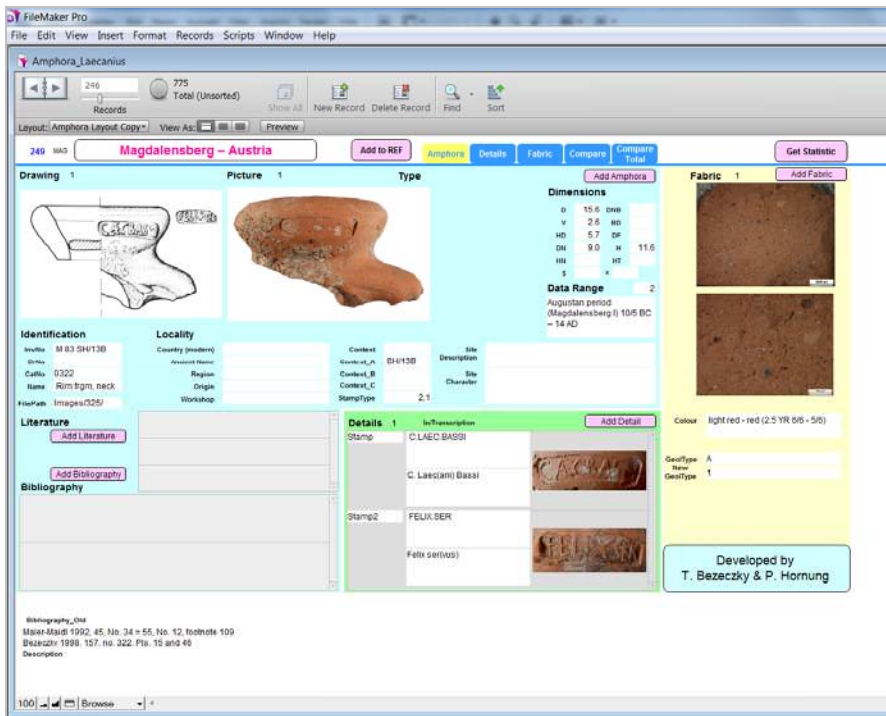
törésfelületek fotója mellett a geológiai jellemzők leírásával.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet azoknak, akik részt vettek ebben az izgalmas kutatásban. Az adatok rögzítéséhez Hornung Péter készített egy FileMaker adatbázist. A castrumi amphorák tanulmányozásában és a leletek publikálásában részt vettek Piero Berni Millet, Michel Bonifay, Claudio Capelli, Horacio González Cesteros, Nagy A. Anna. A villák építését, periódusaikat Martino La Torre tanulmányozta, értékes megfigyelései mellett új digitális alaprajzokat készített. Számos fényképet készített a szerzővel együtt.

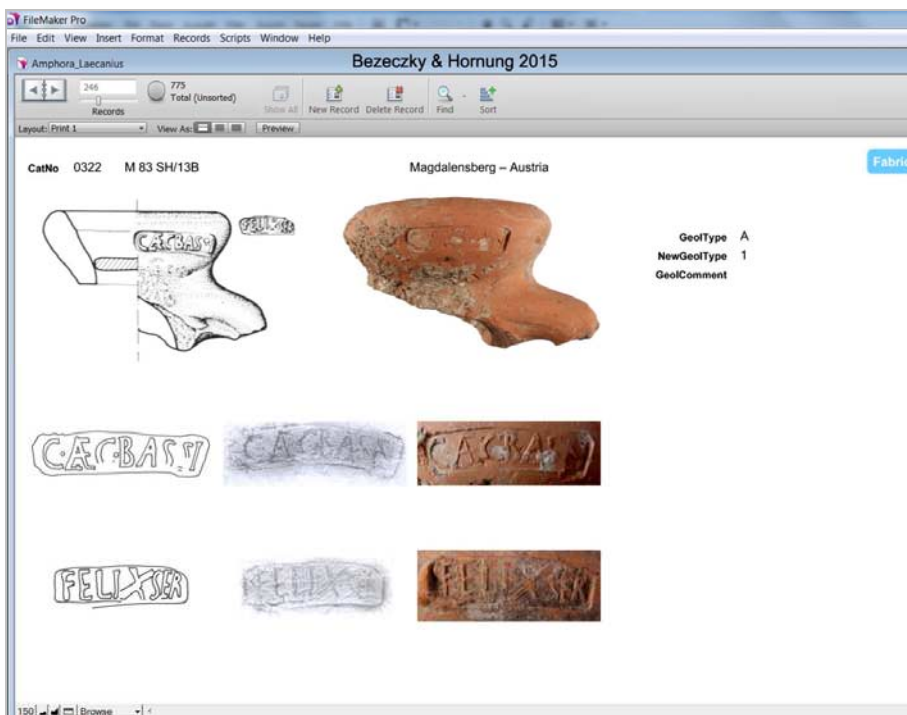
Szakmány György és Józsa Sándor vizsgálatai új, komplex kutatási módszereket eredményeztek, segítségükre voltak ebben Obbágy Gabriella, Bendő Zsolt és Véninger Péter.

Számos múzeum, intézmény tette lehetővé korábban a Laecanius amphorák tanulmányozását.



27. ábra:
Az on-line Laecanius adatbázis

Fig. 27.:
Screenshot of the Laecanius on-line database



28. ábra:
Bélyegek a Laecanius on-line adatbázisból

Fig. 28.:
Stamps from the Laecanius on-line database

A segítő kollégák és múzeumok hosszú névsorát a különböző publikációkban már megköszöntem. Itt most Tóth Endrének mondok külön köszönetet a magyar nyelvű kéziratához adott tanácsaiért.

Külön hála és köszönet családomnak, akik végig segítettek kutatásaimat.

Ókori források

CASSIODORUS, F. M. A. S, *Variae epistolae* Angol fordításban: S.J.B. Barnish *Cassiodorus: Variae*, University Press, 1992, Liverpool.

CATO, P. M. *A földművelésről*. Ford. Kun József, Szerk. Szilágyi János György, Akadémiai Kiadó, 1966, Budapest.

COLUMELLA L. J. M., *A mezőgazdaságról*. Ford. Hoffmann Zsuzsa. Lectum Kiadó, Szeged, 2005.

LIVIUS, T. *A római nép története a város alapításától*. Hatodik kötet. Ford. Muraközy Gyula. Szerk. Szabó Ede, 1974, Budapest.

MARTIALIS, M. V. *Epigrammáinak tizennégy könyve. A látványosságok könyvével*. For. Csengery János. Kiadásért felel. Csengery János. Magyar Tudományos Akadémia, 1942, Budapest.

PAUSZANIASZ, *Görögország leírása*. Ford. Muraközy Gyula jogutódai és Patay-Horváth András, Pallas Stúdió – Attraktor Kft., 2000, Budapest.

PILNIUS, C. SECUNDUS, *Natural History, with an English translation in ten volumes, Volume IV. Libri XII-XVI*, Translation: H. Rackham, William Heinemann LTD, London, Harvard University Press Cambridge, Massachusetts, 1960.

TACITUS, *Összes művei*. Ford. Borzsák István. Szerk. Lontay László. Magyar Helikon, 1970, Budapest.

VARRO, M. T. *A mezőgazdaságról*, Ford. Kun József, Szerk. Szilágyi János György, Akadémiai Kiadó, 1971, Budapest.

VITRUVIUS, *Tíz könyv az építészetről*. Ford. Gulyás Dénes. Szerk. Hajdu István, Képzőművészeti Kiadó, 1988, Budapest.

Szakirodalom

ALFÖLDY, G. (1982): *Senatoren aus Norditalien, Regionen IX, X und XI. Epigrafia e ordine senatorio 2, Tituli 5*, 1982, 309-368.

BALDACCI, P. (1967-1968): *Alcuni aspetti dei commerci nei territori cisalpini*. In *Atti del Centro Studi e Documentazione sull'Italia Romana I*, Milano – Varese, 7–50.

BEGOVIĆ, V. & SCHRUNK, I. (2011): *A late antique settlement in Madona Bay, Brijuni Islands*, *Histria Antiqua* **20** 375–390.

BEZECZKY, T. (1987): *Roman amphorae from the Amber Route in Western Pannonia*, *BAR International Series*, **386** Oxford.

BEZECZKY T. (1998): *The Laecanius Amphorae Stamps and the Villas of Brijuni*, *sterreichische Akademie der Wissenschaften, Denkschriften*, **261** Band, Wien.

BEZECZKY T. (2001): *The chronology of the end of the Laecanius workshop*, in: *Carinthia Romana und die Römische Welt, Aus Forschung und Kunst, Band 34*, F. W. Leitner (Hrg.) *Festschrift für Gernot Piccottini zum 60. Geburtstag*, Verlag des Geschichtsvereines für Kärnten, Klagenfurt, 421–424.

BEZECZKY, T. (2013): *The Amphorae in Roman Ephesus*, *Forschungen in Ephesus*, **15/1**. Wien.

BEZECZKY T. (2014): *The Laecanius Amphorae, in Roman Pottery and Glass Manufactures; Production and trade in the Adriatic region*.

Experimental archaeology, G. Lipovac Vrkljan, B. Šiljeg, I. Ožanić Roguljić & A. Konestra. *Proceedings of the 2nd International Archaeological Colloquium, 28 – 29 October 2011, Crikvenica (Croatia)*, Crikvenica Institut za Arheologiju Muzej Grada Crikvenice. 241–257.

BEZECZKY T. ed. (2016 in press): *Amphora research in Castrum villa on Brijuni Island*. Contributors: P. Berni Millet, M. Bonifay, C. Capelli, H. González Cesteros, S. Józsa, M. La Torre, A. Schobert and Gy. Szakmány.

BEZECZKY, T. & PAVLETIĆ, M. (1996): *New objects from the figlina of C. Laecanius Bassus*, *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien*. **65** 143–163. BUCHI, E. (1973): *Banchi di anfore romane a Verona. Note sui commerci cisalpini*, In: szerk.? *Il territorio veronese in età romana. Atti del Convegno tenuto a Verona, il 22-24 ott. 1971*, Verona. 531–637.

BULIĆ, D. & KONCANI UHAČ, I. (2009): *Keramičarska radonica u Fažani, rezultati istraživanja 2007-2009 (Ceramic workshop in Fažana: The results of investigations from 2007 to 2009)*. *Histria Antiqua* **17** 285–298.

CARRE, M. B. & PESAVENTO MATTIOLI, S. (2003): *Tentativo di classificazione delle anfore olearie adriatiche*, *Aquileia Nostra* **74** 453–474.

CARRE, M. B., KOVAČIĆ, V., ROUSSE, C. & TASSAUX, F. (2012): *Lorun-Loron et Busuja-Bossolo, Poreč- Parenzo, Istria, les campagnes de recherche 2011*. *Histria Antiqua* **21** 599–608.

CARRE, M. B., PESAVENTO MATTIOLI, S. & BELOTTI, C. (2009): *Le anfore da pesche Adriatiche*, In: PESAVENTO MATTIOLI S. & CARRE, M. B. eds., *Olio e pesce in epoca romana. Produzione e commercio nelle regioni dell'Alto Adriatico*, *Atti del Convegno, Padova, 16 febbraio 2007, Antenor Quaderni* **15**, Roma, 215–238.

CIPRIANO, S. (2009): *Le anfore olearie Dressel 6B*, In: PESAVENTO MATTIOLI S. & CARRE M. B. eds. *Le anfore da pesche Adriatiche, Olio e pesce in epoca romana. Produzione e commercio nelle regioni dell'alto Adriatico. Atti convegno Padova, 16 Febbraio 2007, Antenor Quaderni* **15**, Roma, 173–189. DEGRASSI, A. (1953): *Aquileia e l'Istria in età romana, Studi Aquileiesi offerti a G. Brusin, Aquileia*, 51-65. = reprint in: *Scritti vari di antichità II* Rome 1962, 951–963.

CIPRIANO, S. & MAZZOCCHIN, S. (2000): *Considerazioni su alcune anfore Dressel 6B bollate. I casi di VARI PACCI e PACCI, APICI e APIC, P.Q.SCAPVLAE, P.SEPVLLIF e SEPVLLIVM*, *Aquileia Nostra* **71** 149–192.

CIPRIANO, S. & MAZZOCCHIN, S. (2002): *Analisi di alcune serie bollate de anfore Dressel 6B (AP.PVLCHRI, FLAV.FONTAN e FONTANI,*

- L.IVN.PAETINI, L.TRE.OPTATI), *Aquileia Nostra* **73** 305–340.
- GNIRS, A. (1904): Antike Funde aus Pola und Umgebung, *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien* **7** Beibl. 131–146.
- GNIRS, A. (1906): Forschungen im südlichen Istrien, *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien* **9** Beibl. 25–48.
- GNIRS, A. (1908): "Istrische Beispiele für Formen der antik-römischen villa rustica", *Jahrbuch für Altertumskunde* **2** 124–143.
- GNIRS, A. (1910a): Forschungsergebnisse aus dem südlichen Istrien, *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien* **13** Beibl. 95–106.
- GNIRS, A. (1910b): Eine Römische Tonwarenfabrik in Fasana bei Pola, *Jahrbuch für Altertumskunde* **4** 79–88. GNIRS, A. (1911): Grabungen und Untersuchungen in der Polesana, *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien*. **14** 5–46.
- GNIRS, A. (1915): Forschungen über antiken Villenbau in Süstrien, *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien* **18** Beibl. 99–164.
- JÓZSA, S. & SZAKMÁNY, Gy. (1987): Petrology, In: T. Bevezky ed., *Roman amphorae from the Amber Route in Western Pannonia*, *BAR International Series*, Oxford **386**, 103–124.
- MANACORDA, D. (1995): A proposito delle anfore della Pannonia romana: appunti e riflessioni, in *La Pannonia e l'Impero Romano*, *Annuario dell'Accademia d'Ungheria, Roma, 1994*, 177–191.
- MANACORDA, D. (2010): Il <Misterioso> MESCAE, Donne imprenditrici nell'Istria romana, *Rei Cretariae Romanae Fautores Acta* **41** 217–227.
- MANGE, M. A & BEZECZKY, T (2006): Petrography and Provenance of Laecanium Amphorae from Istria, Northern Adriatic Region, Croatia, *Geoarchaeology: An International Journal* **21/5** 429–460.
- MANGE, M. A & BEZECZKY, T. (2007): - The provenance of paste and temper in Roman amphorae from the Istrian Peninsula, Croatia. In: Mange, M. A. and Wright, D. T. (eds), *Heavy minerals in use. Developments in Sedimentology*, **58**, Elsevier, 1007–1033.
- MARION, Y. & STARAC, A. (2001): Les amphores In: TASSAUX, F., MATIJASIC, R & KOVACIC, V. *Loron (Croatie). Un grand centre de production d'amphores à huile istriennes (Ier-IV s. p.C)*. Bordeaux, 97–125.
- MATIJAŠIĆ, R. (1988): Ageri antičkih kolonija Pola i Parentium. *Latina et Graeca* **6** Zagreb.
- MLAKAR, Š. (1975-1976): Fortifikacijska arhitektura na otoku Brioni. *Bizantinski Kastrum, Histria archaeologica*, **6-7** 5–49.
- PICCOTTINI, G. (2000-2001): Neues zum Weinund Lebensmittelimport in die Stadt auf dem Magdalensberg, Kärnten, *Archaeologia Austriaca* **84-85** 373–385.
- SCHRUNK, I. & BEGOVIĆ, V. (2000): Roman estates on the Island of Brijuni, Istria. *Journal of Roman Archaeology* **13** 253–276.
- STARAC, A. (2010a): The workshop of Laecanius at Fažana: Some recent testimonies. *Rei Cretariae Romanae Fautores Acta* **41** 61–65.
- STARAC, A. (2010b): Dragonera, Dva bisera / Two pearls. *Monografije i Katalogi* **19** Archeološki Muzej Istre. Pula.
- TASSAUX, F. (1982): Laecanii, Recherches sur une famille sénatoriale d'Istrie, *Mélanges de l'École française de Rome – Antiquité* **94** 227–269.
- TASSAUX, F. (1998): Apports récents de l'épigraphie à l'histoire économique et sociale de Brioni, In: Paci G., ed., *Epigrafia Romana in area Adriatica*, Pisa, Roma, 77–99. TASSAUX, F. (2001): Production et diffusion des amphores à huile istriennes. *Antichità Altoadriatiche* **46** 501–543.
- TASSAUX, F., MATIJAŠIĆ, R. & KOVAČIĆ, V. (2001): Loron (Croatie). Un grand centre de production d'amphores à huile istriennes (Ier-IV s. p.C). Ausonius, Maison de l'Archéologie, Université Michel de Montaigne, Bordeaux.
- TCHERNIA, A. (2011): Les Romains et le commerce. Centre Jean Bérard, Études VIII, Centre Camille Jullian, BiAMA hors collection, Naples.
- TONIOLO, A. (1993): Le Anfore di Altino, *Monografia di Archeologia Veneta*, **14**, 1991, Società Archeologica Veneta, Padova. TONIOLO, A. (2011): L'inedita attività di un capostipite / Neobjavljena aktivnost jednoga pretka, In: LIPOVAC VRKLJAN, G., RADIĆ ROSSI I. & ŠILJEG B. eds., *Rimske keramičarke I staklarske radonice. Proizvodnja I trgovina na Jadranskom prostoru. Zbornik I. Medunarodnog Archeološkog Kolokvija, Crikvenica, 23.-24. Listopada 2008, Crikvenica*, 189–192.
- VITASOVIĆ, A. (2005): Antički objecti uvali Dobrinka na otoku Veliki Brijun/Antique facilities in Dobrinka cove on the island of Veliki Brijun, *Histria archaeologica* **36** 157–210.
- WEISZBURG, T. & PAPP, G. (1987): X-ray powder diffraction analyses, in: T. Bevezky ed. *Roman amphorae from the Amber Route in Western Pannonia*, *BAR International Series* Oxford **386** 128–133.

1. táblázat: A fažanai műhely amphora bélyegei kronológiai sorrendben**Table 1.: Amphora stamps of the Fažana workshop in chronological order**

1 – Késő köztársaságkor	Kr.e. 40 – ~ 25	4.8b	C-LAEK-BASSI	EVCHARISTI	
1.1	C-LAECANI·P·F	4.9	C-LAEK·B	FAL	
2 – Augustus kora (Magdalensberg I)	Kr.e. ~ 25 – 10/5	4.10	C-LAEK·B	MARTI	
2.1	C-LAEC·A	4.11	[C-LAEK]·BAS	NICOMEDE	
2 – Augustus kora (Magdalensberg I)	Kr.e. 10/5 – Kr.u. 14	4.12	C-LAEK·B	PIERI	
2.2	C-LAEC-BASSI	FELIX·SER	4.13	LAEK·B	
3 – Tiberius – Kora Claudius kor (Magdalensberg II)	14 – 45/50	4a – Post magdalensbergi periódus	78		
3.1	LAEK·A	4a.1	C-LAEK-BAS	CLYMEN	
3.2	C LAEK	ADEL	4a.2	[C]·LAEK·B	DATI
3.3	LAEK?	ARCI	4a.3	C-LAEK-BAS	PAGANI
3.4	C-LAEK	BAR	4a.4	C-LAEK-BAS	PTOLEM
3.5	C-LAEK B	BARB	5 – Vespasianus kora	78 – 79. június 24	
3.6	C LAE	CAESI	5.1	IMPE·VESP	BARNAE
3.7	C LAEK	CAR	5.2a	IMP	CLYMEN
3.8	C-LAEK·BAS	CLARVS	5.2b	IMP	CLYME
3.9a	LAE	COM	5.2c	IMP	CLYME
3.9b	C-LAEK·B	COM	5.2d	IMP-CAES-VESPAVG	CLYME
3.10	LAEK	COMI	5.3	IMP-V[ESP]	COLONI
3.11	LAEK	COMVS	5.4a	IMP	DAT
3.12a	C-LAEK-BAS	EVCHAR	5.4b	IMP-CAES-VESP	DAT
3.12b	C-LAEK-BAS	EVCHAR	5.5a	IMP	PAGANI
3.13	LAE	FA	5.5b	IMP-VESP	PAGANI
3.14	C LAEK	FAV	5.6	IMP	POLL
3.15	C-LAEK	FELIX	5.7	IMP-CAES-VESP	PTOLEM
3.16a	C-LAEK	FELIX·PET	5.8	IMPE·VESP	
3.16b	C-LAEK·B	FELIX·PETIL	5.9	IMP	...TI and ...SI
3.17	C-LAEK-BASSI	FELIX·SCR	6 – Titus kora	79. június 25 – 81. szeptember 13	
3.18	C-LAEK?	FEL·TVR	6.1a	IMP·T	BERENT
3.19	LAE	FVI	6.1b	IMP·T-CAES	BERENTS
3.20a	LAEK·H		6.2	IMP·T-CAE-AVG	PRIMIGEN
3.20b	LAEK	H	7 – Domitianus kora	81 – 96	
3.21a	LAEK	HER	7.1	IMP·DOMITI	LESBI
3.21b	C-LAEK·B	HER	7.2	IMP·DOM	LESBI
3.22a	C-LAEK-BAS	HERME	7.3	IMP·AVG	SPENDO
3.22b	HERME	HERME	8 – Neva kora	96 – 98	
3.23	LAEK	HOM	8.1	IMP·NERVE	
3.24a	C-LAEK·B	IALIS	9 – Trajanus kora	98 – 117	
3.24b	C-LAEK·B	IALI	9.1	IMP·TRA	MANI
3.25	LAEK	L	9.2	IMP·TRA	SERV...
3.26	LAE	OPI	9.3	IMP·TRA	... VS
3.27	LAEK	OPTA	10 – Hadrianus kora	117 – 138	
3.28a	C-LAEK	SPERAT	10.1	HAD·AVG	
3.28b	C-LAEK-BAS	SPERATVS	11 – M·Aurelius Iustus ~ 160		
3.29	C-LAEK	SYNT	11.1	M·AVRELI / ♡IVSTI ♡	
3.30	C-LAEK	VRBA	11.2	F ♡ A	
3.31a	LAEK	VIAT	12 – Tulajdonos nélkül, vilicus / műhelyvezető bélyegek		
3.31b	LAEK	VIAT	12.1	EPAPHRO	
3.32	C-LAEKLAEK		12.2	FVS	
4 – Post magdalensbergi periódus	45/50 – 78	12.3	PIERI		
4.1	C-LAEK-BASS	AMETHYSTI	12.4	ROM	
4.2	C-LAEK	AMYCVS			
4.3	C-LAEK·B	BAR			
4.4	C·L·B	COLTO			
4.5	C·L·B	...ES			
4.6	C-LAEK·B	CRESCENTIS			
4.7a	LAEK	DI			
4.7b	LAEK	DI			
4.8a		EVCHAR			

Summary

It is a well-known fact that olive oil was one of the Istrian peninsula's most important exports for about 200 years. The written sources (Plinius NH 15.8; Martialis 12, 63; Pausanias 10, 32, 19; Cassiodorus, 12, 22-26) mentioned that Istrian olive oil was one of the best on the market, as good as the Baetican oil. Istria is a large peninsula located at the head of the Adriatic Sea. In the late Republican period, new settlements were established in Istria (the Roman colonies in Pola and Tergeste) and their development continued in the Early Roman period. The respectable Italian settlers who came in the wake of Julius Caesar's campaign were mainly senators and members of the Roman elite. During the Augustan period, the peninsula became part of Regio X (Venetia et Histria).

Scholars thought that the oil production in Istria replaced the production in Apulia during the Augustan period. The Apulian region went through an economic crisis, the result of which was the decline in the oil production in Brindisi. Also there were a number of olive oil producers in Northern Italy. The amphora stamps of the earliest Dressel 6B amphorae refer to people who held office at the end of the Republican Age near Padua and near Verona. However, no villas and no kilns have been unearthed. From Pula to Tergeste traces of several villas with olive-producing facilities have been discovered. However, there are only two known amphora workshops in Istria. One figlina has been found near Poreč (Parentium) in the bay of Loron. The other is in Fažana, opposite the Brijuni Islands. The workshops produced Dressel 6B amphorae.

At the beginning of the 20th century, Anton Gnirs excavated the ruins of a ceramic workshop in Fažana. The kiln was found under the modern buildings. On the basis of the amphora stamps, Gnirs was certain that he had discovered the figlina of Senator C. Laecanius Bassus. Almost hundred years later, in 1991, new objects were found during construction work. The kilns were excavated recently when the reconstruction of Fažana's road network began in 2006.

There are three periods of the Fažana workshop:

- *During the first period (from the ca. 40 B.C. to A.D. 78), the workshop was the property of the Laecanius gens. The Laecanius family died out without a direct heir in 78 AD.*
- *The second period (from the Flavian period to the period of Hadrian, from A.D. 78 to 138) both the property and the workshop were taken over by the Emperor Vespasian and were integrated into res privata.*
- *During the third period (ca. the second half of the second century to the early third century), the amphorae of M. Aurelius Iustus were produced.*

Laecanius gens

I shall follow the way Francis Tassaux (1998) has reconstructed the Laecanius family tree.

The first known member of the family in Istria was Publius Laecanius (1). He was born circa 90 B. C. The son of Publius Caius Laecanius (2) was also among the founders of Pula. His Dressel ante 6B amphorae and roof tiles have the C-LAECANI-P-F stamp. His son Caius Laecanius (3) was probably decurio. His roof tiles have the LAEC, his amphorae the C-LAEC-A stamp. He was probably born between 55 and 35 B.C. His son Caius Laecanius Bassus (4) was probably a knight. His amphorae have the C-LAEC-BASSI stamp. His amphorae are the first to have two stamps on the rim. (FELIX-SER). The Magdalensberg layers date them to 10-5 B.C. Senator Caius Laecanius Bassus (5) was praetor urbanus in A.D. 32 and consul suffectus in A.D. 40. The magister sodalium augustialium Claudianum of the year 64 mentions him as pater. Instead of LAEC, he used LAEK in his amphora stamps. His son C. Laecanius Bassus (6) was consul ordinarius in 64 A.D. The junior Laecanius died of anthrax in 78, which is known from a remark of Pliny's. The Laecanii adopted C. Laecanius Bassus Caecina Paetust (7). He was consul suffectus in 70 and proconsul of Asia Minor (in Ephesus) in 78. He had properties near Minturnae, which are known from the inscriptions of his freedmen. His son C. Laecanius Bassus Caecina Flaccus (8) died in Brindisi when he was 18. C. Laecanius Bassus Paccius Paelignus (9) is also known. He had a dedication to Laecanius (6).

The stamp of the Laecanian amphorae

In the late Republican period, an amphora rim with a single stamp (C.LAECANI.P.F) belongs to the earliest Istrian Dressel 6B form (ante 6B). The shape of the Laecanius amphorae changes somewhat and the classic Dressel 6B shape develops during the Augustan period (Magdalensberg I). Every amphora produced in the Laecanius workshop in that time had two stamps on the rim. The stamp of Laecanius is at the centre, with the second stamp above the handle.

Before the death of Laecanius, we know of 4 workshop manager stamps (Clymenus, Datus, Paganus, Ptolemaeus). These stamps also co-occur with the stamp of the Emperor Vespasian. The fact that the estate was

taken over by the Emperors can be established from the evidence the stamping system offers. The export of amphorae can be demonstrated until the reign of Hadrian (Titus, Domitian, Nerva, Trajan).

The only known stamp (M. AVRELIIVSTI) of the third period is very different from the stamps of the Laecanian amphorae. This is a stamp in hollow lettering. This type of stamp is highly unusual on Istrian amphorae.

A new situation arose when Istrian oil production ceased after the Hadrian period. The characteristic Dressel 6B amphorae disappeared from the traditional markets when Istrian oil production decreased to a minimum. Merchants filled the gap with imported oil from Hispania Baetica, transported in Dressel 20 amphorae. They supplied all of the markets (Cisalpinia Gallia, Noricum, Pannonia) which were formerly supplied by Istrian oil.

Laecanius inscriptions

There is an important inscription from the period of Claudius that documents the property of the senator Laecanius pater. The inscription (CIL, V 698 = ILS 5889 = II X 4, 376) mentions a property (saltus) in northern Istria at Materija next to the Rundictes tribe (today part of Slovenia). This area used to be hills covered with woods, suitable only for animal farming and the timber industry. The Laecanius family must have had other properties. The Val San Pietro finds may be pieces of evidence. There is a stone inscription in Sv. Mihovil Bajolski (San Michele di Bagnole) near Vodnjan (Dignano) which was offered to Iupiter by C. Laecanius Ialysos. (CIL V. 14 = II 630) The name Ialis (or Iali) occurs on a number of stamps and it seems reasonable that the person mentioned on the inscription and the one who signed the amphorae is the same. It seems likely that Ialysos, a freedman, settled on the senator's property. The work of the vilici had to be organised. This may have been the job of C. Laecanius Menander, who was secretary of both the senators. (CIL V. 8142 = II X, 1, 114)

In addition, the estate in Fažana, the remains of three other villas (Verige Bay - Val Catena, Kolci - Monte Collisi and Castrum) on the island of Brijuni were identified. Another villa north of Fažana, called Dragonera, was recently explored. The amphora stamps suggest that the villas were in the possession of the Laecanius family.

There is a villa rustica on Kolci hill (Monte Collisi), on the north-western part of the island. The three wings of the villa were built around a central courtyard. The kitchen, the four oil presses, a vat and the large cellar were to the east. The rectangular oil cellar with about 156 dolia is in the eastern part of the villa.

The Verige villa (Val Catena) in a bay was a luxurious maritime terrace villa. The main building (domus), in the southern part of the bay, is what is called a terrace-building. The building had two parts. The western wing housed the living quarters, while the eastern wing held the industrial area. The industrial area included the oil presses and the vat (lacus). There were four rows of sunken dolia in the cellar. There is a large concrete cistern on top of the hill above the terrace-building. It used the water from the well of Gradina-bunar. The well was across from the terrace-building. The tanks were 18-20 m above sea level, which provided sufficient pressure for the water to reach the cistern of the main house.

The Castrum villa is located on the western coast of Brijuni. The villa is surrounded by a late Roman/Byzantine fortress (Castrum). The excavations unearthed a central courtyard, a cistern, oil presses, lacus, dolia, storage cellar, and mill stones among the early Imperial buildings. In four rows there are 48 dolia. The last third of the 2nd century M. Aurelius Iustus used the villa.

All of the villas, presses, cellars, dolia, and cisterns were made of the same materials and based on the same concept. The bottom of the lacus is covered with spicatum. Its bottom band walls are made of thick opus signinum walls, and this layer insulates it from the stone walls. To the mortar of this layer of opus signinum had been added pozzuolana (Vesuvian area) and ceramic fragments to ensure the mineral hydration to get a waterproof cover. The waterproof layer was needed, because it prevented the oil and amurca from leaking out of the lacus. This is exactly how the huge cisterns in the Castrum and Verige (Val Catena) villas and the basins near the Gradina-bunar well were insulated.

The production capacity of the villas

The capacity of one amphora to be about 37.9 - 39 litres (12 congii = 39.3 litres). The quantity of olive oil and the amount of amphorae can be computed on the basis of the dolia in the basement of the villas. One dolium capacity is 1750 litres. The villas on the island produced a maximum of about 3500 hectolitres of olive oil per annum, plus the unknown quantities of Fažana and Dragonera. Around 9000 amphorae would be needed for transport. This is, of course, a rough estimate.

Archaeometric research

The archaeometrical research of the Dressel 6B amphorae have started more than 30 years ago. At the beginning the thin sections of amphorae were described quantitatively and qualitatively. The first classification was based on the texture and the clasts (Bezeczky 1987, Józsa and Szakmány 1987). In addition, few samples

were measured by XRD for coarse evaluation of the firing temperature (Weiszburg and Papp, 1987). Later on, detailed micromineralogical analysis of the amphorae was performed to compare them with the terra rossa and loess from the Istrian peninsula. At the same time, new thin sections of amphorae were evaluated and a new classification was created based on the previous and the new results, nine groups were determined (Mange and Bezeczky, 2006, Mange and Bezeczky 2007, Bezeczky and Mange, 2009). On the base of micromineralogy of the amphorae it was stated that: a) the heavy mineral distribution of the amphorae were mostly similar to that of clast rich terra rossa from Istria, b) Marine living being skeleton remnants (globigerinoids, sponge spiculae) found in amphorae were thought to be similar to recent Istrian ones. But the heavy mineral composition of the amphorae samples and the clast rich terra rossa were found to be partly different. The origin of this distinct part of heavy minerals in the amphorae remained unknown. Moreover, later on some uncertainty about the recent origin of most of calcareous living remnants arised.

Archaeometric research has provided brand new results. It sheds new light on the problems of provenance and production technique. György Szakmány and Sándor Józsa can conclude that a considerable part of the raw materials for the Laecanian amphorae was the flysch and only a small quantity of terra rossa and recent marine sediment could be mixed naturally or added as temper in Fažana. It was necessary to transport this main raw material from northern Istria (vicinity of Trieste or Koper Bay) to the place of amphora production (Fažana) after the amphorae filled with olive oil were left behind in Aquilea. The archaeometric research suggests the potential significance of the Laecanius family's northern Istrian Materija (Matteria) property. This has been an unsolved problem.

A FAŽANAI (ISZTRIA, HORVÁTORSZÁG) LAECANIUS AMPHORÁK ARCHEOMETRIÁJA

ARCHAEOLOGY OF LAECANIAN AMPHORAE FROM FAŽANA, ISTRIA

JÓZSA SÁNDOR¹ – SZAKMÁNY GYÖRGY¹ – OBBÁGY GABRIELLA¹ - BENDŐ
ZSOLT¹ – HEINRICH TAUBALD²

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Közettan-Geokémiai Tanszék, Magyarország, Budapest

²Universität Tübingen, Fachbereich Geowissenschaften, Isotopengeochemie, (Tübingeni Egyetem, Földtudományi Szakirány, Izotópgeokémiai Laboratórium)

E-mail: sandor.jozsa@geology.elte.hu

Abstract

The purpose of the archaeometric study of Istrian amphorae was twofold. The main goals were the recognition of the raw material of amphorae, the identification of the source rock types and the delimitation of purchasing sites of possible raw materials. In addition, we would like to get better knowledge about the technical conditions of amphora producing. Our results are presented in order of usage of different methods.

During our research it became clear, that by the help of detailed and an in-depth comparative petrographic study the rock types forming the raw material of Istrian amphorae could be determined with great accuracy. The practical applicability of the possible raw materials and the practical conclusions could be drawn from their composition were determined by pottery experiments. The mixing rate of the components of the raw material could be determined more precisely by micromineralogy and chemical analyses. The different stages of textural and mineralogical changes of the groundmass of the amphorae during firing could best be followed by electron microscopic method.

Our research proved that the main component of the raw material of Fažana Dr. 6B amphorae was the Cenozoic flysch which is widespread in Middle-North Istria. This material was mixed with few terra rossa and recent sea shore sediment. Since we found muddy sediment with similar composition on the sea shore of small bays (i.e. Piran bay) of Triest gulf, we suppose that this natural homogenous mixture was excavated and transported by ship as ballast material to Fažana. One part of these amphorae were manufactured purely from this natural mixture, for other part of them this mud was artificially mixed with small amount of local fine grained recent marine sand.

At the end of the current paper, an English summary is given.

Kivonat

Az isztriai amphorák archeometriai vizsgálatának kettős célja volt. Elsősorban az amphorák nyersanyagának pontos megismerését, a forrásközetek azonosítását és a lehetséges nyersanyag beszerzési helyek behatárolását tűztük ki feladatul. Ezen kívül szerettük volna jobban megismerni a fažanai amphora gyártás technológiáját, műszaki körülményeit. Vizsgálati eredményeinket az általunk alkalmazott módszerek elvégzésének sorrendjében mutatjuk be.

Munkánk során egyértelművé vált, hogy a mélyreható, részletekbe menő polarizációs mikroszkópi összehasonlító vizsgálat segítségével igen nagy pontossággal megállapítható, milyen kőzetfajták alkothatták az isztriai amphorák nyersanyagát. A lehetséges nyersanyagok gyakorlati alkalmazhatóságát és az összetételükből levonható gyakorlati következtetéseket fazekas kísérletekkel állapítottuk meg. A nyersanyag összetevőinek keverési arányát a nehézasvány és kémiai vizsgálatokból lehet pontosabban megállapítani. Az alapanyag égetés során elszenvedett szöveti és ásványos összetételi változásainak egyes állomásait az elektronmikroszkópos vizsgálatokkal lehetett legjobban megfigyelni.

Vizsgálatainkkal bizonyítottuk, hogy az Fažanában gyártott Dr. 6B típusú amphorák nyersanyagának fő összetevője az Isztriai-félsziget középső-északi részén, felszínen nagy mennyiségben megtalálható kainozós flis volt, ami esetenként kevés terra rosszával és recens tengerparti üledékkel keveredett. Mivel a Trieszti-öböl déli része kisebb öbleinek (pl. Piráni-öböl) tengerpartján éppen ilyen összetételű iszapot találtunk, feltételezzük, hogy ezt a természetes, homogén keveréket termelték ki, és ballasztként használva szállították Fažanába. Az amphorák egy részét tisztán ebből a természetes keverékből formázhatták, más részének nyersanyagához ehhez az iszaphoz kis mennyiségű helyi tengerparti finom homokot keverhettek.

KEYWORDS: DRESSSEL 6B AMPHORA, ISTRIA, PETROGRAPHY, RAW MATERIAL PROVENANCE, FLYSCH

KULCSSZAVAK: DRESSSEL 6B AMPHORA, ISZTRIA, PETROGRÁFIA, NYERSANYAG EREDET, FLIS

Bevezetés, célkitűzés, munkamenet

Az ember társas lény, általában kisebb nagyobb közösségek tagjaként akár egész birodalmat is átfogó társadalmi rend szerint éli életét. Minél nagyobb társadalmi egységet tekintünk, annál összetettebb, kifinomultabb, pontosabban kidolgozott működési rendszer kell az adott társadalmi egység hosszabb távú fennmaradásához. A rendszer akkor jó, ha kiegyensúlyozottan, egyfajta állandóságot megőrizve működik és mindenki megtalálja a saját helyét, feladatát és megbecsülését az adott közösségben. A történelemnek ezekről a gyakran hosszú, egyenletesen zajló, boldogabb időszakairól és nyugodt helyszíneiről általában kevesebbet tudunk, mint a nagy változásokat hozó rövid, de annál erőszakosabb, szomorúbb, látványosabb eseményeiről.

A békés időszakok tehát – mint sokan mondják – unalmasak, eseménytelenek. Pedig ezek a legtöbb ember számára a lassú építkezés, lelki, szellemi és anyagi gyarapodás és tudásszerzés időszakai. Fontos tehát, hogy a múlt ezen időszakait, helyszíneit és társadalmi berendezkedését jobban megismerjük.

Kutatási területünk, Isztria, a Római Birodalom frissen meghódított része a Kr. e. I. század közepétől éppen ilyen volt. A híres szenátor családok, majd később a római császárok által birtokolt nagygazdaságok olajfa ültetvényein természetették legfőbb terméküket, az olajbogyót, amiből a tengerparti gazdasági központokban az akkori idők egyik legjobb minőségű olíva olajat állították elő. Ezt a terméket abban az időszakban a Duna vonaláig terjedő területekre, többek között Pannóniába is nagy mennyiségben folyamatosan évről évre szállították. A hosszú távú szállításra szolgáló edényeket, az amphorákat az olajgyártás helyszínéhez közel igen nagy mennyiségben, nagyon jó minőségben kellett előállítaniuk. Ha az amphorák beteljesítették feladatukat, olíva olajjal megtöltve a gyártás helyétől eljutottak a felhasználás helyéig, ahol legtöbbször a szemétkerültek, akárcsak a mai konzervdobozok. A római korra egységesen leginkább jellemző leletek tehát az amphorák, amelyek a régészeti feltárások során általában nagy tömegben kerülnek elő.

A régészet társadalomtudomány, alapvető célja az egykori társadalmi viszonyok jobb megismerése. Az írásos emlékek szövegeiből közvetlen betekintést, pontos, egyértelmű ismereteket lehet szerezni az egykori eseményekről. Írásos emlékekből azonban mindig sokkal kevesebb van, mint tárgyiakból. Pedig a tárgyak rengeteg olyan

ismeretet is rejtjenek, amelyeket régészeti módszerekkel nem lehet kinyerni, de természettudományos vizsgálati módszerekkel igen. Sok rejtett ismeretet hordoz a régészeti feltárások során talált tárgyak, így az amphorák anyaga is, de nem egyértelmű azonnal, hogy az anyagvizsgálattal nyert ismeretek milyen kapcsolatban állnak a régészeti problémafelvetéssel. Az anyagvizsgáló kutatótársnak ezért tisztában kell lennie a régészeti háttérrel és a megválaszolendő kérdésekkel, a régésznek pedig az anyagvizsgálati módszerek lehetőségeivel.

Kutatásunk menetét tehát a régészet által feltett alapvető kérdésre alapoztuk, amit összehangoltunk az általunk használt vizsgálati módszerekkel viszonylag egyszerűen megválaszolható kérdésekkel. Kutatásunk alapvető régészeti kérdése az volt, hogy a Dél-Isztriában, Fažanában a Kr.e. ~40-től Kr.u. 2. század végéig, tehát több, mint 200 éven át termelő gazdaság hogyan működött, törekedve a legapróbb részletek megismerésére is. E fő kérdéskör tisztázásához az egykori Római Birodalom különböző részeiben talált és a vizsgált időszakban Fažanában gyártott, két bélyeggel rendelkező (kezdetben a Laecanius család, majd a császárok bélyege, valamint az amphorák gyártásért éppen felelős személy, akkori nevén *vilicus* bélyege), Bezeczy Tamás által kor szerint besorolt Dressel 6B típusú amphorák álltak rendelkezésünkre (Bezeczy 1998).

Könnyen belátható, hogy az amphorák eredeti anyagának vizsgálatával az amphora elkészülte előtti időszak eseményeit követhetjük nyomon a nyersanyag kiválasztásának helyétől az amphora teljes elkészültéig. Ez geológiai ismereteket és anyagvizsgálati módszereket igénylő feladat, hiszen az amphorák anyaga jórészt természetes, kőzet eredetű. Az amphora anyagának megismerése, leírása önmagában még nem elegendő a kitűzött feladat megoldásához. A régészeti kérdések megválaszolásához elengedhetetlen az amphora nyersanyagának és a nyersanyag forrásközetének azonosítására, sőt a forrásközet egykori kitermelési helyének lehetőség szerinti legpontosabb behatárolására, esetleg megtalálására is. Ehhez viszont igen részletes, a lehetséges területek geológiai feltérképezését, a lehetséges forrásközetek begyűjtését és pontos megismerését célzó szakirodalmi kutatásra és terepi munkára van szükség.

Mindezen megfontolások alapján általában a régészeti kerámiák leírására és anyagvizsgálatára az eddig megszokottól kissé eltérő munkamenetet, vizsgálati stratégiát állítottunk fel, amelyben a

nyersanyag vizsgálatát és a részletes összehasonlító petrográfiát helyeztük előtérbe. Ez a munkamenet természetesen további vizsgálati módszerek alkalmazásával bővíthető:

1. Makropetrográfia

- Minden amphora darab makroszövetének részletes leírása és fotódokumentációja.

2. Amphorák áttekintő mikropetrográfija

- A reprezentatív példányok vázlatos szöveti leírása, összetevők részletes megismerése.

2a Más hasonló anyagú termékek áttekintő mikropetrográfija

- A többi mesterséges anyag (vakolat, téglá, tetőcserép stb.) összetevőinek megismerése.

(jelen munkában nem térünk ki rá)

3. A lehetséges forrásterületek és nyersanyagok terepi kutatása

- A környező területek földtani felépítésének megismerése (szakirodalmi és terepi), a lehetséges nyersanyagok felkutatása és begyűjtése.

4. Részletes nyersanyag mikropetrográfia

- Minden lehetséges nyersanyag részletes polarizációs mikroszkópi vizsgálata.

5. Fazekas kísérletek a lehetséges nyersanyagokkal

- Mintatestek és -edények készítése a lehetséges nyersanyagokkal, különböző arányokkal.

6. Részletes összehasonlító mikropetrográfia

- Az amphorák, más durvakéramia termékek és lehetséges nyersanyagok szövetének és törmelékeinek részletes összehasonlító vizsgálata.

7. Mikroásványtan - nehézásványtan

- Az amphorák és nyersanyagok akcesszóriáinak összehasonlító vizsgálata fénymikroszkópi (sztereo és polarizációs) és elektron-mikroszkópi (SEM-EDX) módszerekkel.

8. Elektron-mikroszkópia (SEM-EDX)

- A reprezentatív amphorák és nyersanyagok alapanyagának és törmelékeinek mikroszvöeti és kémiai összetételi összehasonlító vizsgálata.

9. Kémiai elemzés (XRF)

- A reprezentatív amphorák és nyersanyagok átlagos kémiai összetételének (fő-, nyomelem és ritkaföldfémek) meghatározása, összehasonlító értékelése.

Minden módszernek megvan a maga helye az anyagvizsgálatok sorában. Ezt a helyet többek között úgy is meg lehet határozni, hogy a vizsgálat alá eső adott anyagnak pontosan melyik és milyen nagyságú és helyzetű részére terjed ki a kérdéses

vizsgálat, tehát mire terjed ki az érvényessége. Ezt kiegészítheti még az, hogy milyen tulajdonságot tud meghatározni a módszer és az, hogy a vizsgálat milyen pontosságú. A vizsgálati módszerek alkalmazásának tervezésekor a következő fő szempontokat vettük még figyelembe:

1) A makroszkópos vizsgálat a teljes anyag bármilyen nagyméretű darabjára kiterjedhet, de pontossága kicsi, a milliméter alatti méretekre már nem érvényes és leginkább csak egyszerű fizikai tulajdonságok meghatározására alkalmas.

2) A fénymikroszkóp a vizsgált anyagok finomszemcsés részének szöveti, ásványos és közvetetten a kémiai azonosítására csak nagyon korlátozottan alkalmas, az amphorák alapanyagát és finomszemcsés, nem plasztikus elegyrészeit nem tudjuk vele pontosan meghatározni.

3) A mikroásvány vizsgálatokat eredeti szöveti helyzetükből kiragadott egyedi szemcséken végezzük korlátozott mérethatárok között, az alapanyag, ami az amphorák teljes anyagának sokszor több mint 90 %-át adja, ezzel a módszerrel sem vizsgálható.

4) Az elektron-mikroszkópos módszer viszonylag pontos kémiai összetételt mutat meg, de sok olyan elemet nem tudunk meghatározni vele, amelyek megkülönböztető jelentőségük az egyes anyagokban. Jól vizsgálhatók vele a kisméretű szemcsék és az alapanyag is, de csak viszonylag kis kiterjedésű területen. Az ásványos összetételre csak következtethetünk, a nagyon kis területekről kapott ismereteket pedig nagyobb területekre önkényesen kiterjesztjük.

5) A kémiai elemzés (XRF) egy kiválasztott 2-3 grammnyi kis cserépdarab örleményének viszonylag pontos fő-, egyes nyom- és néhány ritkaföldfém adatát adja meg. Az így kapott eredmények összevontan mutatják a plasztikus és nem plasztikus elegyrészekből, illetve az eltérő forrásokból származó keverék kémiai összetételét, vagy annak módosult értékeit, ha volt másodlagos, kémiai összetételt megváltoztató hatás (égetés, áztatás, anyagok tárolása, betemetődés, véletlenszerű tüzeset stb.). A helyes kiértékeléshez mindezen tényezők pontos ismeretére van szükség.

A korábbi kutatások eredményeinek rövid összefoglalása

A Dressel 6B amphorák kutatása több mint 30 évvel ezelőtt kezdődött. Kezdetben kb. 200 amphora vékonycsiszolatának leírása és mennyiségi kiértékelése történt meg (Józsa & Szakmány 1987). Az első részletes csoportosítás a szövet és a nem plasztikus elegyrészek alapján készült. Néhány mintából XRD felvétel is készült az amphorák kiégetési hőmérsékletének becslésére (Weiszburg & Papp 1987). Később részletes mikroásványtani

vizsgálat is készült az Isztriai félsziget területén található néhány lehetséges nyersanyaggal (vörös agyag (terra rossa), lösz és recens tengeri élőlények vázai (sajnos az isztriai flis vizsgálata a szerzők korlátozott lehetőségei miatt akkor kimaradt) való összehasonlítás céljából (Mange & Bezeczyk 2006, 2007). Ezzel együtt az addigi leírások további 300 újonnan készült vékonycsiszolat kiértékelésével gazdagodtak és a teljes anyag értékelésével új osztályozás készült. A korábbi kutatások főbb eredményei a következők:

1. A polarizációs mikroszkópi szövetelemzés alapján 9 petrográfiai csoportot állítottak fel.
2. A szerzők a Fažanában gyártott amphorák fő nyersanyagának a terra rossát gondolták.
3. A fažanai amphorákban található vázmaradványokat recens tengeri élőlények vázelemeivel azonosították.
4. Az amphorák nehézasványait, illetve nehézasvány együttesét csak részben tudták azonosítani a terra rossa nehézasványaival, néhány nehézasvány eredete tisztázatlan maradt.
5. Az amphorák kiégetési hőmérsékletét megközelítőleg 750-900 °C közé becsülték.

A saját vizsgálati módszerek adatainak bemutatása

A korábbi amphora vizsgálatokhoz készült kb. 500 darab vékonycsiszolat mellé újabb kb. 250 darab amphora vékonycsiszolatot, egyéb égetett cserép termékekből és vakolatból kb. 40 darab vékonycsiszolatot, a lehetséges nyersanyagok terepi mintáiból pedig további kb. 150 darab vékonycsiszolatot készítettünk. 30 kiválasztott mintát elektronmikroszkóppal (SEM-EDX) is megvizsgáltunk. 20 reprezentatív lehetséges nyersanyag és amphora mintából mikroásványtani vizsgálat, 25 pormintából pedig kémiai elemzés (XRF) készült.

A polarizációs mikroszkópi vizsgálatokhoz Nikon OPTIPHOT2-POL polarizációs mikroszkópot használtunk. A polarizációs mikroszkópi képeket Nikon DS Fi1 kamerával és a NIS Elements számítógépes program segítségével készítettük. A vízzel keverve képlékeny masszává gyúrható terepi minták mindegyikéből mintánként 2 db kb. 2 x 3 x 5 cm-es téglatesteket formáztunk, azokat kiszáritottuk és az egyiket elektromos kemencében 1 órás

felfűtéssel, 2 óra hőntartással, 750 °C-on, oxidatív körülmények között kiégettük. A kiégetés az MNM egykori Nemzeti Örökségvédelmi Központjának elektromos kemencéjében történt. Mindkét változatból vékonycsiszolat készült. A mikroásvány vizsgálatok részletes leírását Obbágy et al. (2014) munkája tartalmazza. A SEM-EDX mérések az ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszékének AMRAY 1830i típusú, EDAX PV 9800 energiadiszipatív spektrométerrel felszerelt pásztázó elektronmikroszkópjával végeztük 20 kV gyorsító feszültség és 1 nA sugáráram mellett. A kémiai elemzések a Tübingeni Egyetem, Földtani Izotópeokémiai Tanszékén, Bruker AXS S4 Pioneer típusú XRF berendezéssel készültek.

Vizsgálati eredmények bemutatása

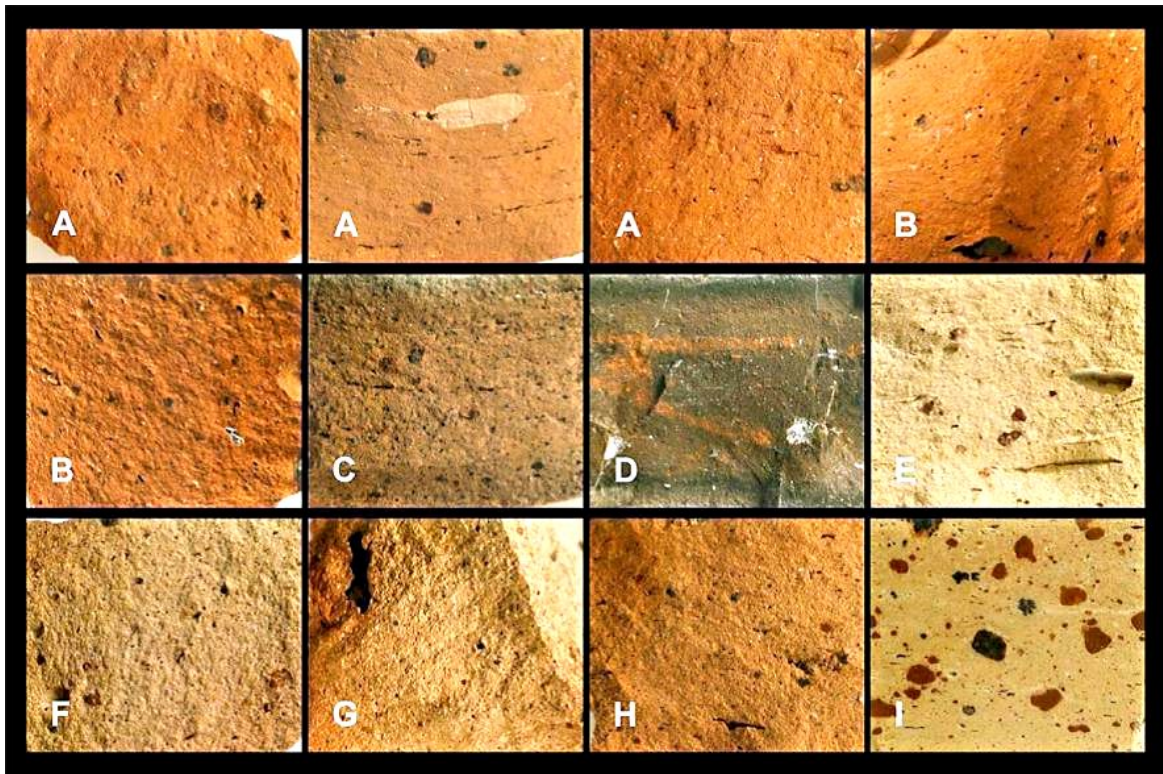
A fažanai amphorák makropetrográfiaja

A fažanai amphorák részletes makropetrográfiai leírása a korábbi irodalmakban olvasható (Mange & Bezeczyk 2006 és 2007) (**1. ábra**), itt csak rövid összefoglaló jellemzést adunk. A fažanai amphorák nagyon finomszemcsések, homogének, alig-alig látható bennük 200 µm-nél nagyobb törmelékzemcse. Színük leggyakrabban vörösbarna, egyes változatok szürkék, vagy világos okkersárgák. A vörösbarna változatokban az igen apró sötétszürke-fekete szemcsék viszonylag gyakoriak, a nagyobb, akár 1-2 mm átmérőjű vörös, kerekded agyagcsomók inkább a világos okkersárga változatoknál észlelhetők. Általában gyengén porózusak, gyengén vagy nem irányított szövetűek, de ritkábban előfordulnak hosszúkás lencse alakú porusokat és irányított szövetet mutató változatok is. Anyaguk általában kemény, szívós, eredeti felületükön esetenként igen vékony világos okkersárga réteg figyelhető meg.

A fažanai amphorák áttekintő mikro-petrográfiaja

A fažanai amphorák plasztikus elegyrésze, azaz alapanyaga jellemzően vörösbarna, ritkán sárga, gyengén vagy nem irányított, keresztezett nikolok között általában anizotróp. Eredetileg többé-kevésbé kompakt, de a legtöbb esetben a kiégetés mértékétől is függően változó mértékű mikroporozitás jellemzi.

A nem plasztikus elegyrészek mennyisége változó, a teljes anyagot tekintve általában nem haladja meg a 10 %-ot, sok esetben akár 1 % alatti is lehet.



1. ábra: A Laecanius amphorák petrográfiai szövettípusainak makroszkópos fényképe (Mange & Bezezcký 2006). Az egyes képek szélessége kb. 2 cm.

Fig. 1.: Macrophotos of representative sherds of each fabric groups of Laecanian amphorae (Mange & Bezezcký 2006). Picture width of each square is ca. 2 cm.

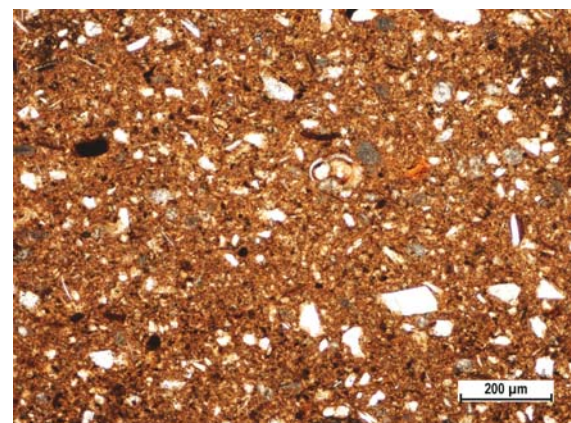
A nem plasztikus elegyrészeken belüli nem karbonátos-karbonátos szemcsesarány szélsőségesen változó. Sok esetben a karbonát szemcsék uralkodnak 50-80 %-os részarányal, de gyakran előfordulnak karbonát mentes minták is. Az ilyen minták egy részénél a karbonát szemcsék alakját őrző pórusok jól megfigyelhetők, néhány mintánál másodlagos karbonátos kitöltéssel. A nem plasztikus szemcsék jól osztályozottak, szögletesek, általában 100 µm-nél kisebb méretűek.

A sziliciklasztok uralkodó mennyiségű anyaga a zömmel hullámos kioltású monokristályos kvarc, e mellett kevés polikristályos kvarc, kálföldpát (ortoklász, mikroklin, ritkán szanidin), plagioklász és kevés vagy közepes mennyiségű csillám (több muszkovit, kevesebb biotit, illetve annak átalakult maradványa) fordul elő. A fažanai amphorák általában kisméretű és kevés akcesszórius ásványt tartalmaznak. Leggyakoribbak a gránát, hornblende, turmalin, epidot, zoisit, rutil, Cr-spinell és a cirkon. A mikrit és pátit szemcsék között a sziliciklasztokat kissé meghaladó méretűek is előfordulnak.

Az összetett szemcsék viszonylag ritkák (tűzkő, savanyú vulkanitok mikrokristályos kvarc anyagú alapanyaga, kristályos közettöredékek (granitoid, gneisz, csillámpala). Nagyon ritkán nagyméretű (akár 1-2-mm-es), kerekded üledékes kőzet-

zárványok (agyagkő, aleurolit, homokkő, mészkő) is megfigyelhetők.

Jellemzőek és gyakoriak a biogén elegyrészek. Igen sok mintában jelen vannak kis mennyiségben a kovaanyagú (több opál és kevesebb kalcedon anyagú szivacsstű), nagy mennyiségben a karbonát anyagú (sok foraminifera, kevesebb molluszka, néhány egyéb) vázmaradványok (**2. ábra**).



2. ábra: A fažanai Laecanius amphorák általános szöveti képe (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Fažana-11)

Fig. 2.: General textural view of Laecanian amphorae from Fažana (Polarizing microscopic photo, PPL, Fažana-11)

A lehetséges nyersanyagok és forrásterületek terepi kutatása

A lehetséges kerámia nyersanyagok terepi felkutatását szakirodalmi tájékozódás előzte meg. Ez alapján megállapítottuk, hogy Isztria földtani felépítésében a következő fő kőzettani egységek vesznek részt: mezozós mészkő, kainozós flis, pleisztocén terra rossa és lösz, valamint szubrecens-recens szárazföldi, folyóvízi és sekélytengeri üledékek.

- Terra rossa. A fentieket áttekintve megállapítható, hogy az Isztriai félsziget déli részén, az úgynevezett Vörös Isztrián (**3. ábra**) az uralkodó, nagy mennyiségben felszínen ma is megtalálható lehetséges kerámia gyártási nyersanyag a terra rossa (**4. ábra**). A terra rossa a mediterrán térségben a pre-pleisztocén mészkő karsztos felszínére települt agyagos üledékes kőzet. Ezt a legutóbbi jégkorszakban, a pleisztocénben képződött vörös agyagot Dél-Isztria teljes területén és Isztria többi részén kisebb, elszigetelt területeken is megtalálhatjuk felszínen átlagban 1-10 méter vastagságban ott, ahol mezozós vagy eocén mészkő felszínen vagy felszín közelében van. (Durn et al. 1999 és 2007) Terepi megfigyeléseink alapján ez a vörös agyag nagy mennyiségben felszínen gyűjthető, vízzel keverve képlékeny, gyúrható masszát alkot.



3. ábra: Az Isztriai-félsziget kőzettani alapú földrajzi felosztása (Bertoša & Matijašić 2005 után módosítva)

Fig. 3.: Geological based geographical partition of Istrian peninsula (Bertoša & Matijašić 2005, with slight modification)



4. ábra: Lemezes mezozós mészkőre települő sötétvörös terra rossa feltárása a Fažanához (Dél-Isztria) közeli köves tengerparton (terepi fénykép).

Fig. 4.: Dark red terra rossa and underlying lamellar Mesozoic limestone outcrop on the rocky beach close to Fažana in South Istria (field photo).



5. ábra: Váltakozó kőzetrétegekből (meszes, homokos, agyagos) álló jellegzetes flis feltárás Isztria középső részén (terepi fénykép)

Fig. 5.: Characteristic flysch outcrop with alternating rock layers (calcareous, clayey, sandy) in Central Istria (field photo)

- Flis. Isztriának kizárólag az északi felén, az úgynevezett Szürke Isztrián (**3. ábra**) jelenik meg egy másik cserépgyártásra alkalmas anyagot szolgáltatató kőzetegyüttes, a flis. (Mikes et al. 2008, Velić et al. 1995, 2003) Ez az akár több száz méter vastag rétegsort alkotó, agyagot, homokot és meszet változó arányban tartalmazó finomszemcsés kőzetekből álló kainozós mélytengeri kőzetsorozat alkotja Észak-Isztria felszínének nagy részét (**5. ábra**). Terepi megfigyeléseink alapján flisből származó szálkőzetek egy része (homokkő, mikrites

mészke és keverékei) kemény kőzetek, vízzel keverve nem alkotnak gyúrható masszát, cserépgyártási nyersanyag készítéséhez közvetlenül nem használhatók fel. Az agyagban gazdag flis változatok is tömör kőzetek, csak nehezen veszik fel a vizet, kitartó áztatás után, hosszas morzsolással, dörzsöléssel lágy iszappá alakíthatók.

- Löss. A lösz a jégkorszaki szél által szállított szemcsékből és meszes kötőanyagból álló aleurit. Vízzel keverve gyúrható masszát alkot, de Isztrián csak nagyon kis területeken (a félsziget ÉNy-i és D-i sarkában, Velić et al. 1995, 2003) kis mennyiségben gyűjthető.

- Recens üledékek. A harmadik lehetséges fő nyersanyagforrást a recens-szubrecens szárazföldi törmelék felhalmozódások, valamint folyóvízi és tengerparti-partközeli üledékek jelenthetik.

1) Észak-Isztrián a felszínre bukkanó vastag flis rétegsorok lábánál felhalmozódott törmelékletjők vegyes összetételű, javarészt szétomlott, szétmállott kőzetekből álló keveréket tartalmaznak, nem homogenizálódott állapotban. Ez az anyag vízzel keverve gyúrható masszát alkot.

2) A folyóvízi üledékek anyaga a folyó üledékgyűjtőjén előforduló kőzetek elmállott keverékét tartalmazza, délen a terra rossát sok mezozós mészkevel keverve, északon a flisét, igen kevés terra rossával és mészkevel keverve. Ezek az anyagok jól gyúrhatók, de a flis esetében még mindig nem teljesen homogenizálódtak, az egyes alkotó kőzetek külön-külön szemcséket formálnak.

3) A tengerparti üledékek alapvetően háromfélék.

a) A mészke-szikkalás dél-isztriai partokon uralkodik a homok-aleurit szemcseméretű törmelék, amely tengeri élőlények vázelemeiből (kagyló, csiga, foraminifera, tengeri sün stb.), a szárazföldről behordott mészke-törmelékéből és a terra rossa kiiszapolt törmelékanyagából áll. Terepi megfigyeléseink alapján ez az anyag vízzel keverve az agyag hiánya miatt nem ad gyúrható anyagot, soványító anyagnak viszont viszonylag jó osztályozottsága miatt is alkalmas lehet.

b) Dél-Isztria lapos partjainál, ma leginkább csak a Brijuni-szigetek egyes védett öbleiben gyűjthetően a sekélyvízi üledéket a terra rossa átülepített, sziliciklaszt törmelékben gazdag iszapja alkotja, benne kis mennyiségben előforduló apró tengeri élőlények vázelemeivel. Terepi megfigyeléseink alapján ez az anyag kevés vízzel jól gyúrható masszát alkot, de jelenleg viszonylag kis mennyiségben és területen áll rendelkezésre.

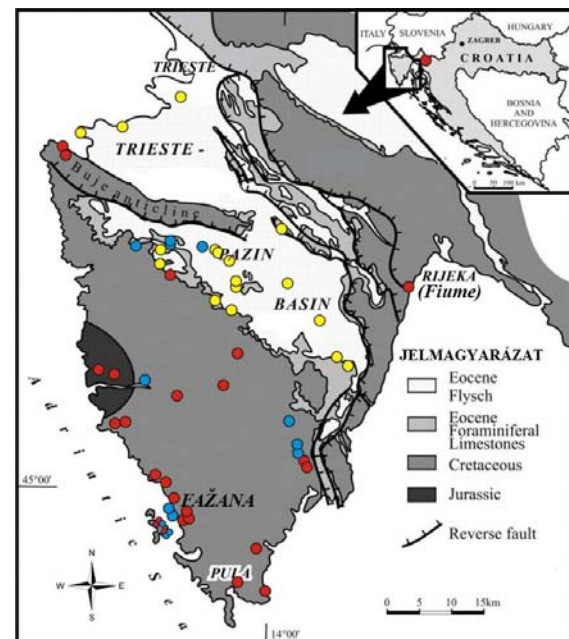
c) Észak-Isztria partjainál, még a flis kőzetekből álló szikkalás partok közelében is, de leginkább a folyótorkolatoknál, nagyrészt a folyók által hatalmas mennyiségben folyamatosan ideszállított, majd a tenger által tovább feldolgozott döntően flis

eredetű iszap halmozódott fel. Benne kis mennyiségben tengeri élőlények vázelemei, ritkábban terra rossa és mezozós mészke darabjai is megtalálhatók. Ez az anyag nagy területeken és mennyiségben ma is gyűjthető valamivel a mai tengerszint alatt és fölött egyaránt. (Bár az utóbbi évek ipari tevékenysége miatt e területek nagy része teljesen beépült, így vagy nem hozzáférhető, vagy eltűnt.) Az innen gyűjtött iszap teljesen homogén, igen finomszemcsés, kiválóan gyúrható anyagként viselkedik.

Részletes nyersanyag mikropetrográfia

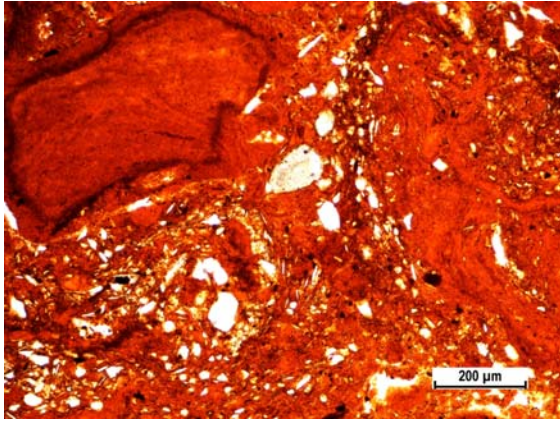
Terra rossa

Terra rossát Isztria területéről 28 különböző lelőhelyről gyűjtöttünk (6. ábra). Mindegyik mintából két-két (kb. 2 x 2 x 4 cm-es élhosszú) téglát formáztunk, az egyiket csak szárítottuk, a másikat ki is égettük 750 Celsius fokon. Minden téglából vékonycsiszolatot készítettünk.



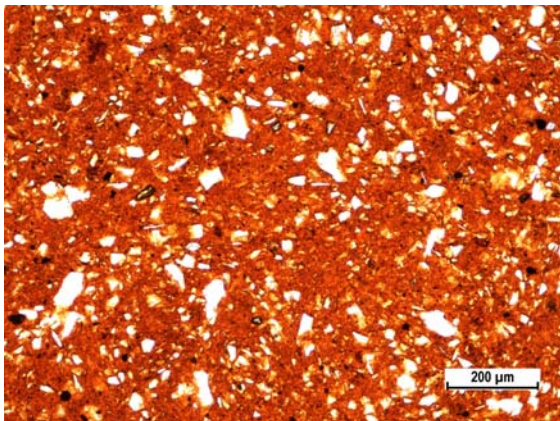
6. ábra: Az Isztriai-félsziget vázlatos földtani térképe a három fő lehetséges nyersanyag terepi mintagyűjtési helyeinek megjelölésével. Jelmagyarázat: vörös korong: terra rossa, sárga korong: flis, kék korong: recens üledék (Živković & Bogner 2006 után módosítva).

Fig. 6.: Simplified geological map of Istria with field collection places of three possible main raw materials. Legend: red spots: terra rossa, yellow spots: flysch, blue spots: recent sediments (modified after Živković & Bogner 2006).



7. ábra: Tiszta terra rossa darab (bal felső rész) kevert (fehér szemcsés rész) terra rossában Vukova Gorica közeléből (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, IST-1)

Fig. 7.: Pure terra rossa grain (left upper corner) in mixed terra rossa near Vukova Gorica (polarizing microscopic photo, 1N, IST-1)



8. ábra: Kevert terra rossa polarizációs mikroszkópos fényképe (1N, IST-20a, Vrsartól K-re)

Fig. 8.: Polarizing microscopic image of mixed terra rossa (PPL, IST-20a, East of Vrsar)

Makroszkóposan a terra rossa rétegzetlen, igen finomszemcsés, tömött, látható pórusoktól mentes, sötétvörös színű kemény agyag (**4. ábra**). Gyakran tartalmaz kis mennyiségben változó, akár cm-es méretű, a fekjét alkotó mészkőből származó kemény mészkő törmelékeket.

Polarizációs mikroszkópban a különböző területekről származó terra rossa talajminták nagyon hasonlóak egymáshoz. Két fajtájukat különböztetjük meg.

1). A tiszta terra rossa élénk vörös színű, homogén agyag, gyakran közel párhuzamosan, hullámosan futó színsávok szövetével (**7. ábra**). Törmelék szemcséket nem tartalmaz. Ez a kőzet igen ritkán jelenik meg a dél-isztriai terra rossa feltárások felszín közeli részében.

2). A törmelékben gazdag terra rossa (más néven terra rossa talaj), élénk vörös, homogén, sávok szerkezet nélküli agyagos mátrixból és nagy mennyiségű, jól osztályozott, apró, szögletes, monomikt, (főleg hullámos kioltású) kvarcban nagyon gazdag, földpátban és csillámban szegény sziliciklaszt anyagú törmelékéből áll (átlagos szemcseméret 40-80 μm) (**8. ábra**). Feltűnően sok, de nagyon apró akcesszórius elegyrész észlelhető benne. Karbonátot (kivéve a ritka, nagyméretű mezozós mészkőtörmelékeket) és ősmaradványt egyik változat sem tartalmaz.

Flis és áthalmazott flis

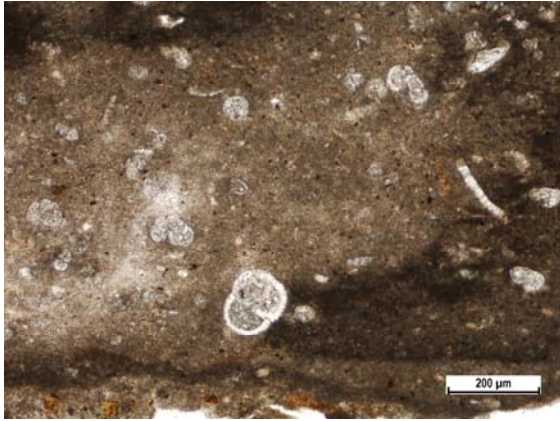
Több mint 35 flis tartalmú mintát gyűjtöttünk, amelyekbe beletartoznak a szálfeltárási gyűjtött homok, mész és agyag gazdag kőzetváltozatok, a flis kőzetváltozatokat keverten tartalmazó recens lejtőtörmelékek és folyóvízi üledékek (**6. ábra**). A flisben gazdag tengeri iszapokat külön tárgyaljuk a „recens üledékek” című alfejezetben. A puha kőzetváltozatokat ugyanúgy kezeltük, mint a terra rossát, a kb. 2x2x4 cm-es élhosszú téglatestre formázott mintadarabok szárított, illetve égetett példányaiból is vékonycsiszolatot készítettünk.

A flis kőzetek terepen szálfeltárásokban viszonylag jól rétegzett megjelenésűek, szürke és világossárga színűek (**5. ábra**). A finomszemcsés meszes (mikrit gazdag) és agyagos változatokban a szemcsék nem látszanak szabad szemmel, a kőzetliszt és homoktartalmúak sem tartalmaznak egy mm-nél nagyobb szemcséket. Homogének, igen jól osztályozottak, az agyagos változatok könnyen aprózódnak, a többi kemény, kötött kőzet. A flisben gazdag lejtőtörmelék vagy folyóvízi hordalék sárgásszürke, agyagban gazdag, puha, jól gyúrható, nem teljesen homogén megjelenésű.

Polarizációs mikroszkópban jól látható, hogy a flis szálfeltárásaiból gyűjtött különböző kőzetfajták három fő alkotórész változó mennyiségű keveredésével alakultak ki, úgymint agyag, karbonát és sziliciklaszt.

1). A tiszta agyagkőzetek barna, sárgásbarna színűek, tömörek, homogének, irányítatlanok, törmelék szemcséket nem tartalmaznak. A főleg agyagásványból álló változatok mellett gyakoriak a mikritben gazdag kőzetváltozatok is. Mindegyik változatban esetenként akár tömegesen is vékony és vastaghéjú globigerinoid foraminiferák megjelenhetnek (**9. ábra**). A vékonyhéjúak gyakran opakásvánnyal (pirit, illetve abból képződött limonit) kitöltöttek.

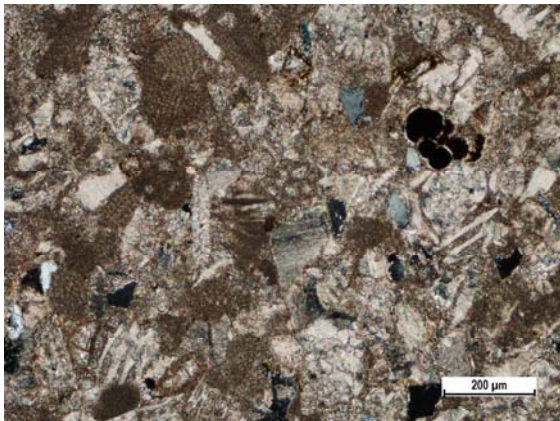
2). A karbonátok kétféle változatban jelennek meg a flis kőzetekben. A mésziszapból keletkezett finomszemcsés mikrites alapanyagú kőzetváltozatot az előzőekben tárgyaltuk.



9. ábra: Agyaggazdag flis polarizációs mikroszkópos fényképe globigerinoida foraminiferákkal (1N, IST-47c, Közép-Isztria).

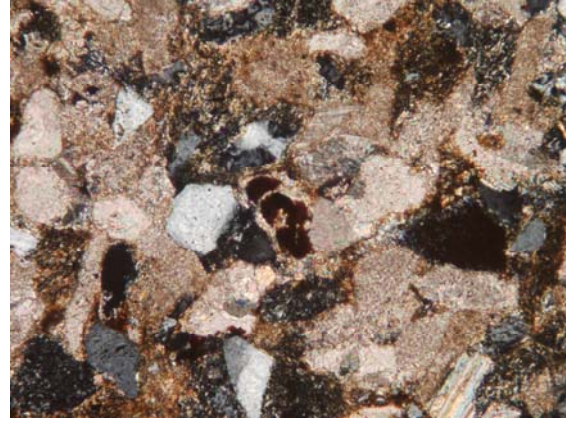
Fig. 9.: Polarizing microscopic image of clayey flysch with globigerinoid foraminifera (PPL, IST-47c, Middle-Istria)

A mészanyagú törmelékszemszék a homokkövekben általában 20-60 %-ban vannak jelen, de egyes kőzetváltozatokban a törmelékanyag akár 70-80 %-át is kitehetik. Méretük általában 100-200 μm körüli, jól osztályozottak, leginkább kissé szögletesek. Anyaguk nagyrészt mikrit és kevesebb pátit, de nemritkán különböző ősmaradvány vázak és váztöredékek (vastag és vékonyhájú, akár opakásvánnyal is kitöltött globigerinoida, egyéb foraminifera, molluszka, bryozoa és tüskésbőrű) is megjelennek közöttük (**10.** és **11. ábra**).



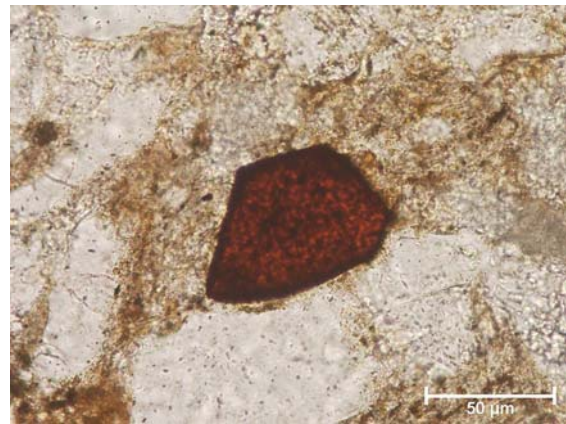
10. ábra: Flis eredetű mészhomokkő opakásvány kitöltésű globigerinoida foraminiferával (fekete) és sok más foraminifera (f), krinoidea (c) és bryozoa (b) váztöredékekkel (polarizációs mikroszkópi fénykép, 1N, IST-49, Kotli)

Fig. 10.: Flysch originated calcareous sandstone with opaque filled foraminifera skeleton (black) and many other foraminifera (f), crinoidea (c) and bryozoa (b) skeleton fragments (Polarizing microscopic photo, XPL, IST-49, Kotli)



11. ábra: Mészgazdag homokos flis foraminifera (f) maradvánnyal, sok krinoidea (c) vázelemmel és kevés kvarc (szürke, q) szemcsével (polarizációs mikroszkópi fénykép, +N, IST-64b, Seča, Szlovénia). Képszélesség: 0,6 cm.

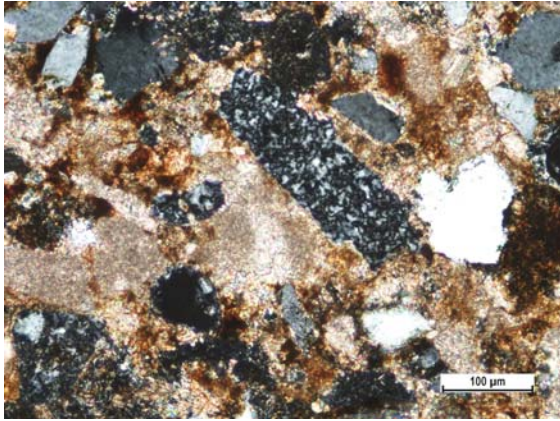
Fig. 11.: Calc rich sandy flysch with foraminifera (f) remnant, more crinoid (c) fragments, and quartz (gray, q) grains (polarizing microscopic photo, XPL, IST-64b, Seča, Slovenia). Picture width: 0.6 cm.



12. ábra: Cr-spinell szemcse homokos flisben (polarizációs mikroszkópi fénykép, 1N, IST-66b, Fiesa). Képszélesség: 2 mm.

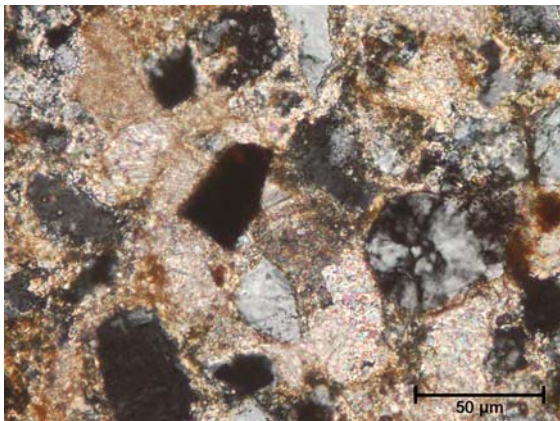
Fig. 12.: of Cr-spinel in sandy flysch from Fiesa (Polarizing microscopic photo, PPL, IST-66b). Picture width: 2 mm.

3). A homokkövek és aleurolitok másik fő alkotói a karbonátok mellett a sziliciklasztok. Közepesen osztályozott, szögletes, koptatatlan szemcséi 40-200 μm-esek, anyaguk főleg hullámos kioltású kvarc. A földpátok általában viszonylag gyéren fordulnak elő, a csillámok esetenként fölszaporodhatnak. Az akcesszórius elegyrész általában kevés, de Isztria északi részén a sziliciklasztban gazdagabb homokkövekben a Cr-spinell jól felismerhetően jelentősen feldúsul (**12. ábra**). A kőzettörmelékek általában ritkák, de az északabbi területeken megnő a mikrokristályos kovakőzet törmelékek aránya, amelyeknek kétféle változatát lehetett megkülönböztetni.



13. ábra: Mikrokrisztályos kovakőzet (tűzkő (t)) szögletes szemcséje meszes-homokos flisben (polarizációs mikroszkópi fénykép, +N, IST-5d, Gologorica-völgy, Zajcától északra).

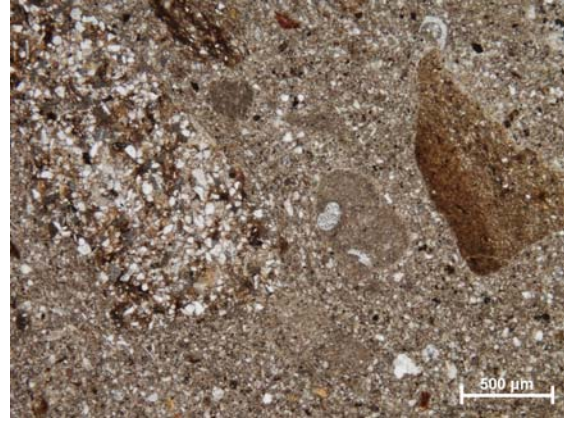
Fig. 13.: Angular microcrystalline silica rock (chert (t)) fragment in calcareous-sandy flysch (Polarizing microscopic photo, XPL, IST-5d, Gologorica valley, north from Zajci).



14. ábra: Kalcedon anyagú fosszilis szivacsstű (s) (kerek, szürke) keresztmetszete mészgazdag homokkő vékonycsiszolatában az isztriai flisből (polarizációs mikroszkópi fénykép, +N, IST-64b, Piráni-öböl, Seča mellett). Képszélesség: 2 mm.

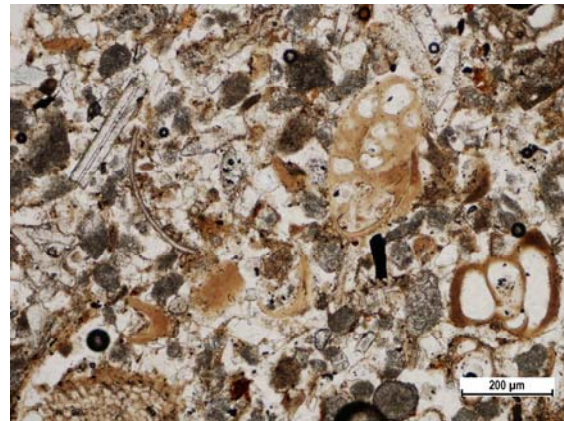
Fig. 14.: Cross-section of fossiliferous chalcedony sponge spicula(s) (spheric, gray) in calcareous sandstone from Istrian flysch from (Polarizing microscopic photo, XPL, IST-64b, Piran-bay near Seča). Picture width: 2 mm.

Mindkettőt egyformán mikrokrisztályos, homogén kvarc alkotja, szövetük irányítatlan (**13. ábra**). A tűzkő eredetű változat szintelen, a vulkáni eredetűnek gondolt változat kevésbé homogén és világos vörös színárnyalatú. Ritkán, főleg a mikrokrisztályos kvarcban gazdagabb homokkövekben kalcedon anyagú szivacsstű metszetek is megfigyelhetők (**14. ábra**).



15. ábra: Különböző fajta flis eredetű áthalmazott kőzetaryabok recens üledékben (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, IST-61/3, Isola közelében). Képszélesség: 3 cm.

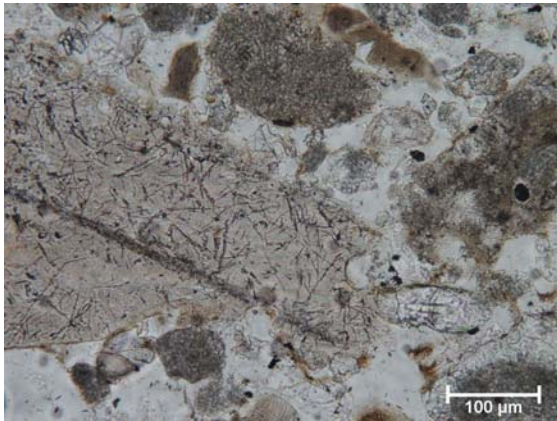
Fig. 15.: Different types of flysch originated resedimented rock fragments in recent sediment (Polarizing microscopic image, PPL, IST-61/3, near Isola). Picture width: 3 cm.



16. ábra: Recens sekélytengeri törmelék opál anyagú hosszúkás szivacsstűvel (balra fent) (vékonycsiszolat polarizációs mikroszkópos fényképe, 1N, IST-40mar, Verige-öböl, Brijuni-szigetek).

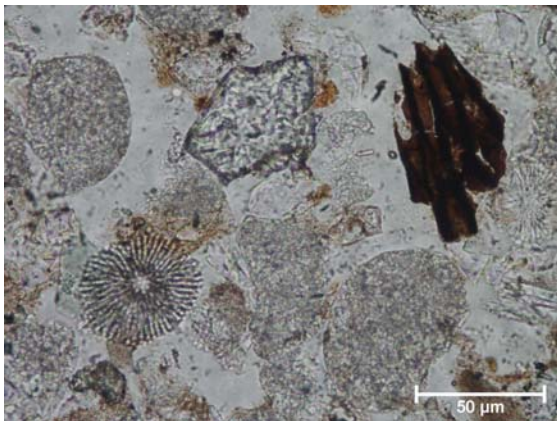
Fig. 16.: Recent coastal sediment with elongated opalic sponge spicula (upper left corner) (Polarizing microscopic photo of thin section, PPL, IST-40mar, Verige-bay, Brijuni Islands).

A flis területeken található lejtőtörmelékek és folyóhordalékok vékonycsiszolataiban jól láthatók a flis szétmállott kőzeteinek különböző összetevői (sziliciklasztok, mészvázú ősmaradvány töredékek), sőt még a legkülönbözőbb flis eredetű kőzetváltozatok nagyobb méretű, akár több mm-es darabjai is nagy számban felismerhetők (**15. ábra**). Minél távolabb kerülünk a forráskőzetektől, ez utóbbi összetevők annál kisebb méretben és arányban mutatkoznak meg a hordalékokban.



17. ábra: Marószivacs (m) nyomok (vékony vonalak) kalcit vázelemen (bal oldalon) sekélytengeri recens üledékből opál anyagú szivacs (O) keresztmetszetével (jobbra lent) (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, IST-16c, Peroj). Képszélesség: 0,6 cm.

Fig. 17.: Calcareous skeleton fragment (left side) with bio-erosion marks (thin lines, m), and cross-section of opalic sponge spicula (O, lower right corner) in recent coastal sediment (Polarizing microscopic photo, PPL, IST-16c, Peroj). Picture width: 0.6 cm.



18. ábra: Opál anyagú sugaras szivacs (sterraster, balra lent), gránát szemcse (fent középen) és növénymaradvány (sötét) sekélytengeri recens üledékben (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, BRI-40zsák, Verige-öböl, Brijuni-szigetek). Képszélesség: 2 mm.

Fig. 18.: Opalic radial sponge spicula (sterraster, lower left corner), garnet grain (high relief) and plant remnant (dark) in recent coastal sediment (Polarizing microscopic photo, PPL, BRI-40zsák, Verige-bay, Brijuni islands). Picture width: 2 mm.

A nagy kiterjedésű forrásterülettel rendelkező észak-isztriai folyók hordalékának mintáiban igen kis mennyiségű terra rossa és mezozós mészkő törmelék is megjelent.

Recens üledékek

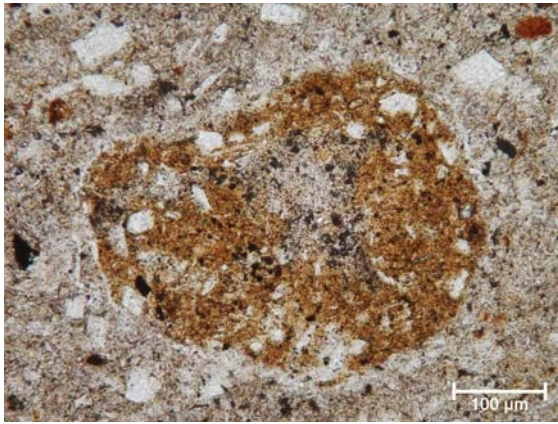
A recens szárazföldi üledékek (lejtőtörmelék és folyóhordalék) főleg a flis területeken, Észak-Isztriában rakódtak le nagyobb mennyiségben, ezeket a fenti fejezetben leírtuk.

A mai és történelmi idők tengerparti üledékeit is számos helyen (16 lelőhely) megmintáztuk. Ezek mindegyikének szárított, valamint kiegészített példányából egyaránt készítettünk vékonycsiszolatot. Ezen minták összetétele és szemcsemérete nagyban függ a környezeti viszonyoktól.

A mészkősziklás, folyótorkolatoktól távol eső, erős hullámszásnak kitett tengerpartok üledékei inkább Dél-Isztriához kötődnek (pl. Brijuni öblei). Uralkodóan durvaszemcsés (0,1-2 mm) mészanyagú törmelékből (recens tengeri élőlények vázelemei, mezozós mészkő), sziliciklasztból és nagyon kevés finomszemcsés alapanyagból állnak (**16. ábra**). A mészanyagú törmelékeken gyakran fűrókagyló és marószivacs nyomokat lehet fölfedezni (**17. ábra**). Kis mennyiségben opál anyagú szivacs két változata (több tűs (**16. ábra**) és kevesebb sugaras-gömbös (**18. ábra**)) is előfordul a hullámszás által kevésbé átmosott üledékekben. Ugyanígy kevés terra rossa szemcse is megjelenhet.

Dél-Isztria nyugodt vizű öbleiben (pl. Pula római kori öböliszapja, vagy Brijuni) csak kissé átmosott, jól osztályozott, aprószemcsés, szögletes törmelékben dús terra rossa eredetű, szemcsevázú, agyagos kötőanyagú finomhomokos-aleuritós üledékek találhatóak kevés szivacsstüvel (mindkét változat) és diatomával. Ezek az üledékek viszonylag kis vastagságban jelennek meg, mert a sziklás mészkőaljzat közel van a felszínhez, és már csak nagyon kevés helyen gyűjthetők, mert a nyugodt öblök erősen beépültek, illetve vitorlás és jacht kikötőt alakítottak ki belőlük.

Az Észak-Isztria partjainál, különösen a Pirán (Piran) és Trieszt (Trieste) között elterülő öblökben uralkodóan a folyók által behordott, vagy tengerparti magas sziklafalak omladozásából származó flis eredetű üledékanyag található. Ezek az iszapok igen finomszemcsés, általában homogének, anyaguk agyagos, mikrites, viszonylag kevés kőzetliszt méretű sziliciklasztot és még kevesebb tengeri élőlény váztöredéket tartalmaz. Globigerinoida és más foraminiferák előfordulhatnak, ritkán növényi eredetű üregeket és szivacsstüket, még ritkábban nagyobb terra rossa (**19. ábra**) és mezozós mészkő szemcséket is lehet bennük találni. Néhány mintában igen vékonyhájú tengeri kagyló hosszú váztöredékeit is föl lehet fedezni (**20. ábra**).



19. ábra: Flis anyagú recens folyótorkolati tengeri iszapba természetes úton belekeveredett koptatott vöröses terra rossa szemcse (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, IST-55/3 nem égetett, Raša-öböl, Kelet-Isztria). Képszélesség: 0,6 cm.

Fig. 19.: Rounded reddish terra rossa grain mixed naturally with flysch originated recent marine sediment (Polarizing microscopic photo, PPL, IST-55/3 non fired, Rašain flux, East Istria). Picture width: 0.6 cm.



20. ábra: Vékony kagylóhéj flis anyagú recens tengeri iszapban (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, IST-67 nem égetett, Izola, Észak-Isztria). Képszélesség: 1,2 cm.

Fig. 20.: Skeleton of thin shell in flysch originated recent marine from (Polarizing microscopic photo, PPL, IST-67 non fired, Isola, North Istria). Picture width: 1.2 cm.

A lehetséges nyersanyagok fazekas kísérleteinek eredményei

A fazekas kísérletekkel külön cikk foglalkozik ebben a kötetben (Véninger 2016), ezért itt csak a kísérletek során kapott eredményeknek az általunk vizsgált nyersanyagokra vonatkozó főbb megállapításait foglaljuk össze.

1) Az isztriai terra rossa lassan, nehezen iszapolható, iszapolás után igen sok, kézzel jól

kitapintható apró (mm alatti) kemény csomó marad a finom iszapban.

2) Tisztán terra rossából nagyméretű (kb. 20 cm-nél magasabb) edény nem készíthető. A Dr. 6B amphorák kb. 90 cm magasak.

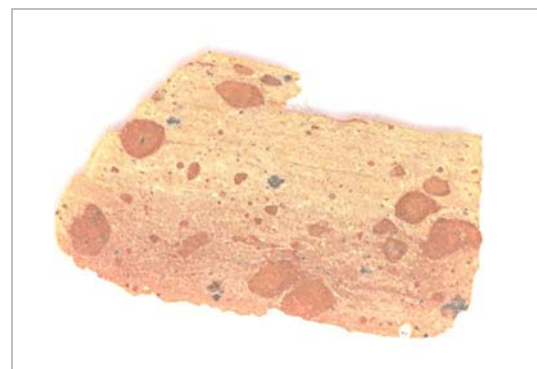
3) A flis eredetű hordalék igen jól iszapolható, gyorsan és teljesen szétomlik, kemény szemcsék nem maradnak az iszapolt anyagban.

4) A tisztán flis eredetű szárazföldi áthalmazott üledék alkalmas nagyobb méretű (akár 40 cm magas) edények készítésére is.

Összehasonlító makropetrográfia

Mivel a fažanai amphorák igen finomszemcsések, ritkán tartalmaznak szabad szemmel jól megfigyelhető nem plasztikus elegyrészeket, és a kiválasztott lehetséges nyersanyagok is (terra rossa, agyagos aleuritos, mikrites flis változatok) nagyrészt ehhez hasonlóak, a makroszkópos összehasonlításnál csak a szín megfigyelésére összpontosítottunk.

A terepen gyűjtött és általunk kiégetett terra rossa minták színe teljesen egységesen élénk vörös. Ettől jól láthatóan különbözik a legtöbb fažanai amphora alapanyagának vörösbarna, sárgávörös színe (**1. ábra**, A és B típusok). Egyes ritkább, sárga színű amphorákban viszont ugyanilyen élénk vörös színű, akár néhány mm-t is elérő gömbölyded szemcsék figyelhetők meg (**21. ábra**). Ezek a zárványok később mind polarizációs, mind elektron-mikroszkópos vizsgálattal valóban terra rossával megegyező szövetűnek bizonyultak. A típusos fažanai amphorák legjellemzőbb színe nagyon hasonlít, sőt egyes esetekben teljesen megegyezik egyes terepen gyűjtött flisben gazdag szárazföldi törmelékkezetek vagy tengeri iszapok kiégetett mintadarabjainak színével.



21. ábra: Sötétvörös terra rossa zárványok amphorában (vékonycsiszolat makroszkópos fényképe, Brijuni 370, képszélesség 2,5 cm).

Fig. 21.: Dark red terra rossa inclusions in amphora (Macroscopic photo of thin section, Brijuni 370, picture width 2.5 cm).



22. ábra: Kiegetett recens sekélytengeri iszap makroszkópos fényképe (IST-65, ÉNy-Isztria, Piráni-öböl partja). A minta hossza 2 cm.

Fig. 22.: Macroscopic photo of fired recent shallow marine mud from flat beach of Piran-bay, NW Istria (IST 65). Sample width 2 cm.

A legszembetűnőbb színegyezés az észak-isztriai Piráni-öböl partjáról (IST 65) gyűjtött tengerparti iszap kiegetett mintadarabjának színével figyelhető meg (**22. ábra**).

Csak a színek megfigyelése alapján is kijelenthető tehát, hogy az amphorák alapanyaga uralkodóan a áthalmazott flis kiegetett mintáival rokon és csak a ritkább fajta amphorák esetenként megjelenő élénkörös zárványai egyeznek meg a terra rosszával.

Részletes összehasonlító mikropetrográfia

(az amphorák mikropetrográfiai összevetése a lehetséges nyersanyagokkal)

Összehasonlító mikropetrográfiai vizsgálataink során számos olyan összetevőt és szöveti bélyeget figyeltünk meg, amelyek segítségével viszonylag nagy biztonsággal megállapítható, mely összetevők és hozzávetőlegesen milyen arányban alkothatták a fažanai amphorák nyersanyagát. Ebben a fejezetben csak ezeknek a bélyegeknél a bemutatását tűztük ki célul. Az összehasonlításban az amphorák minden egyes meghatározó tulajdonságát számba vettük, minden esetben bemutatva a vizsgált lehetséges nyersanyagokban észlelt egyértelmű hasonlóságokat és különbségeket.

1. alapanyag (plasztikus elegyrész)

- Szín. A makroszkópos összevetés során megfigyelt színazonosságok és -különbségek az egy nikolos mikroszkópi képen is teljesen azonos módon mutatkoznak. Az amphorákban található terra rossa zárványok és a kiegetett terra rossa mintadarabok színe teljesen megegyezik, míg az amphorák vörösbarna színe egyes kiegetett flisben gazdag minták színével mutat jó egyezést.

- Mésztartalom. Egyes, főleg a makroszkóposan halvány-sárga szint mutató amphorák alapanyagában finomszemcsés, egyenletes eloszlású karbonát anyag maradványai fedezhetők fel. Ez általában az amphorák alapanyagának világos sárgásbarna egy nikolos színével és bizonyos fokú izotropitásával jár együtt. A kiegetett terra rossa mintatestek fénymikroszkópban nem mutatnak finomszemcsés mésztartalmat, színük nem barnássárga és keresztezett nikolok között nem izotrópok. Egyes flis kőzetváltozatok viszont nagy mennyiségű mikritet tartalmaznak.

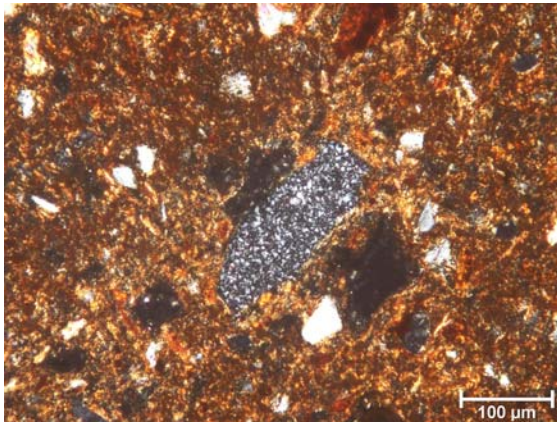
2. törmelékek (nem plasztikus elegyrészek)

- Nem plasztikus elegyrészek aránya. A fažanai amphorák nem plasztikus elegyrészeinek mennyisége erősen változó, de az amphorák fő tömegét képviselő típusok esetében ez az arány 10 % alatti, sőt sok olyan amphora minta is van, amelyben alig, vagy szinte egyáltalán nincs nem plasztikus elegyrész. Az igen kisméretű törmelékanyag (kb. 20 µm alatti) azonban minden amphorában megfigyelhető. Ilyen törmelék/alapanyag aránnyal rendelkező terepi mintákat csak a flis eredetű kőzetek és azok áthalmazott üledékei szolgáltattak. Ezzel szemben a törmelékmentes terra rossa változatok, amelyek - mint korábban írtuk - csak igen korlátozottan jelennek meg Dél-Isztrián, még finomszemcsés törmelékanyagot sem tartalmaznak, a törmelékes terra rossa minták pedig ebből a szempontból is minden esetben teljesen egységesnek mutatkoznak és törmelékanyagban sokkal dúsabbak (15-20 %), mint az amphorák zöme.

2.1. ásvány- és kőzettöredékek

- Mikrit és pátit. A Fažanai amphorák nem plasztikus elegyrészeinek két fő típusa a sziliciklaszt és a karbonát. E két fő komponens aránya nagyon változó. A legtöbb esetben a karbonát anyagú szemcsék (mikrit és pátit egyaránt) jól láthatóan nagy mennyiségben vannak jelen, gyakran elérik a sziliciklasztok mennyiségét, sőt sok mintában uralkodóvá, vagy akár kizárólagossá is válhatnak. Az erősebben kiegetett mintákban csak a nehezen felismerhető maradványaikat, vagy a helyükön keletkezett pórusokat lehet megfigyelni. A flis eredetű kőzetek igen finomszemcsés változatai gyakran mikritesek, törmelékes (aleuritos, homokos) típusai pátit és mikrit anyagú törmelékben egyaránt gazdagok. A terra rossából a finomszemcsés karbonát anyag teljesen hiányzik, csak sziliciklaszt anyagú finomtörmelék tartalmaz.

- Mikrokrisztályos kvarc. A fažanai amphorákban található mikrokrisztályos kovakőzet szemcsék szögletesek, sarkosak, a többi sziliciklaszthoz hasonló méretben jelennek meg, mennyiségük általában 1 % alatti, de bizonyos amphora mintákban a törmelékek 20-30 %-át is kitehetik.



23. ábra: Mikrokrisztályos kovaközet (tűzkő) szemcse amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, +N,Castrum703). Képszélesség: 0,6 cm.

Fig. 23.: Microcrystalline silica rock (chert) fragment in amphora (Polarizing microscopic photo, XPL, Castrum 703). Picture width: 0.6 cm.

Két típusuk különböztethető meg:

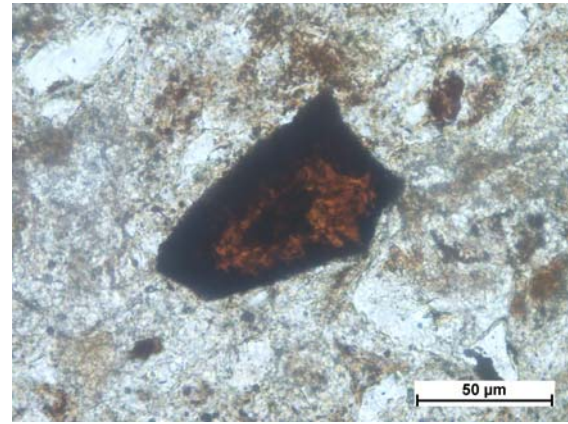
1) Színtelen, tiszta, homogén, irányítatlan szövetű, igen finomkrisztályos (5 μm alatti szemcseméretű) kvarcból áll. Nagy valószínűséggel tűzkő eredetű (**23. ábra**).

2) Előzőekhez hasonlóan finomszemcsés, irányítatlan szövetű kovaközet változatosabb szemcsemérettel. A fő különbséget a rózsaszínes színárnyalatuk és az igen apró, sötétebb (feltehetően hematit vagy opak-) ásványok adta zárványosság okozza. Valószínűleg savanyú vulkanit finomszemcsés kovás alapanyagából származnak.

Ugyanilyen törmelékszemcséket lehet találni főleg az északabbi isztriai tájakon, különböző flis rétegsorokból begyűjtött, homokban gazdag kőzetváltozatok törmelékei között, hasonló mennyiségi arányban. Különlegesség, hogy ezek az elegyrészek néhány fažanai amphora minta nagyméretű karbonátos-törmelékes kőzetzárványának törmelékes alkotói között is megtalálhatók voltak. A terra rossában ilyen kőzettörmelékek nincsenek, vagy csak nagyon ritkák.

- Akcesszórius elegyrészek. Az akcesszórius elegyrészek össz mennyiségét és egyes egyedeit fény- és elektron mikroszkóppal is vizsgáltuk. Itt most csak a megkülönböztetésre leginkább alkalmas megfigyeléseket ismertetjük.

1) A fažanai amphorákban nagyobb nagyítással fénymikroszkóppal is jól látható, hogy az akcesszórius elegyrészek össz mennyisége viszonylag kicsi. A flis kőzetváltozatok nagy részénél hasonló a látvány, csak néhány durvább homokkő változatban dúsulnak fel a nagyobb méretű (50-100 μm) nehézásványok.



24. ábra: Króm spinell szemcse amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N,Castrum BOKSZ-1265a).

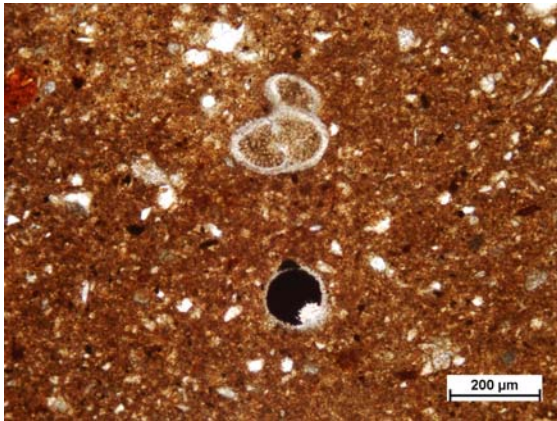
Fig. 24.: Cr-spinel grain in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Castrum BOKSZ-1265a).

Ezzel szemben a terra rossa akcesszórius elegyrészekben feltűnően dús, de ez csak nagy nagyítás mellett vehető jól észre a bennük megjelenő nehézásványok jóval kisebb mérete (átlagban 10-30 μm) miatt.

2) Az egyedi szemcsék közül itt csak a króm spinellt emeljük ki. Bár vékonycsiszolatban nagyon kevés fažanai amphorában jelenik meg, mert ritka és viszonylag kicsi méretű (**24. ábra**), nehézásvány vizsgálatkor azonban rendszeresen előkerül. Előfordulása azért lehet érdekes, mert a Cr-spinell leginkább az északnyugat-isztriai flis rétegsorok homokköveinek kis-közepes mennyiségben megjelenő, de igen jellemző törmelékes ásványa. Különlegesség, hogy egy-két amphora minta homokkőzárványában is sikerült Cr-spinellt találni. Ezzel szemben Cr-spinellt egyik terra rossa mintában sem találtunk.

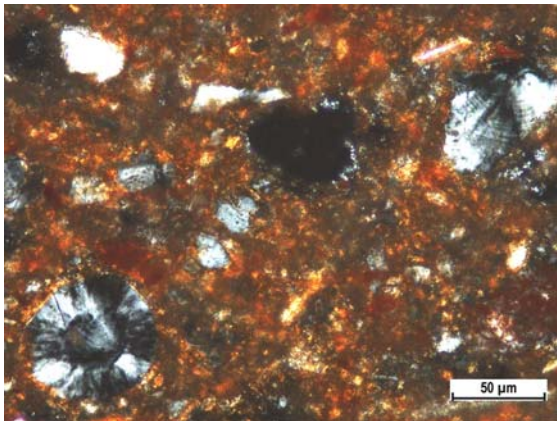
2.2. ősmaradványok

- Globigerinoida. A fažanai amphorák vékonycsiszolataiban többféle foraminifera is megfigyelhető egyedi törmelékszemcse formájában. A legjellegzetesebbek és legnagyobb mennyiségűek a globigerina félék, az amphora minták nagy részében megjelennek kisebb nagyobb mennyiségben. Karbonátos, gyakran sugaras, jellegzetesen lyukacsos vázaik vagy a kiégett vázuk helyén kialakult kerekded pórusok alapján jól felismerhetők. A vastag héjú változatok jellegzetes mikropátitos kitöltésűek, a vékonyhéjúak gyakran opakásvánnyal vannak kitöltve (**25. ábra**). A különböző változatok gyakran egy-egy amphora mintában együtt is megjelennek. Érdekes, hogy különböző nagyobb méretű kőzetzárványok elegyrészeként is megjelennek az amphorákban. Ugyanilyen globigerinák jelennek meg észak-isztriai kainozós flis feltárások számos kőzetváltozatában, akár vegyesen is (**9. és 10. ábra**).



25. ábra: Mikropátittal és opakásvánnyal (fekete) kitöltött globigerinoid foraminiférák amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N,A 397).

Fig. 25.: Globigerinoid foraminiferas filled with microsparite (upper) and opaque mineral (black) in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, A 397).



26. ábra: Kalcedon anyagú szivacsstű keresztmetszete (bal alsó sarok) amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, A 397).

Fig. 26.: Cross-section of chalcedony sponge spicula (left down corner) in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, A 397).

Egyedi vázaik jól megőrzött formában tanulmányozhatók a flis területekről származó szárazföldi és tengeri üledékek finomszemcsés átülepített flis eredetű mátrixában is. Az isztriai terra rossa semmilyen ősmaradványt nem tartalmaz.

- Más karbonátos ősmaradvány (foraminifera és molluszka). A fažanai amphorák egyes típusaiban, kis számban és nem túl gyakran más karbonátos ősmaradványok is előfordulnak. Ezekhez hasonló formák is fölfedezhetők kisebb mennyiségben egyes flis eredetű kőzetekben. Az isztriai terra rossa minták ezeket sem tartalmazzák.

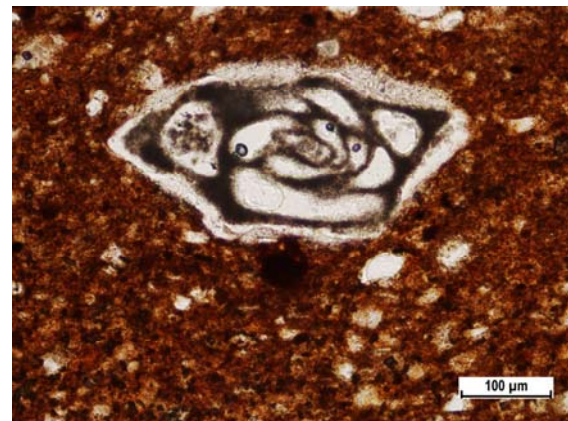
- Kovás ősmaradvány. A fažanai amphorák ritka elegyrésze a kalcedon anyagú szivacsstű. Az önálló váztörödékek sugaras és gyűrűs szerkezetű kerekded metszetei igen jól felismerhetőek

polarizációs mikroszkópban (**26. ábra**). Kőzetárvány részeként is megjelenhet. Az észak-isztriai flis szelvényekből származó, mikrokristályos kvarc szilánkokat is tartalmazó homokkő minták kis mennyiségű, de állandó alkotóeleme (**14. ábra**). Az isztriai terra rossa ilyen elegyrészeket sem tartalmaz.

2.3. recens vázmaradványok

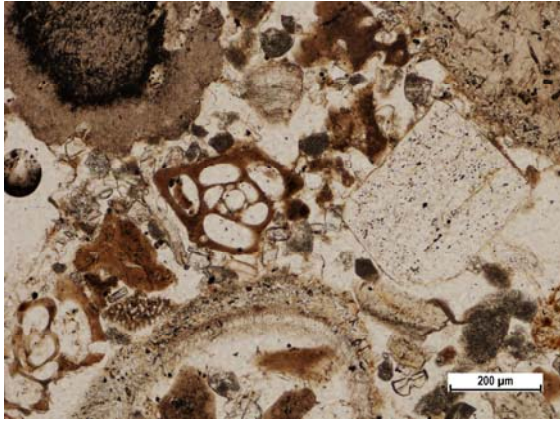
- Foraminifera. A fažanai amphorák recens foraminiféráinak egy része vékony héjuk és alaki hasonlóságuk miatt nehezen különíthetők el egyes flis eredetű vékonyhéjú fosszilis foraminiféráktól. A recens foraminiférák váza karbonát anyagú, általában kevésbé kristályosak és gyakran nagyobbak, mint a velük együtt megjelenő fosszilis foraminiférák (**27. ábra**). Recens tengeri eredetükről marószivacs nyomok árulkodhatnak. Kőzettörmelékek elegyrészeként nem fordulnak elő. A fažanai amphoráknak csak kisebb hányada tartalmazza őket, ezeknek egy-egy vékonycsiszolatában több példány is előfordulhat, legtöbbször sávokban, lencsékben csoportosulnak más recens tengeri törmelékkel és kisebb mennyiségben Dél-Isztriára jellemző szárazföldről származó kőzettörmelékekkel (mezozós mészkő, terra rossa). Ilyen foraminiférákat a vizsgált lehetséges forrásközetek közül csak a recens, ezen belül is leginkább csak a dél-isztriai, sziklásabb tengerparti üledékek tartalmazzák (**28. ábra**).

- Molluszka. Egyes fažanai amphorákban nagyméretű, karbonát anyagú, főleg csiga és kagylóhéj maradványok is előfordulnak, gyakran az előbb tárgyalt nagyobb foraminiférákkal és mellettük előforduló egyéb elegyrészekkel sávokban csoportosulva (**29. ábra**).



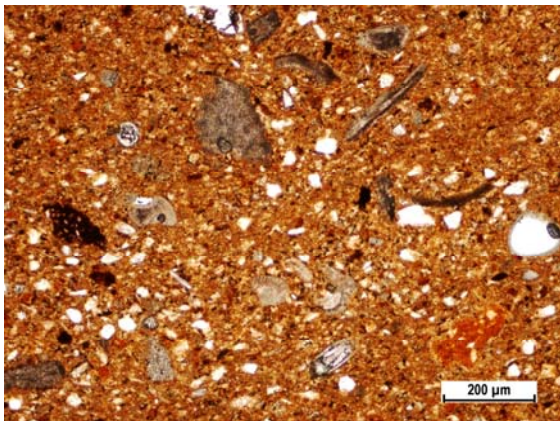
27. ábra: Nagyméretű recens tengeri foraminifera amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, A 397).

Fig. 27.: Large recent marine foraminifera in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, A 397).



28. ábra: Nagyméretű recens foraminifera sekélytengeri iszaptól (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, IST-16, Verige-öböl, Brijuni-szigetek). Képszélesség: 0,6 cm.

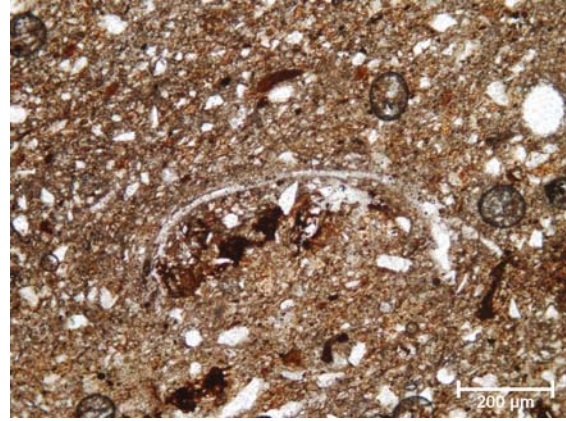
Fig. 28.: Large recent foraminifera in shallow marine mud (Polarizing microscopic photo, PPL, IST-16, Verige-bay, Brijuni islands). Picture width: 0.6 cm.



29. ábra: Nagyméretű recens tengeri eredetű váz- (molluska (ml), opál anyagú szivacs (O) és közettöredékek (terra rossa (TR), mérce fölött) amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Fažana 74-1).

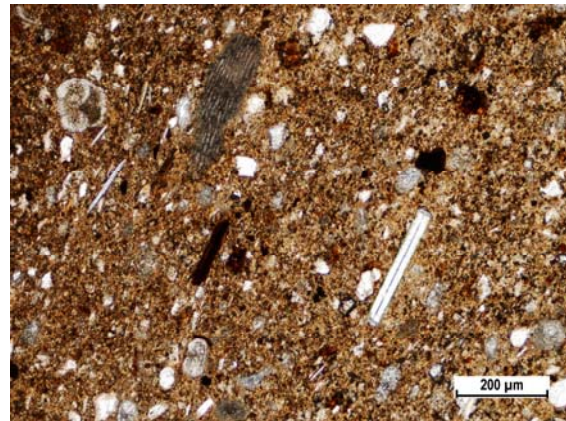
Fig. 29.: Large recent marine originated skeleton (mollusc (ml), opalic sponge spicula (O) and rock (terra rossa (TR), above scale) fragments, in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Fažana 74-1).

Héjuk leggyakrabban vastag, de néhány más jellegű amphora mintában magányosan előforduló, nagyon vékonyhéjú, hosszú kagyló metszeteket is találtunk (**30. ábra**). A vastag héjú változatokhoz hasonló alakok fordulnak elő a dél-isztriai sziklásabb partok közelében gyűjtött sekélytengeri üledékmintákban. A vékonyhéjú magános kagylóhoz hasonló alakokat Északnyugat-Isztria lapos öbölparti tengeri iszapjában figyeltünk meg (**20. ábra**) Koper környékén. A terra rossa minták nem tartalmaznak váztöredékeket.



30. ábra: Nagyméretű recens tengeri eredetű vékony héjú kagyló metszete amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Castrum 701). Képszélesség: 1,2 cm.

Fig. 30.: Long section of thin shell of recent marine originated bivalve in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Castrum 701). Picture width: 1.2 cm.



31. ábra: Recens tengeri eredetű opál anyagú szivacs (O) és kainozós flis eredetű globigerinoida (g) vázak amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Fažana 79).

Fig. 31.: Skeletons of recent marine originated opalic sponge spicula (O) and Cenozoic flysch originated globigerinoidae (g) in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Fažana 79).

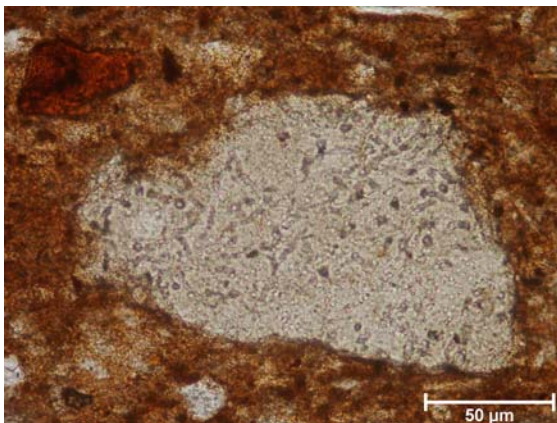
- Opálos szivacs. Egyik legjellegzetesebb elegyrésze a fažanai amphoráknak az opál anyagú szivacs. Egy-egy minta vékonycsiszolatában általában csak néhány töredék figyelhető meg. A kevés törmelék tartalmazó amphorák ritkán tartalmazzák, de a törmelékben kicsit gazdagabb minták vékonycsiszolatai általában többet, csiszolatonként ritkán akár tíznél valamivel több példányt is tartalmazhatnak. Két fő típusa különböztethető meg.

1) Az egyenes, tűs változat a legtöbb esetben jól megfigyelhető központi, vékony, hosszanti csatornája alapján megbízhatóan felismerhető (**31. ábra**).



32. ábra: Recens tengeri eredetű opál anyagú gömbös sugaras szivacstű (sterraster) amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Castrum702). Képszélesség: 2 mm.

Fig. 32.: Recent marine originated opalic spheric sponge spicula (sterraster) in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Castrum702). Picture width: 2 mm.



33. ábra: Bioerózió nyomai recens tengeri mészváz töredéken amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Castrum 702). Képszélesség: 2 mm.

Fig. 33.: Recent calcareous skeleton fragment with traces of bioerosion in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Castrum 702). Picture width: 2 mm.

Ez a típus mindig nagyobb mennyiségben mutatható ki, mint a másik.

2) A sterraster nevű változat csak ritkábban, egy-két példányban található meg egy-egy vékonycsiszolatban. Látványos gömbös sugaras szerkezete alapján igen jól azonosítható (**32. ábra**).

Ez a két opál anyagú szivacstű féleség nagy mennyiségű karbonátos közettörmelék és recens élőlények vázelemei között csak néhány százalékban, de az amphoráknál tapasztalt egymás közötti arányban jelenik meg az általunk Dél-Isztria partjainál gyűjtött sekélytengeri törmelékes iszapban (**16. és 18. ábra**). Az Észak-Isztriai gyűjtött finomszemcsés flis eredetű öböliszapban

(pl. a Koperi öböl iszapjában) is csak nagyon kis mennyiségben fordulnak elő.

- Bioerózió. A durvább törmelékben gazdagabb fazánai amphorákban nagyrítkán olyan nagyobb biogén váztöredékek is előfordultak, amelyeken bioerózió nyomait, főleg marószivacs nyomokat lehetett fölfedezni (**33. ábra**). Ilyen nyomokat az amphorák lehetséges nyersanyagai közül csak a Dél-Isztria partjainál gyűjtött sekélytengeri törmelékes üledékek váztöredékein tudunk megfigyelni (**17. ábra**).

2.4. összetett közetzárványok

A fazánai amphorák vékonycsiszolatainak csak néhány százaléka tartalmaz kiugróan nagyméretű közetzárványokat, amelyek anyaga viszont igen változatos (**34. ábra**). Vizsgálatuk az amphorák nyersanyagának kutatása szempontjából döntő jelentőségű, mert lehetővé teszik az amphorákban található egyedi törmelék szemcsék forrásközetéhez kötését. Ez nagyban megkönnyíti a sokkal gyakoribb, ámde eredetileg bizonytalanabb eredetű egyedi elegyrészek forrásközetének pontosabb azonosítását.

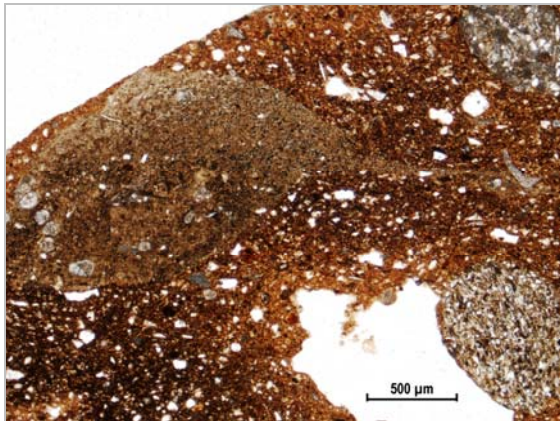
- Agyagkőzetek. A fazánai amphorákban előforduló agyagkőzetek általában nagyméretűek (akár mm-esek is lehetnek) gömbölydedek, homogének, jól kifejlett törmelék szemcséket nem tartalmaznak. Két fő változatuk jelenik meg.

1) Az egyik változat vörösbarna-barna színű, esetenként vékony, vagy akár vastagabb héjú globigerinoid foraminiferák előfordulnak bennük (**35. ábra**). Egyes példányaikat sűrű, igen apró, csillámgazdag törmelék hintés tarkítja. Más változatok több-kevesebb mikritet is tartalmaznak. Ezzel teljesen megegyező kőzeteket lehetett megfigyelni az Észak-Isztria flis feltárásaiban gyűjtött agyagos kőzetpéldányok között (**9. ábra**).

2) Az élénkvörös változathoz egyetlen példányt sikerült megtalálni egy fazánai amphora vékonycsiszolatában. Nagyon finomszemcsés megjelenésű darabja semmiféle nem plasztikus elegyrészt nem tartalmazott. Ez a közetzárvány a tipikus tiszta, törmelékmentes terra rossa szöveti képét mutatja.

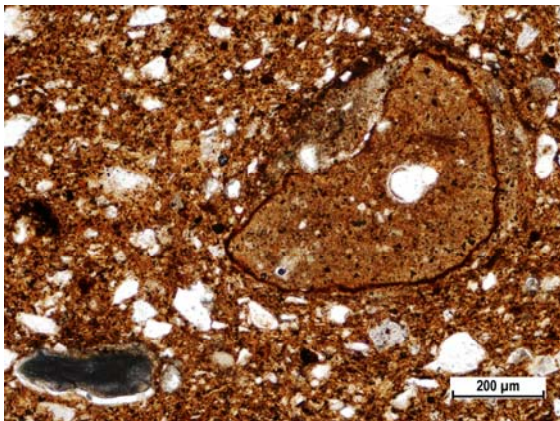
- Törmelékes üledékes kőzetek. A fazánai amphorák finom homokkő – aleurolit anyagú közetzárványai közepes-nagy méretűek, gömbölydedek és viszonylag gyakoriak. Két fő fajtájuk van.

1) Az élénkvörös alapanyagú mátrixvázú változat egységes megjelenésű, sok, uralkodóan kvarcanyagú, jól osztályozott, szögletes törmelék szemcsét tartalmaz. Ezen kívül nagyobb nagytással jól megfigyelhetők benne a nagy mennyiségben előforduló kisméretű akcesszórius elegyrészek.



34. ábra: Nagyméretű kainozós flis eredetű közettörmelékek amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Fažana 67).

Fig. 34.: Large Cenozoic flysch originated rock fragments in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Fažana 67).

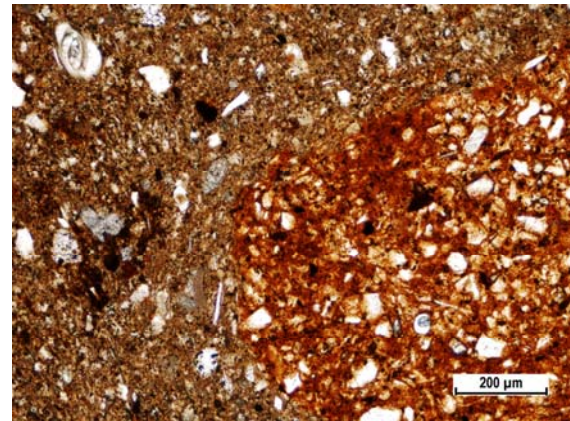


35. ábra: Kainozós flis eredetű globigerinoidás agyagkő zárvány amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Fažana46).

Fig. 35.: Cenozoic flysch originated globigerinoid bearing claystone inclusion in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Fažana46).

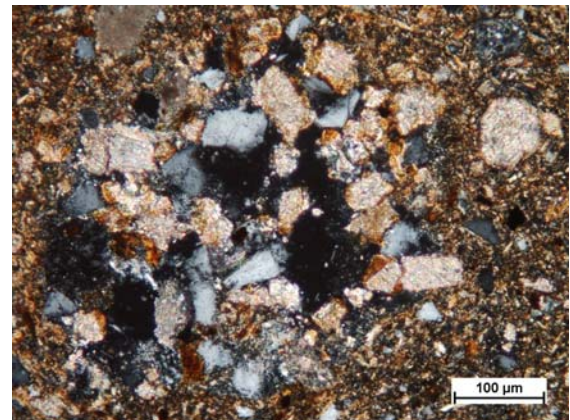
Sem karbonátot, sem biogén vázeleket nem tartalmaz (**36. ábra**). Szöveti bélyegei teljesen megegyeznek az Isztria déli részén gyűjtött, de máshol is előforduló terepi törmelékgyazdag terra rossa minták szöveti bélyegeivel (**8. ábra**).

2) A fažanai amphorákban található meszes finomhomokkő-aleurolit zárványok sokkal változatosabb megjelenésűek. Szemcsevázúak, jól osztályozottak, de szemcseméretük tágabb határok között változhat. A bennük lévő karbonátos és szilikátos törmelék szemcsék aránya kissé változó, de jellemzőbb a karbonátok valamivel nagyobb mennyisége (**37. ábra**). Pátit és mikrit szemcséket egyaránt tartalmaznak, emellett gyakran fordul elő bennük globigerina félekhez tartozó karbonát anyagú foraminifera.



36. ábra: Nagyméretű terra rossa zárvány (jobb oldalon) amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, 1N, Fažana43).

Fig. 36.: Large terra rossa inclusion (right side) in amphora (Polarizing microscopic photo, PPL, Fažana43).



37. ábra: Kainozós flis eredetű meszes homokkő zárvány amphorában (polarizációs mikroszkópos fénykép, +N, A-264).

Fig. 37.: Cenozoic flysch originated calcareous sandstone inclusion in amphora (Polarizing microscopic photo, XPL, A-264).

Kvarcban gazdagok, csillám- és akcesszória tartalmuk általában nem jelentős. A nagyobb, durvább szemcsés példányokban jól megfigyelhető a megemelkedett mikrokristályos kvarc tartalom, ritkán kalcedon anyagú szivacsstűk és Cr-spinell szemcsék is láthatók bennük. Mindezen elegyrészeket önálló szemcséként is észlelhettük, eredetüket ezek a közzárványok egyértelműen bizonyítják, hiszen pontosan ilyen törmelékes üledékes kőzeteket találtunk különböző észak-isztriai flis szelvényekből gyűjtött terepi mintáink között (**11., 13. és 14. ábra**).

- Mészközetek. A fažanai amphorákban előforduló fő mészkőzet típus viszonylag ritka. Általában szabálytalan alakú, legtöbbször nagyobb méretű recens tengeri élőlények vázmaradványaival társul. Fő anyaga mikrit, amit mikropátitos-pátitos erek, fészkek tarkítanak. Elmosódott, egyszerű

foraminifera vázelemek ritkán megjelennek benne. Ezek a közettörmelékek nagyon hasonlítanak a főleg Isztria déli részén a terra rossa rétegek fekéjeként felszínre bukkanó, általunk is több helyen megmintázott mezozós mészkőfeleségek egyes változataihoz. Jellegzetes szemcséit Dél-Isztria törmelék gazdag sekélytengeri üledékeiben is nagy mennyiségben, ritkán a terra rossában is megfigyelhetjük.

Mikroásványtan – nehézásványtan

Mint láttuk, a Fažanában készült amphorák viszonylag kevés akcesszórius elegyrész tartalmaznak, egy-egy vékonycsiszolatban csak néhány fénymikroszkóppal jól meghatározható példány figyelhető meg. Egy amphorából készült 30 µm vastag 1x2 cm kiterjedésű szeletet tartalmazó vékonycsiszolat, ami átlagon felüli méretűnek tekinthető, csupán 6 mm³-nyi anyagba enged betekinteni. A mikroásványtani minta-előkészítés során ennél sokkalta, akár több 100-szor nagyobb térfogatú minta is rendelkezésünkre állhat (ha csak negyed köbcentinyi anyagot használunk is fel), így akár 10.000-nél is több szemcsét nyerhetünk ki a vizsgálat számára legkedvezőbb, kb. 30-250 µm-es mérettartományból. Ezeknek persze csak legfeljebb 1-5 %-a tartozik az akcesszórius elegyrészeknek megfelelő nehézásvány részlegbe, ami még mindig bőven megfelel a statisztikus mennyiségi követelményeknek, de a könnyű ásványok között is lehetnek hasznos információt hordozó szemcsetípusok.

Mikroásványtani vizsgálataink kezdetén természetesen a fažanai amphorákból és lehetséges nyersanyagaikból (terra rossa és flis) rendelkezésünkre álló, már meglévő szakirodalmi mikroásványtani adatokat tekintettük át (Durn et al. 1999, 2007, Mikes 2003a, 2003b, Mikes et al. 2008). Az adatfeldolgozás során azonban meg kellett állapítanunk, hogy a különböző szakirodalmi forrásokból származó adatok együttes kiértékelése nehezen végezhető el. Ennek számos oka lehet:

1) A különböző források más-más minta-előkészítési módszert alkalmaztak, más-más módszerrel vizsgálták az ásványokat, más-más szemcseméret-tartományt vizsgáltak, így az eredmények nem összevethetők.

2) A különböző vizsgálatok során más-más tulajdonságra, szemcsetípusra helyezték a hangsúlyt, egyes szemcsefajták, tulajdonságok (pl. szemcsealak, koptatottság, töredezettség, szín- és egyéb változatok megkülönböztetése egy ásványfajtán belül) említése, vizsgálata kimaradt, az egyes szemcsefajták részletes leírása gyakran hiányzik. Így hiába látunk egyező ásványneveket két különböző anyagnál, nem tudjuk, hogy azonos származású ásványról van-e szó.

3) A mikroásványtani szakirodalomban a mennyiségi adatok gyakran hiányosak. Nem minden munkában adják meg a nehéz/könnyű frakció arányát, vagy a nehézásvány/teljes anyag arányt. Ez az adathiány a különböző nehézásvány tartalmú anyagok keveredési arányának nehézásvány adatok alapján történő meghatározását lehetetlenné teszi.

4) És végül, ha minden vizsgálandó anyag minden adata egységes szellemben is született, akkor sem lehet kritika nélkül összevetni az adatsorokat. A nehézásványt tartalmazó különböző anyagok nehézásvány spektruma és dúsulási maximuma ugyanis mérettartomány függő, a vizsgált anyagot leginkább jellemző ásványegyüttest mutató mérettartomány pedig minden egyes vizsgált anyagra jellemzően más és más, egymástól különböző is lehet.

Mindezen okok miatt új, minden kérdéses fontos anyagra (fažanai amphorák, terra rossa és flis) kiterjedő, egységes módszerrel történt vizsgálatot végeztünk. Ennek ellenére mennyiségi arányokon alapuló pontos számításokat saját adatainkkal sem tudtunk végezni, mivel a fenti 4. pontban említett különbözőségek hangsúlyozottan érvényesek a fažanai amphorák két lehetséges fő nyersanyagára, a terra rossára és a flisre. Az ugyanis könnyen megállapítható volt már polarizációs mikroszkóppal is, hogy a két közetfajta jellemző nehézásvány dúsulásának mérettartománya igencsak eltérő, a terra rossáé a fliséhez képest az igen kis, akár 30 µm alatti mérettartományok felé tolódik el. További nehézséget jelent, hogy a flis rétegsorok sokféle közet változásából állnak és nemcsak közetfajtanként, hanem területenként is eltérő nehézásvány tartalommal rendelkeznek. Mindezek miatt jelen munkában csak a minőségi meghatározások legfontosabb eredményeit mutatjuk be röviden. (Az eredmények részletes ismertetését lásd: Obbágy et al. 2014)

1) A fažanai amphorákban rendszeresen megtalálható Cr-spinell az észak-isztriai flis közetek jellegzetes nehézásványa, a terra rossában nagyon ritka.

2) Az amphorákban szintén rendszeresen megjelenő pirit és barit csak a flisre jellemző nehézásványok.

3) A nehézásványokkal együtt nagy arányban jelennek meg opakásvánnyal, limonittal kitöltött ősmaradványok az amphorák preparátumaiban. Ezek is csak a flisre jellemző alkotórészek.

4) Számos olyan ásványszemcse is kimutatható az amphorákban, amelyek mindkét lehetséges fő nyersanyagban (flis és terra rossa) előfordulnak. Ezek között több olyan ásványfajta is található, amely mind a terra rossában, mind a flisben sajátos, megkülönböztető bélyeggel jellemezhető. Például az idiomorf, ép kristályok inkább a terra rossában

jelentkeznek, a törött, szabálytalan szemcsék pedig a flisben. A fažanai amphora mintákban ezen ásványok mindkét változata előfordult.

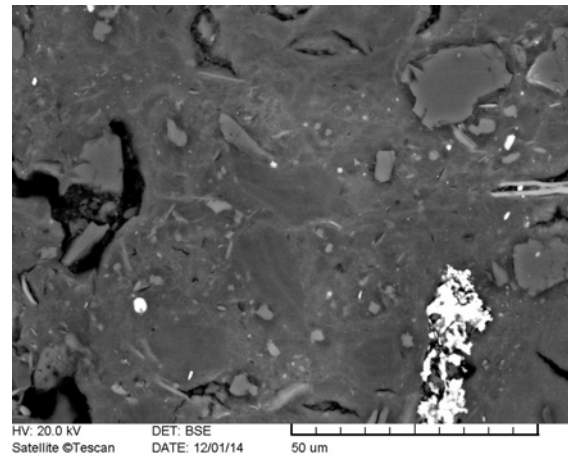
Elektron-mikroszkópia (SEM-EDX)

Elektron-mikroszkópos vizsgálatainknak az volt a legfőbb célja, hogy pontosabb mérésekkel meghatározzuk az amphorák és lehetséges nyersanyagaik összetételét és szövetét, így segítve az amphora gyártáshoz használt nyersanyagok pontosabb azonosítását. Vizsgálatainkat, a mikroszövet megfigyelése, a mátrix kémiai összetételének meghatározása és az akcesszóriák azonosítása irányban terjesztettük ki. Mivel a vizsgálatok kiértékelése még folyamatban van, ebben a dolgozatban csak a legegyszerűbben kiértékelhető, leglátványosabban bemutatható szöveti azonosítást mutatjuk be képek segítségével. A fažanai amphorák és kőzetzárványaik, valamint lehetséges fő nyersanyagaik alapanyagának mikroszerkezeti, mikroszöveti jellemvonásainak megfigyelése jól segítette az amphorák gyártásához használt nyersanyagok azonosítását és esetenként lehetővé tette a kiégetés során végbement szöveti és ásványos összetételi változások nyomon követését is.

Elektron-mikroszkópos vizsgálataink első fázisában a fažanai amphorák lehetséges két fő nyersanyagának alapanyagát vettük szemügyre és hasonlítottuk össze nagyobb nagyítással. Ezután következett a fažanai amphorák és terra rossa anyagú kőzetzárványaik alapanyaggal való összevetés. Ezután vettük szemügyre az erősebb kiégetés jól látható jeleit.

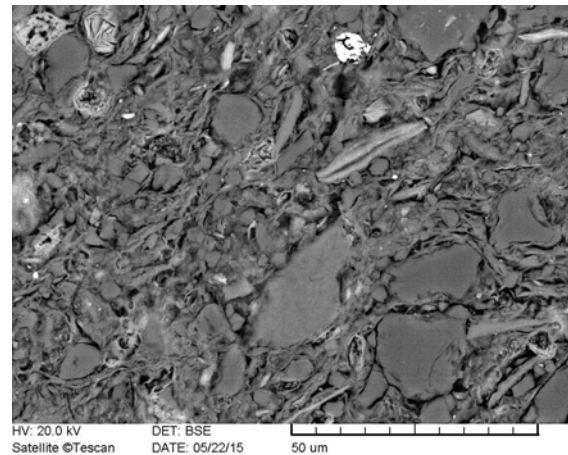
- Terra rossa. A terra rossa nedvesen összegyúrt, kiszáritott, majd kiégetett mintadarabjaiból készített vékonycsiszolatok egységes képet mutattak. A visszaszórt elektron képen jól látható a terra rossára egységesen jellemző tömör, igen kevés pórust tartalmazó szövet (**38. ábra**). Az igen apró nehézasványok (fényes pontok) mennyisége viszonylag sok.

- Flis. A flis szálfeltárásait alkotó kőzetek nagy része kemény kőzet, vízzel nem ad képlékeny, gyúrható anyagot, ezért a tisztán flis kőzetek vegyes hordalékából álló természetes módon átülepített, kevés vízzel jól gyúrható masszát adó terepi mintákból készítettünk mintatesteket, amelyekből ugyanúgy, ahogy a terra rossa esetében, szárítás és kiégetés után vékonycsiszolatot készítettünk. Ezek a minták is viszonylag egységes képet mutattak. Mikroszövetüket egyenletesen teljesen áthálózzák a visszaszórt elektron képen kitűnően megfigyelhető vékony rések, repedések, becsült pórustérfogatuk a 10-15 %-ot is elérheti (**39. ábra**). Ugyanezen a képen kevesebb az akcesszóriákat, azaz tulajdonképpen a nehézasványokat jelző apró világos szemcse.



38. ábra: Terepi terra rossa minta mikroszöveti képe (elektronmikroszkópos fénykép, IST-9, Medulin).

Fig. 38.: Microtexture of terra rossa field sample (Electron microscopic photo, IST-9, Medulin).

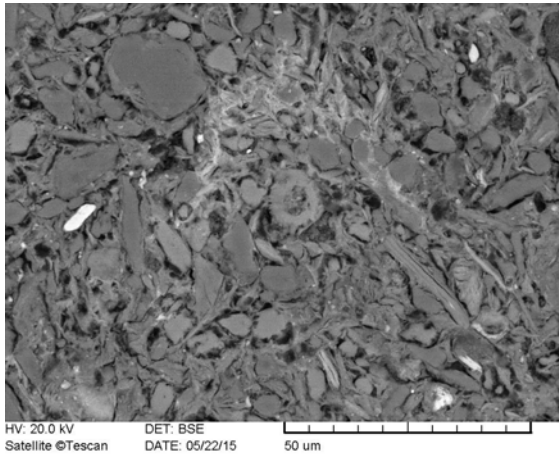


39. ábra: Flis-gazdag recens tengeri üledék kiégetett mintájának mikroszöveti képe (elektron-mikroszkópos fénykép, IST-68, Koperi-öböl partja).

Fig. 39.: Microtexture of fired sample of flysch rich recent marine sediment (Electron microscopic photo, IST-68, coast of Koper bay).

- Fažanai amphora. A vizsgált amphorák alapanyagának visszaszórt elektron képen jól látható, hogy az alapanyag pórusos, a pórusok elrendeződése hálózatos (**40. ábra**). Az áthálózott flis szöveti bélyegeivel való hasonlóság szembevető.

- Terra rossa zárvány az amphorában. A fažanai amphorákban polarizációs mikroszkóppal terra rossa zárványnak minősített, gyakran makroszkóposan is jól látható kisebb-nagyobb közetszemcsék (**21. ábra**) mikroszövetét is megfigyeltük. Tömör szerkezetük és gazdagabb nehézasvány tartalmuk alapján a terepi terra rossa mintákhoz való nagy hasonlóság szembevető (**41. és 42. ábra**).



40. ábra: Jellegetes fažanai amphora alapanyagának mikroszöveve (elektron-mikroszkópos fénykép, 685).

Fig. 40.: Microtexture of the groundmass of typical Fažana amphora (Electron microscopic photo, 685).

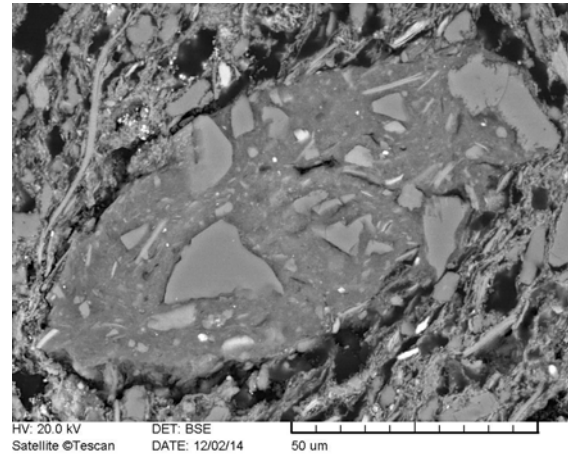
- Kiegetés. A kiegetés hatására a fažanai amphorák anyaga is jellegetes változásokon ment keresztül. Az égetés hatásának (ami főképpen az égetés hőmérsékletének, a hõn tartás idejének és a kiindulási anyag összetételének a függvénye) fokozatos növekedését mikroszövevi bélyegek sorozatának megfigyelésével követtük nyomon, amelyeket az egyre erõsebb átalakulás sorrendjében mutatunk be.

1) A kiegetés mértékére utaló elsõ látványos szövevi változás a karbonátok részleges eltûnése, ami a fažanai amphoráknál a karbonát szemcsék peremén megjelenõ hézagokban, illetve a nagyobb pórusok közepén még meglévõ karbonát reliktumok jelenlétében nyilvánul meg (**43. ábra**).

2) A tartósabb, vagy a még nagyobb fokú hõhatás a karbonát ásványok teljes kiegését és maradékuk teljes eltûnését eredményezi. Ekkor még a visszaszórt elektron képen nem jelennek meg látható méretû új ásványfázisok (**44. ábra**). A típusos fažanai amphorák ezt a kétféle képet mutatják.

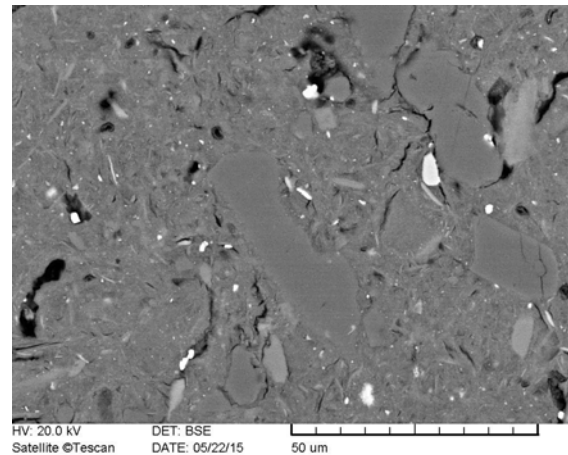
3) A következõ fokozatban a teljesen kiegett karbonátok helyén kialakult üregek falán és az alapanyagban is új nagyhõmérsékletû Ca-tartalmú szilikátásványok apró szemcséi jelennek meg (**45. ábra**).

4) Az égetés hatásának további fokozódásával a nagyobb pórusok közötti vázszerkezetet adó mikropórusos alapanyag részleges olvadást szenved, majd kihûlve üvegesre dermed, amelynek során finoman porózus mikroszerkezete fokozatosan megszûnik, anyaga tömörré válik (**46. ábra**).



41. ábra: Kisméretû terra rossa zárvány mikroszövevi képe fažanai amphorában (elektron-mikroszkópos fénykép, 584).

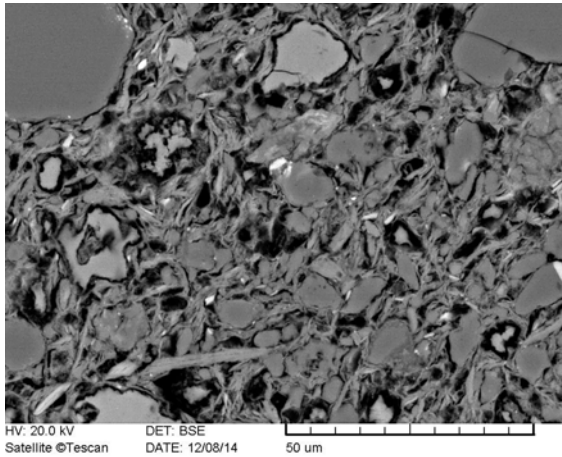
Fig. 41.: Microtexture of small terra rossa grain in Fažana amphora (Electron microscopic photo, 584).



42. ábra: Fažanai amphora terra rossa zárványának mikroszöveve (elektron-mikroszkópos fénykép, Pula 373).

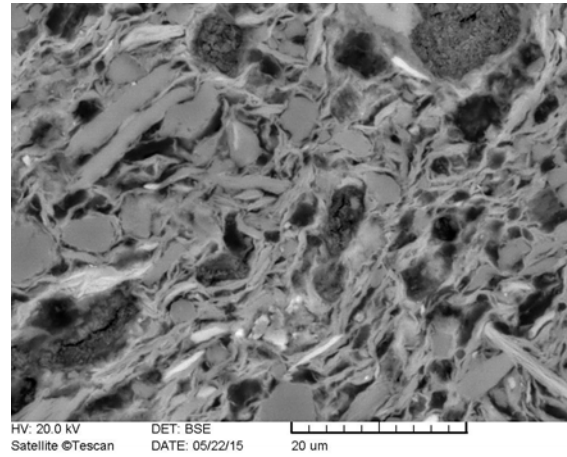
Fig. 42.: Microtexture of terra rossa inclusion in Fažana amphora (Electron microscopic photo, Pula 373).

Elektron-mikroszkópos mikroszövevi vizsgálataink azt mutatják, hogy a fažanai amphorák alapanyaga az átülepített flis anyagához nagyon hasonló, a terra rossától viszont teljesen eltérõ szövetet mutat. Az amphorákban ritkán megjelenõ önálló terra rossa zárványok a terepi terra rossa mintákkal mutatnak mikroszövevi egyezést. A kiegetés mértékét a mikroszerkezeti bélyegek jól mutatják.



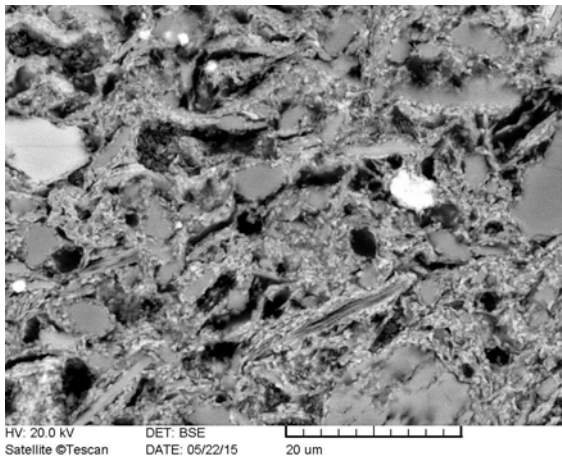
43. ábra: Részlegesen kiégett karbonát szemcsék (világos szürke szemcsék fekete koszorúval) fažanai amphora alapanyagában (elektron-mikroszkópos fénykép, 760).

Fig. 43.: Partly burnt-out carbonate grains (light gray grains with black rim) in the groundmass of Fažana amphora (Electron microscopic photo, 760).



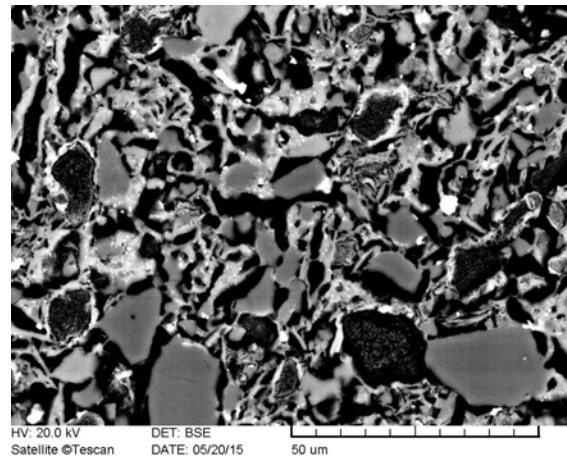
44. ábra: Teljesen kiégett egykori karbonát szemcsék helyén kialakult pórusok (sötétszürke foltok) fažanai amphora alapanyagában (elektron-mikroszkópos fénykép, 818).

Fig. 44.: Pores (dark gray spots) formed by total burnout of carbonate grains in the groundmass of Fažana amphora (Electron microscopic photo, 818).



45. ábra: Erősebb kiégetés hatására képződött új Ca-szilikát fázisok (sok apró világosszürke pont) fažanai amphora alapanyagában (elektron-mikroszkópos fénykép, 373).

Fig. 45.: New Ca-silicate phases (lots of small light gray spots) formed by stronger firing in the groundmass of Fažana amphora (Electron microscopic photo, 373)



kainozós

46. ábra: Erős kiégetés hatására kialakult üveges alapanyag (világosszürke háló) fažanai amphorában (elektron-mikroszkópos fénykép, Kolci fül).

Fig. 46.: Glassy groundmass (light gray mesh) of Fažana amphora formed by strong firing (Electron microscopic photo, Kolci fül (handle)).

Kémiai elemzés (XRF)

A XRF módszerrel végzett kémiai elemzést 2-3 grammnyi porított anyagon végezzük. A vizsgálat a teljes megporított anyagra vonatkozó átlagos elemi összetételt adja a fő-, számos nyom- és néhány ritkaföldfém elemet beleértve (**1. és 2. táblázat**).

Az amphorában lévő összetevők eredeti összetétele és az amphorára ható utólagos folyamatok átalakító hatása tehát egyszerre, egybegyűrva jelenik meg az elemarányokban. A helyes kiértékeléshez ezért ismernünk kell a

vizsgált elemek viselkedését mindazon anyagokban, folyamatokban, amelyek az amphora leletek végső, átlagos kémiai összetételét kialakították. További nem kiszámítható értékelési nehézséget, pontatlanságot, vagy akár hibát is okozhatnak a vizsgált cserépdarab inhomogenitásából (zárányosság, lokális ásványdúsulás), vagy az esetleges nem megfelelő minta-előkészítésből (tökéletlen porítás és/vagy kémiai feltárás) adódó, a vegyi összetételt az átlagminta várható értékeitől eltérítő módosító hatások.

1. táblázat: A fazanai amphorák és lehetséges fő nyersanyagaik főelem összetétele (XRF, Tübingen, tömeg %). Jelmagyarázat: TR = terra rossa, FL = flis, AM = amphora. **46. ábra:** Erős kiegészítés hatására kialakult üveges alapanyag (világoszürke háló) fazanai amforában (elektron-mikroszkópos fénykép, Kolci fül).

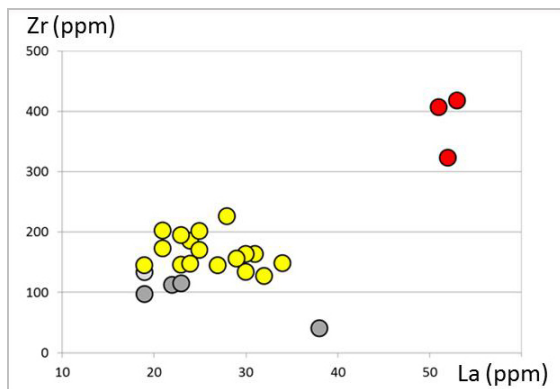
Table 1.: Major element composition of Fažana amphorae and their possible main raw materials (XRF, Tübingen, mass %). Legend: TR = terra rossa, FL = flysch, AM = amphora.

Minta/Sample		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Sum
jele/name	típusa/ type												
IST 7b	TR	61,69	1,04	17,72	6,1	0,13	0,98	1,06	1,08	1,87	0,16	7,6	99,7
BRI 43u	TR	62,65	1,06	17,04	6,01	0,13	1,25	0,82	1,48	2,09	0,09	6,11	99,01
IST 14a	TR	54,96	1	20,72	7,17	0,1	1,72	1,01	1,07	2,52	0,09	9,06	99,68
IST 48-2	FL	46,33	0,58	10,37	4,48	0,17	1,7	22,83	0,67	1,69	0,14	10,09	99,22
IST 50a	FL	49,25	0,69	14,31	5,97	0,1	2,51	16,87	0,76	3,01	0,13	5,38	99,16
IST 61-1f	FL	44,63	0,43	7,45	3,32	0,09	1,4	21,59	0,91	1,24	0,08	18,72	100
IST 61-1h	FL	21,16	0,3	6,22	2,59	0,19	1,5	32,54	0,3	1,23	0,1	30,25	96,56
IST 61-3	FL	45,44	0,62	11,39	5,02	0,17	2,47	22,77	0,85	2,15	0,13	8,79	100
004	AM	50,48	0,71	13,43	5,26	0,15	2,85	13,9	0,68	2,39	2,1	7,07	99,24
061	AM	58,23	0,87	17,2	6,72	0,18	2,29	4,37	0,85	2,54	0,22	6,1	99,74
062	AM	52,88	0,78	14,05	5,78	0,13	2,29	9,44	0,96	2,41	0,6	10,26	99,78
090	AM	59,98	0,83	13,66	5,49	0,14	2,21	9,88	1,36	2,44	0,18	3,2	99,56
125	AM	54,84	0,83	14,7	6,12	0,16	2,61	12,01	1,22	2,45	0,16	3,68	99
126	AM	54,72	0,82	14,29	6,07	0,11	2,65	9,26	1,98	2,7	0,15	5,97	98,93
134	AM	46,16	0,66	12,38	5,06	0,1	6,16	9,02	2,3	2,33	0,16	13,73	98,25
258	AM	53,04	0,77	13,53	5,5	0,13	2,49	10,69	0,96	2,45	0,18	9,67	99,58
323	AM	59,17	0,87	14,73	6,1	0,16	2,41	9,47	1,13	1,35	0,42	3,36	99,35
333	AM	60,48	0,76	12	4,88	0,13	2,04	9,53	1,07	2,03	0,13	6,79	100,02
361	AM	59,2	0,87	15	6,21	0,14	2,69	6,72	0,57	2,51	0,78	4,39	99,32
372	AM	55,63	0,89	15,46	6,65	0,15	2,6	11,42	1,36	2,24	0,16	2,73	99,49
545	AM	48,5	0,72	13,04	5,32	0,14	2,38	12,91	0,92	2,34	0,17	13,02	99,64
F04	AM	49,54	0,65	11,53	4,56	0,13	2,74	14,12	0,65	2,18	0,31	13,35	99,93
F28	AM	56,17	0,86	14,41	6,2	0,12	1,92	10,26	1,05	2,71	0,4	5,42	99,71
F45	AM	63,33	0,8	12,4	4,99	0,13	1,92	8,35	1,23	2,43	0,26	3,45	99,5
F79	AM	43,9	0,59	11,37	4,41	0,15	3,54	16,03	0,74	2,46	0,36	15,63	99,33

2. táblázat: A fazanai amphorák és lehetséges fő nyersanyagaik nyomelem és ritkaföldfém (RFF) összetétele (XRF, Tübingen, ppm). Jelmagyarázat: TR = terra rossa, FL = flis, AM = amphora, - = nem mért.

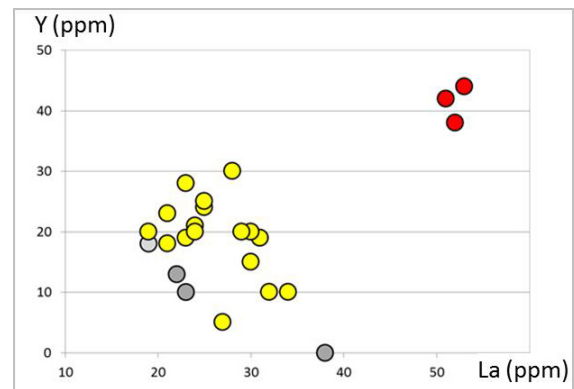
Table 2.: Trace and rare earth element (REE) composition of Fažana amphorae and their possible main raw materials (XRF, Tübingen, ppm). Legend: TR = terra rossa, FL = flysch, AM = amphora, - = not measured.

Minta/Sample		Ba	Cr	Ni	Rb	Sr	V	Y	Zn	Zr	Eu	La	Nb
jele/name	típusa/ type												
IST 7b	TR	399	65	58	113	112	152	42	33	407	0,4	51	19
BRI 43u	TR	431	47	51	120	117	134	44	31	418	0,4	53	21
IST 14a	TR	411	77	71	144	95	199	38	48	323	0,3	52	18
IST 48-2	FL	297	119	51	81	380	107	18	81	133	0,8	19	0
IST 50a	FL	327	168	143	135	335	144	13	69	112	0,6	22	0
IST 61-1f	FL	243	63	13	45	416	67	-	16	97	0,9	19	-
IST 61-1h	FL	286	0	0	51	916	58	0	13	40	1,7	38	0
IST 61-3	FL	516	77	60	88	480	101	10	50	115	1	23	-
004	AM	415	108	40	106	417	92	19	70	163	0,8	31	0
061	AM	451	92	78	125	210	107	10	69	148	0,5	34	0
062	AM	743	118	71	102	226	105	19	56	145	0,5	23	0
090	AM	359	160	76	113	240	117	21	52	185	0,5	24	0
125	AM	368	117	82	115	319	118	5	60	144	0,7	27	0
126	AM	290	101	76	107	377	129	20	56	163	0,7	30	0
134	AM	219	37	46	83	402	101	15	43	133	0,8	30	0
258	AM	383	117	79	110	220	118	20	53	147	0,5	24	0
323	AM	344	148	81	47	192	90	28	46	194	0,6	23	0
333	AM	284	161	67	95	189	97	24	41	201	0,5	25	0
361	AM	499	155	59	97	233	92	30	41	226	0,6	28	0
372	AM	364	124	83	93	239	112	25	67	170	0,6	25	0
545	AM	363	93	56	104	254	105	20	61	144	0,6	19	0
F04	AM	327	83	36	82	328	91	18	45	172	0,7	21	0
F28	AM	407	104	88	118	271	129	20	29	155	0,6	29	0
F45	AM	341	144	64	101	198	104	23	33	202	0,5	21	0
F79	AM	302	58	39	95	290	99	10	46	127	0,6	32	0



47. ábra: A fažanai amphorák és lehetséges fő nyersanyagaik pontjainak elhelyezkedése a Zr – La kétváltozós diagramon. Jelmagyarázat: sárga: amphora, szürke: flis, vörös: terra rossa.

Fig. 47.: Zr – La bivariate diagram with the spots of Fažana amphorae and its possible main raw materials. Legend: yellow: amphora, gray: flysch, red: terra rossa.



48. ábra: A fažanai amphorák és lehetséges fő nyersanyagaik pontjainak elhelyezkedése az Y – La kétváltozós diagramon. Jelmagyarázat: sárga: amphora, szürke: flis, vörös: terra rossa.

Fig. 48.: Y – La bivariate diagram with the spots of Fažana amphorae and its possible main raw materials. Legend: yellow: amphora, gray: flysch, red: terra rossa.

Kémiai vizsgálatunknak fő célja, hogy a fažanai amphorák nyersanyagaként elsődlegesen mikropetrográfiával kimutatott anyagokat kémiai is jellemezzük, összehasonlítsuk az amphorák kémiai összetételével, majd megpróbáljuk meghatározni a fő nyersanyagok keveredési arányát és a nyers amphorára utólagosan ható fő folyamatok (égetés, betemetődés) kémiai természetét.

1) Első lépésben meghatároztuk, mely elemek mennyiségében mutatkozik állandó, jól kimutatható különbség az amphorák fő nyersanyagai a terra rossa és a flis között, azaz melyek megkülönböztető jelentőségűek (azaz diszkriminatívak) e két nyersanyagra nézve. A mért elemeknek több mint a fele ilyennek bizonyult. A különbségek többféle okra is visszavezethetők, amelyeket leginkább geokémiai megfontolásokkal lehet kideríteni.

2) Második lépésben a diszkriminatív elemek közül azokat az úgynevezett immobilis elemeket választottunk ki, amelyekről ismert, hogy stabilan megőrződnek egy adott anyagban akkor is, ha az őket tartalmazó ásványos anyag erőteljes utóhatásoknak van kitéve. Ilyenek bizonyos nyomelemek (pl. Y, Zr) és a ritkaföldfémek (pl. La). Az ezen elemek részvételével készített kétkomponensű diagramok azt mutatják meg, hogy eredetüket tekintve mely anyagok tartozhatnak össze és melyek nem. Esetünkben pl. a Zr – La és Y – La diagramokon világosan látszik, hogy a terra rossa pontjai nagyon szűk területre esnek, jelezve e

kőzet egyveretű összetételét. Ezzel szemben a flisből származó, változatos összetételű különböző kőzetfajták pontjai vonal mentén széthúznak. Megfigyelhető az is, hogy a fažanai amphorák pontjai a különböző flis tartalmú minták alkotta csoport közvetlen közelében helyezkednek el, távol a terra rossa minták pontthalmazától (**47. és 48. ábra**). Ebből arra lehet következtetni, hogy a terra rossa csak nagyon kis arányban lehetett jelen a fažanai amphorák nyersanyagában, a flisnek viszont döntő szerep jutott.

Következtetések

A Fažanában gyártott Dr. 6B amphorák petrográfiai leírását és nyersanyagának meghatározását célzó korábbi kutatások (Bezeczy 1987, 1998, Bezeczy & Mange 2007, Mange & Bezeczy 2006, 2007) – főleg mikroásványtani vizsgálati eredmények alapján – arra a következtetésre jutottak, hogy a Fažanában gyártott amphorák nyersanyagának fő alkotója a terra rossa volt, amelyhez kevés recens tengeri eredetű anyagot kevertek (Mange & Bezeczy 2006, 2007). Ez teljesen kézenfekvő, megnyugtatónak tűnő megoldás volt, de mivel a nehézasványok egy részének kiléte tisztázatlan maradt és az amphorákban található biogén alkotók egy részének recens tengeri eredetével kapcsolatban kételyek merültek föl, többféle módszer új szemléletű együttes alkalmazásán alapuló új vizsgálatot kezdtünk el.

3. táblázat: A fažanai amphorák és lehetséges nyersanyagaik főbb megkülönböztető bélyegeinek (összetétel és tulajdonság) összehasonlító - összefoglaló táblázata. Jelmagyarázat: AMPH = amphora, TR = terra rossa, FL = flis, É-lapos = Észak-Isztria, lapos tengerparti recens iszap, D-köves = Dél-Isztria, sziklás tengerparti recens iszap, – = nincs vagy nem, (+) = kevés vagy nem jellemző, + = sok vagy jellemző, ? = nincs adat. A táblázat adatai a terra rossa, flis és Észak-Isztria lapos tengerparti iszap minták esetében mesterségesen kiégetett mintatestek vizsgálati eredményeit mutatják. *Tűzkő és riolit finomszemcsés kvarc anyagú alapanyaga összevonva.

Table 3.: Brief summary of comparison of main characteristic data (composition and properties) of Fažana amphorae and their possible raw materials. Legend: AMPH = amphora, TR = terra rossa, FL = flysch, É-lapos = Recent mud have collected from flat beach in North Istria, D-köves = Recent mud have collected from rocky beach in South Istria, – = no or none, (+) = few or not characteristic, + = many or characteristic, ? = no data. The data of terra rossa, flysch and flat beach mud from North Istria relate to artificially fired samples. *Chert and silicified matrix of acid vulcanite together.

módszer / method		tulajdonságok / properties	AMPH	TR	FL	TENGERI / MARINE	
№	neve / name					É-lapos	D-köves
1	makropetrográfia / macropetrography	élénkpiros szín / bright red colour	–	+	–	–	–
		sárgásbarna szín / yellowish brown colour	+	–	+	+	+
2	mikropetrográfia (ált.) / micropetrography (general)	nemplasztikus elegyrész / aplastics	(+)	+	(+)	(+)	+
		össz karbonát tartalom / total carbonates	+	–	+	+	+
		biogén elegyrészek / biogene components	+	–	+	+	+
3	mikropetrográfia (részletező) / micropetrography (detailed)	elsődleges mikrit és pátit / primary micrite and sparite	+	–	+	+	+
		mezozós mészkő / Mesozoic limestone	(+)	(+)	(+)	–	+
		bioeróziós karbonát szemcse / bioerosion on carbonate grain	(+)	–	–	–	+
		mikroszemcsés kvarc* / microcrystalline quartz*	+	–	+	+	(+)
		kövült globigerinoida / fossil globigerinoid	+	–	+	+	(+)
		opak kitöltésű kövült globigerinoida / opaque filled fossil globigerinoid	+	–	+	+	(+)
		kövült molluszkák / fossil molluscs	(+)	–	(+)	(+)	(+)
		kövült kalcedonos szivacs / fossil chalcedony sponge spicula	+	–	+	+	(+)
		recens foraminiférák / recent foraminiferae	(+)	–	–	(+)	+
		recens molluszkák / recent molluscs	(+)	–	–	(+)	+
		recens opálos szivacs / recent opalic sponge spicula	+	–	–	+	(+)
4	mikroásványtan / micromineralogy	akcessóriák mennyisége / quantity of accessories	(+)	+	(+)	?	?
		törött nehézásvány szemcsék / broken heavy minerals	+	(+)	+	?	?
		ép nehézásvány szemcsék / undamaged heavy minerals	(+)	+	(+)	?	?
		Cr-spinell / Cr-spinel	(+)	–	+	?	?
		barit / barite	+	–	+	?	?
		pirit / pyrite	+	–	+	?	?
5	e-mikroszkóp / e-microscope	tömött mikroszövet / compact microtexture	–	+	–	–	–
		mikroporózus szövet / microporous microtexture	+	–	(+)	+	–
6	kémiai összetétel / chemical composit.	La (ritkaföldfém) mennyisége / quantity of La (Rare Earth Element)	(+)	+	(+)	(+)	?
		Y, Zr (nyomelem) mennyisége / Quantity of Y, Zr (trace elements)	(+)	+	(+)	(+)	?

Az előző fejezetekben ennek a munkának a Dr. 6B amphorák cserépdarabjain és az amphorák lehetséges nyersanyagain végzett makro- és mikropetrográfiai, mikroásványtani, elektron-mikroszkópi és kémiai összehasonlító vizsgálati eredményeit mutattuk be. Ezeket a vizsgálatokat úgy végeztük, hogy szerény anyagi lehetőségeink szabta kereteken belül a lehető leghatékonyabban érjük el céljainkat, vagyis hogy a lehető legpontosabban meghatározzuk a vizsgált amphorák nyersanyagát, annak kinyerési helyét és az amphorák kiégetésének egyes körülményeit. Minden egyes alkalmazott módszerrel – más-más megközelítéssel – sikerült megalapozott válaszokat kapni számos fontos kérdésre. És bár az egyes módszerek önmagukban nem adhattak választ minden egyes kérdésre, a módszerek megfelelő sorrendű alkalmazásával és együttes értékelésével sikerült közel kerülni a célként megfogalmazott kérdések teljes körű tisztázásához.

Itt kell kiemelnünk, hogy a legteljesebb körű, leginkább kézzel fogható eredményeket a nyersanyag azonosításában a polarizációs mikroszkópi módszer adta. Ezzel a módszerrel minden egyes mintadarab viszonylag olcsón vizsgálható, de a vizsgálat igen időigényes és nagy geológiai szakismeretet és sokéves tapasztalatot követel meg. Az eredmények tükrében mégis azt kell mondanunk, hogy minden ilyen munkának az alapját ez a módszer kell, hogy képezze. A további módszerekre a polarizációs mikroszkópi vizsgálatokkal megválaszolt kérdések pontosítása és az ezután fennmaradt tisztázatlan kérdések megválaszolása maradt.

Nyersanyagok kiértékelése

Munkánk során az Isztrián és közvetlen környezetében előforduló három lehetséges fő nyersanyag típust választottunk ki és vizsgáltunk meg. Nagy számban gyűjtöttük be és vizsgáltuk meg az isztriai terra rossa két fajtáját (tisza TR és TR talaj), az isztriai flis különböző közetváltozatait (különböző aleurit-homok, mész és agyag tartalmúakat), valamint az Isztriai-félsziget különböző környezetéről (szárazföldi lejtőtörmelék, folyómeder, tengerpart) származó recens üledékeket.

- Tiszta terra rossa. A tiszta terra rossának a terra rossa talajtól megkülönböztetve történő kimutatása az amphorákban legegyszerűbben és legpontosabban polarizációs mikroszkópi módszerrel végezhető el. Így is csak abban az esetben, ha szét nem omlott, el nem keveredett darabjai eredeti szövettel, viszonylag nagyobb méretben (legalább 50 µm átmérőjű darabokban) egyben megmaradtak. A fazekas kísérletek azt mutatták, hogy a terra rossa ugyan jól iszapolható, kövér agyag, de iszapolt anyagában hosszabb áztatás után is nagy számban maradnak egybeálló,

kemény, tizedmilliméteres darabok (Véninger 2016, ebben a kötetben). Ebből arra lehet következtetni, hogy ha jelentősebb mennyiségű terra rossa került az amphora nyersanyagába (akár természetes lepusztulás folytán, akár mesterségesen iszapolt, összedolgozott módon), polarizációs mikroszkópban jól látható darabjait mindenképpen meg kellene találnunk. A közel ezer amphora és egyéb kerámia mintából csak egyetlen egyben találtunk összesen egy tiszta terra rossa szemcsét, ami azt jelenti, hogy ezt az anyagot nem használták amphora gyártáshoz, és természetes módon sem tartalmazta nagy mennyiségben a kitermelt nyersanyag. Ez annál is inkább érthető, mert a tiszta terra rossa csak nagyon ritkán fordul elő nagy mennyiségben az isztriai terra rossa feltárások felszín közeli rétegeiben.

- Terra rossa talaj. A terra rossa talaj kimutatását és mennyiségének meghatározását az amphorákban a terra rossa csomók és az akcesszórius elegyrészek megfigyelésével, valamint a kémiai elemzések (XRF) értékelésével végeztük el.

1) TR csomók megfigyelése. A tiszta terra rossánál említett iszapolási tapasztalatok a terra rossa talajra (a továbbiakban csak terra rossa (TR)) még inkább vonatkoznak, így ennek az anyagnak az értékelésénél is kijelenthetjük, hogy jelentősebb mennyiségű bekerülése az amphorák nyersanyagába vélhetően nagyobb méretű és mennyiségű terra rossa törmelék csomó megjelenésével kell, hogy együtt járjon.

Polarizációs mikroszkópi megfigyeléseink szerint a terra rossa csomók nem túl gyakori elegyrészei az amphoráknak, és általában csak kis méretben (100-300 µm) és darabszámban jelennek meg egy-egy mintában. Előfordulásuk csak az amphorák kisebb hányadánál rögzíthető egyértelműen, és csak egyes amphora csoportoknál jelennek meg nagyobb méretben és mennyiségben (**36. ábra**), általában tengeri recens törmelékkel társulva. Ezek alapján megállapíthatjuk tehát, hogy az amphorák egy részének nyersanyagában kisebb-nagyobb törmelék szemcsék, csomók formájában jelen volt a terra rossa. Ezeknek a csomóknak a részaránya az őket tartalmazó amphorák nyersanyagának teljes térfogatához viszonyítva a minták döntő hányadánál kevesebb, mint egy térfogatszázalék, és a terra rossa csomókban leggazdagabb néhány mintát nézve is csak legfeljebb 10-15 %.

A következő két lépésben a terra rossa igen finomszemcsés, az alapanyagban finom eloszlásban elkeveredett anyagának kimutatása és részarányának megállapítása volt a feladat.

2) A TR akcesszóriáinak megfigyelése. Polarizációs és elektron-mikroszkóppal is megállapítottuk, hogy a terra rossa láthatóan jóval több akcesszórius elegyrészt tartalmaz, mint a flis. Ha ezeknek az elegyrészeket a mennyiségét megfigyeljük az

amphorákban és összehasonlítjuk a terra rossa és flis akcesszória tartalmával, következtethetünk az amphorák finomszemcsés alapanyagában előforduló két nyersanyag mennyiségi arányára is.

Az amphorák alapanyagának polarizációs és elektron-mikroszkópi képén számos esetben meg lehetett figyelni, hogy a bennük lévő akcesszórius elegyrészek mennyisége általában nem a terra rossában, hanem a flisben megfigyelt mennyiségekhez hasonló. Az amphorák mikroásvány vizsgálatai szerint jóval kevesebb fajta nehézasvány és rájuk jellemző bélyeg utal a terra rossára, mint a flisre.

3) A TR alapanyaga. A kémiai elemzések adatai a vizsgált mintában lévő összes anyag átlagára vonatkoznak, így a kapott értékek (az amphorák és egyes agyagos terepi kőzetminta esetén) leginkább a minta legnagyobb térfogati arányát kitevő, más módszerrel nehezen vizsgálható alapanyag összetételét tükrözik. A megfelelően kiválasztott elemzési adatok (diszkriminatív immobilis elemek) alapján készített diagramok jól mutatják (47. és 48. ábra), hogy az amphorák pontjai távol helyezkednek el a terra rossa pontjaitól és beleesnek a flis kőzetek pontjai alkotta mezőbe. Az elektron-mikroszkópos felvételek arról tanúskodnak, hogy a fažanai amphorák alapanyagának mikroszerkezete egyáltalán nem hasonlít az égetett terra rossa mintadarabok mikroszerkezetére (38. és 40. ábra). Az amphorákban polarizációs mikroszkóppal kimutatott terra rossa csomók alapanyagának elektron-mikroszkóppal megfigyelhető mikroszerkezete viszont egyértelműen azonosítható volt a terepi terra rossa minták mikroszerkezetével, megerősítve a polarizációs mikroszkópi vizsgálatokkal végzett TR azonosítási eredményeket.

A fenti két pont alapján a terra rossa nagyobb részarányú jelenléte az amphorák nyersanyagának döntő hányadát adó finomszemcsés alapanyagában is kizárható.

A terra rossáról vizsgálataink fényében összességében elmondható, hogy az semmiképpen nem lehetett alapvető nyersanyaga a Fažanai Dr. 6B amphoráknak. Bekerülése a nyersanyagba sok mintánál kimutatható, de ez csak nagyon kis mennyiségben, esetlegesen történhetett meg. Ezt a fazekas kísérletek is alátámasztották, melyek szerint a terra rossa önmagában alkalmatlan nagyméretű, kb. 20 cm-nél magasabb edények gyártására. (Véninger, 2016, ebben a kötetben)

- Flis. A Fažanai amphorák vékonycsiszolataiban nagyon sok nem plasztikus elegyrész biztosan nem terra rossa, hanem egyesek nagy valószínűséggel (karbonátok, mikrokristályos kvarc), mások egyértelműen (ösmaradványok, spinell, nagyobb kőzetzárványok zöme) isztriai flis eredetűek. Az

amphorák akcesszórius elegyrészeinek polarizációs és elektron-mikroszkópban megfigyelt mennyisége is a flis kőzetekéhez közeli arányokat mutatott. A mikroásvány vizsgálatok a flisre utaló nehézasvány fajtákat és bélyegeket nagyobb számban mutattak ki az amphorákban, mint terra rossára utalókat. A kémiai elemzések alapján készült diagramokon is jól látszik, hogy a fažanai amphorák pontjai távol esnek a terra rossáéitól, és a flis pontjainál csoportosulnak. Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a fažanai Dr. 6B amphorák egyetlen fő nyersanyaga isztriai flis eredetű volt. Az amphorák döntő hányadánál a flis részaránya a felhasznált nyersanyagokban uralkodó, jóval meghaladhatta a 90 %-ot. Közvetlenül a flisből viszont nehéz lenne bármilyen edényt is gyártani, hiszen a szálfeltárásokból gyűjtött flis kőzetek nagy része kemény, erősen cementált kőzet, finomszemcsés anyaggá iszapolásuk hónapokba, vagy akár évekbe is beletelhet, tehát közvetlenül flis kőzetekből nem készíthetett amphora.

- Recens üledékek. A recens üledékek 3 fő anyagféleséget tartalmaznak helytől, környezettől függően különböző arányban. 1) A flis anyaga durvaszemcsés Észak-Isztria lejtőtörmelékeiben, közepes szemcsézettségű Észak-Isztria folyóiban, igen finomszemcsés átszapolt állapotban Észak-Isztria folyó torkolataiban és tengerpartjain fordul elő tömegesen. 2) A terra rossát mezozós mészkővel Dél-Isztria területén, finom iszap formájában Dél-Isztria tengerpartjain lehet nagy tömegben megtalálni. 3) A tengeri élőlények durvaszemcsés mészanyagú vázelemeit nagy tömegben Dél-Isztria sziklásabb tengerparti övezeteiben, apró szivacstűt pedig egész Isztria laposabb tengerparti területein, de mindenhol csak kis mennyiségben figyelhetjük meg.

Az amphorák vékonycsiszolataiban a tengeri eredetű élőlények általában jól felismerhetőek. Az apróbb opál anyagú szivacstűket szinte minden mintában megtalálhatjuk kis mennyiségben. Ezek tehát egész Isztria nyugodtabb öbleiből származhatnak. Azonban Dél-Isztria sekélytengeri iszapjaiban a kis mennyiségű szivacstű mellett nagy tömegű durvább szemcsés tengeri eredetű karbonát anyagú törmelék is megjelenik. Az amphorákban a szivacstű mellett ilyen törmelékanyagot nem, vagy csak nagyon keveset találunk, tehát az opálos szivacstű nagy részének eredete inkább észak-isztriai lehet. A durvaszemcsés vázelemek csak néhány amphora csoportnál jelennek meg nagyobb mennyiségben (29. ábra) más törmelékekkel (mezozós mészkő, terra rossa csomó) egyetemben. Ezen amphorák nyersanyagaiban tehát dél-isztriai tengerparti törmelék is előfordul. A tengeri eredetű törmelékek össz mennyisége azonban még ez utóbbi mintákban sem éri el az 5 tf %-ot. Ez összhangban van azzal a megállapításunkkal, hogy az amphorák

nyersanyagának döntő tömegét az Észak-Isztrián felszínen is nagy tömegben megtalálható flis adta.

Égetési körülmények

A fažanai amphorák égetési körülményeiről jelenleg csak előzetes információink vannak, a részletes vizsgálatokat későbbre tervezzük, de az általunk használt módszerekkel eddig megfigyelt jelenségekből megpróbáltunk ennek megfelelő szintű következtetéseket levonni.

Petrográfiai (polarizációs és elektron-mikroszkópi) megfigyeléseink során észrevettük, hogy az amphorákban eredetileg előforduló karbonátos elegyrészek (mikrit, pátit, élő szervezetek mészsanyagú vázelemei) egyes mintákból részben (43. ábra), másokból viszont teljesen hiányoznak (44. ábra). Az eredeti elegyrészre csak a helyükön megmaradt üreg jellegzetes alakjából lehet következtetni. Egyes amphorák esetében ezeket, vagy akár az eredetileg kitöltetlen pórusokat is másodlagosan kialakult karbonát kristályok töltik ki. Az eredeti karbonát tartalom meghatározása, így a nyersanyag azonosítása ezekben az esetekben nehézségekbe ütközhet. Mindez persze csak az amphorák meszes, flis tartalmú részére vonatkozik, mert a terra rossa – mésztartalom híján – ilyen jelenségeket kiégetés után nem mutat, ezért kiégetési körülményeinek nyomozása ezekkel a módszerekkel komoly korlátokba ütközik. A fažanai amphorák nyersanyaga viszont, mint korábban bemutattuk, uralkodóan flis eredetű volt, amely gyakran nagy mennyiségű mésztartalommal rendelkezett. Az amphora nyersanyagok mésztartalma és finomszemcsés agyagos alapanyaga a kiégetés során az égetési körülményeknek megfelelő mértékű és minőségű átalakulást szenvedett. Az így kialakult új szöveti bélyegek és ásványfázisok megfigyelésével az alábbiakra lehet következtetni.

1) A fažanai amphorák kisebb hányadánál a karbonátos összetevők épek maradtak, ami arra utal, hogy esetükben az égetési hőmérséklet tartósan nem haladta meg a kb. 700 Celsius fokot (Cultrone et al. 2001, Trindade et al. 2009).

2) A fažanai amphorák vékonycsiszolatainak többségében a finomszemcsés, kisebb méretű, vagy vékony termetű karbonát anyagú összetevők (pl. vékony héjú globigerinoidák) részben vagy teljesen kiégték, kiégett részük helyén csak üres pórusokat, vagy ritkán utólagosan, másodlagos karbonát ásványokkal kitöltött lyukat láthatunk. Ezekben a mintákban az eredetileg vastagabb, nagyobb méretű, jobban kristályos karbonát anyagú szemcsék nagyrészt épen megmaradtak. Eseteikben az égetés 700 és 800 Celsius fok között mehetett végbe (Cultrone et al. 2001, Trindade et al. 2009). Ezt a megállapításunkat az általunk 750 Celsius fokon kiégetett flisben gazdag nyersanyag minták hasonló szöveti képe is igazolja.

3) A mészben gazdagabb nyersanyagú amphorákban, amelyekben szinte minden mészsanyag teljesen kiégett, csak elektron-mikroszkóppal megfigyelhető új, aprószemcsés, az alkalmazott módszerekkel – kis méretük miatt – biztosan nem azonosítható méz-szilikát ásványfázisok, feltehetően gehlenitek (korábbi vizsgálatok során XRD-vel igazoltan kimutattva (Weiszburg & Papp 1987) kialakulása is megfigyelhető volt. E minták alapanyaga polarizációs mikroszkóppal keresztezett nikolok között már közel izotróp jellegűt mutatott, ami az alapanyag részleges megolvadását és a képződött kevés olvadék visszahűlési üvegesedés dermedését jelzi. Elektron-mikroszkóppal az ilyen alapanyag igen finom, hálós szerkezetében a hálót adó kötegek tömörödését lehet látni. Az üvegesedéshez mészben szegényebb agyagoknál már tartósan legalább 800-850 Celsius fokos égetési hőmérsékletre van szükség, de mézsgazdag agyagok esetén - mint amilyenek a főleg mézsgazdag flis eredetű anyagból készült fažanai amphorák – ez a folyamat már 700-800 Celsius fok között is elkezdődhet. Új méz-szilikát fázisok megjelenése 900 °C-tól várható (Cultrone et al. 2001, Trindade et al. 2009).

4) Az alapanyag teljes izotropitását leginkább a kis számban előforduló, makroszkóposan világossárga, nagy keménységű mintánál lehetett megfigyelni polarizációs mikroszkóppal. A jelenségből alapanyaguk erős üvegesedésére és 850 Celsius fok fölötti égetési hőmérsékletre, vagy hosszabb égetési időre lehet következtetni. Mészben gazdagabb nyersanyagú amphorák esetén ez a hőmérséklet 750-850 Celsius fok közé is eshet (Cultrone et al. 2001, Trindade et al. 2009).

Mindezen következtetések jól egybevágnak a korábban megállapított (Weiszburg & Papp 1987, 750-900 °C) hozzávetőleges hőmérsékleti tartomány adatokkal.

A nyersanyag lelőhelyének nyomozása

Vékonycsiszolatos vizsgálataink szerint az amphorák nagyon kevés nagyobb méretű közettörmelékkel tartalmazzak, főleg igen finomszemcsés anyagból állnak, ami korábbi megállapításaink szerint több mint 90 %-ban flis anyagú. A flis területeken kialakult lejtőtörmelékek és a folyóhordalékok ugyan szinte tisztán flis anyagúak, viszont bennük a flis egy része nagyobb, általában keményebb közettörmelékek formájában van jelen. Ezért nem valószínű, hogy az amphorák nyersanyagát ezekről a helyekről szerezték be. Közettörmelékben nagyon szegény, nagyrészt flis anyagú, finomszemcsés, természetes módon átliszapolt homogén üledékek Isztriának csak az északi, lapos tengerparti területein fordulnak elő. Ugyanitt kis mennyiségben recens tengeri élőlények (vékonyhéjú kagylók, opál anyagú szivacsstűk) aprószemcsés vázelemei, valamint a

folyók által bemosott igen kis mennyiségű terra rossa csomó és mezozós mészkő szemcsék is megjelenhetnek. Ezen anyagok kiégetett mintatestei alapanyagának mikroszerkezete elektronmikroszkóppal nézve igen nagy hasonlóságot mutat az amphorák alapanyagának mikroszerkezetével. A típusos finomszemcsés fažanai amphorák makroszkópos bélyegei (szemcsézettség, szín) kísértetiesen hasonlítanak ezen kiégetett tengeri iszapok makropetrográfiai bélyegeire (22. ábra). Diszkriminatív immobilis elemi összetételükben is nagyfokú a hasonlóság (47. és 48. ábra). Mindezekon túlmenően fazekas kísérleteink szerint ez az anyag alkalmas nagyméretű cserépedények készítésére is (Véninger, 2016, ebben a kötetben). Mindezek alapján kimondhatjuk, hogy az amphorák anyagának, szövetének, összetételének leginkább megfelelő anyag az Isztriai-félszigeten vizsgált lehetséges nyersanyagok közül a folyók által nagy tömegben beszállított, flisben gazdag, kevés tengeri vázelemet, és még kevesebb terra rossából és mezozós mészkőből származó hordalékanyagot is tartalmazó sekély, lapos tengerparti iszap. Ilyen iszapot elegendően nagy mennyiségben lehet találni a Trieszti-öböl egyes kisebb öbleiben és azok mai lapos partjain (pl. Piráni-öböl) (3. ábra) Az innen bányászott iszap véleményünk szerint megfelelő minőségű volt arra, hogy további mesterségesen hozzáadott anyagok nélkül fel lehessen használni amphora gyártásra. Egy ilyen partközeli nyersanyag kitermelő hely szállítási szempontból is kedvező volt, ugyanis így a tengerinél sokkal nehezebb és költségesebb szárazföldi szállítás elkerülhető volt. Elképzelésünk szerint a Trieszti-öbölben kibányászott tengerparti iszapot kb. 90 km-es tengeri úton hajóval Fažanába szállították. Az amphorák pontos összetétele és minősége attól is függött, melyik melléköblből, sőt a bányahely melyik részéből nyerték a nyersanyagot. Ha a fazekas nem volt teljesen megelégedve az iszap minőségével, a Fažanában is rendelkezésre álló anyagok hozzáadásával javított rajta. Így aztán esetenként soványíthatta helyi tengerparti homokkal, vagy kövéríthette terra rossa iszappal.

Eredmények összesítése

- A Fažanában gyártott amphorák nyersanyagát újszerű megközelítéssel határoztuk meg. Először felkutattuk és jellemeztük a lehetséges nyersanyagokat, majd összehasonlítottuk és azonosítottuk az amphorákban megfigyelt alkotókkal és szöveti bélyegeikkel.

- A lehetséges nyersanyagok terepen begyűjtött, gyúrható változatait az amphorákhoz hasonló körülmények között kiégetve is megvizsgáltuk.

- Következtetéseinkhez a lehetséges nyersanyagok felhasználásával végzett fazekas kísérletek eredményeit is fölhasználtuk.

- Az amphorák anyagában az égetés során lejátszódott változások nyomait is megfigyeltük, ez alapján megpróbáltunk az amphorák eredeti összetételére is következtetni.

- Petrográfiai, mikroásványtani, elektronmikroszkópi és kémiai vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy az amphorák nyersanyaga főleg az isztriai flisből tevődött össze.

- Terra rossa és tengeri eredetű törmelékanyag csak kis mennyiségben kerülhetett a fažanai amphorák nyersanyagába, nagyrészt természetes keveredéssel, egyes esetekben szándékos soványítás révén.

- Kimutattuk, hogy a Fažanában gyártott amphorák nyersanyagának legvalószínűbb kinyerési helye a Trieszti-öböl valamelyik melléköble, vagy egy ahhoz közeli, hasonló jellegű terület lehetett. Az esetleges szándékos soványítás már az amphora gyártás helyén, Fažanában, a helyi tengerparti üledékek felhasználásával történt.

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt szeretnénk köszönetet mondani Bezeczky Tamásnak, aki nélkül ez a munka el sem kezdődhetett volna. Köszönjük továbbá Kreiter Attila, Kürthy Dóra, Pánczél Péter, Vanicsek Katalin és Véninger Péter munkánkhoz nyújtott önzetlen segítségét. Munkánkat az Osztrák Tudományos Akadémia (FWF, P 23684) támogatta.

Irodalomjegyzék

BERTOŠA, M. & MATIJAŠIĆ, R. (2005): *Istarska Enciklopedija*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2005, Zagreb, pp. 944

BEZECZKY, T. (1987): Roman amphorae from the Amber Route in Western Pannonia. *BAR, International Series*, **386** Oxford, pp. 191

BEZECZKY, T. (1998): The Laecanius Amphorae Stamps and the Villas of Brijuni. *Österreichische Akademie der Wissenschaften, Denkschriften Wien*, **261** 286 pp.

BEZECZKY, T. & MANGE, M.A. (2009): New petrographic data on the late phase of the Laecanius workshop in Fažana (Istria, Croatia). In: BIRÓ, K.T., SZILÁGYI, V. & KREITER, A. eds., *Vessels: Inside and Outside, 9th European Meeting on Ancient Ceramics (EMAC '07)* 24-27 October 2007 Budapest, 247–254.

CULTRONE, G., RODRIGUEZ-NAVARRO, C., SEBASTIAN, E., CAZALLA, O., DE LA TORRE, M. J. (2001): Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. *European Journal of Mineralogy* **13** 621–634.

DURN, G., OTTNER, F., SLOVENEK, D. (1999): Mineralogical and geochemical indicators of the polygenetic nature of terra rossa in Istria, Croatia. – *Geoderma* **91** 125–150.

- DURN, G., ALJINOVIĆ, D., CRNJAKOVIĆ, M., LUGOVIĆ, B. (2007): Heavy and light mineral fractions indicate polygenesis of extensive terra rossa soils in Istria, Croatia. – In: Mange, M. & Wright, D. (eds.): *Heavy Minerals in Use – Development in Sedimentology*, Amsterdam (Elsevier) **58** 701–737.
- JÓZSA, S. & SZAKMÁNY, GY. (1987): Petrology. In: BEZECZKY, T. ed. Roman amphorae from the Amber Route in Western Pannonia, *BAR, International Series*, Oxford, **386**, 103–124.
- MANGE, M.A. & BEZECZKY, T. (2006) Petrography and Provenance of Laecanius Amphorae from Istria, Northern Adriatic Region, Croatia. *Geoarchaeology: An International Journal* **21/5** 429–460.
- MANGE, M.A. & BEZECZKY, T. (2007): The provenance of paste and temper in Roman amphorae from the Istrian Peninsula, Croatia. In: MANGE M.A. & WRIGHT D.T., (eds.), *Heavy minerals in use*. Oxford, Amsterdam. Elsevier, *Developments in Sedimentology* **58** 1007–1033.
- MIKES T. (2003a): A külső-dinári eocén flis lehordási területének mikromineralógiai vizsgálata, Diplomamunka, ELTE, TTK, Közettan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 78 pp.
- MIKES, T. (2003b): Provenance analysis of Eocene flysch sandstones in the Northwestern External Dinarides. – *M.Sc. Theses*, University of Tübingen, Tübingen, 75 pp.
- MIKES, T., BÁLDI-BEKE, M., KÁZMÉR, M., DUNKL, I., VON EYNATTEN, H. (2008): Calcareous nannofossil age constraints on Miocene flysch sedimentation in the Outer Dinarides (Slovenia, Croatia, Bosnia-Herzegovina and Montenegro). In: SIEGESMUND, S., FÜGENSCHUH, B., FROITZHEIM, N. (eds): *Tectonic Aspects of the Alpine-Carpathian-Dinaride System.0 Geological Society Special Publication* London, **298** 335–363.
- OBBÁGY G., JÓZSA S., SZAKMÁNY GY., BENDŐ ZS., BEZECZKY T. (2014): Isztriai amforák nyersanyagának nehézasvány-vizsgálati eredményei. *Gesta* **XIII** 39–58.
- TRINDADE, M.J., DIAS, M.I., COROAD, J., ROCHA, F. (2009): Mineralogical transformations of calcareous rich clays with firing: A comparative study between calcite and dolomite rich clays from Algarve, Portugal. *Applied Clay Science* **42** 345–355.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., MATIČEĆ, D., VLAHOVIĆ, I. (1995): A Review of the Geology of Istria. In: VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I. eds., *1st Croatian Geological Congress, Excursion guidebook*, Opatija, 21–30.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIČEĆ, D., BERGANT, S. (2003): Evolution of the Istrian Part of the Adriatic Carbonate Platform from the Middle Jurassic to the Santonian and Formation of the Flysch Basin During the Eocene: Main Events and Regional Comparison. In: VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J. (ed.): *Evolution of Depositional Environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology*, Opatija –September 17-19, 2003, Field Trip Guidebook, 3–17.
- VÉNINGER P. (2016): Flis és terra rossa fazekas szemmel. Korongozhatósági vizsgálat: milyen agyag lehet alkalmas nagyméretű római amforák készítésére? *Archeometriai Műhely*, **13/2** 131–140 (jelen kötetben).
- WEISZBURG, T. & PAPP, G. (1987): X-ray powder diffraction analyses, in: T. BEZECZKY (ed.) *Roman amphorae from the Amber Route in Western Pannonia, BAR International Series*, **386** Oxford, 128–133.
- ŽIVKOVIC, S. & BOGNER, D. (2006): Coprolite status of *Coptocampylodon lineolatus* Elliott 1963 (incertae sedis) from Middle Eocene deep-sea sediments of Istria (Croatia), *Micropaleontology* **52/4** 371–379.

Summary

In the Roman Empire in the surroundings of a small village Fažana in south Istria huge quantity of olive oil have been produced for more than 200 years (from ca. 40 BC to end of the 2nd century AD) during the ownership of Laecanian family and later of the Roman Emperors. This product was distributed over this long period steadily to the large area bordered to the north by the Danube, including Pannonia as well. Vessels for the storage and transport of olive oil, the Dressel 6B type amphorae were produced close to the place of oil production in Fažana in large quantity. The history of amphorae after its production starting in Fažana and ending in the oil use location can be investigated mostly by archaeological methods. However, the research of the story of amphorae production starting from the selection of raw materials and ending with the utilization can also help to answer other important archaeological questions. For this part of amphora research geological knowledge are needed.

The main goal of our present study is to obtain as much knowledge as possible by different geological research methods (petrography, micromineralogy, electron microscopy, geochemistry) about the raw materials and the

production technology, i.e., 1) type of the raw materials, 2) ratio of the raw materials in the mixture, 3) provenance of the raw materials. The exact determination of composition and locality of the raw material of Fažana amphorae let us to have more ideas about the level of technological knowledge of roman people connected to geological materials and pottery manufacturing. Furthermore, we can have more knowledge about the activities of Laecanian lordship connected with amphora production (distance, direction and frequency of shipping of raw materials).

Previous works on raw material determination

The archaeometric research of the Fažanian Dressel 6B amphorae have started more than 30 years ago. At the beginning, about 200 thin sections of amphorae were quantitatively and qualitatively described. The first classification based on the texture and the aplastic components (Bezeczky, 1987; Józsa and Szakmány, 1987). In addition, few samples have measured by XRD for coarse evaluation of the firing temperature (Weiszburg and Papp, 1987). Later on, detailed micromineralogical analysis of the amphorae has performed for comparison with the terra rossa and loess from the Istrian peninsula. At the same time, 300 new thin sections of amphorae were evaluated, and a new classification was created based on the previous and the new results (Mange and Bezeczky, 2006, 2007; Bezeczky and Mange, 2009).

The main results of the researches mentioned above are as follows: 1) Based on the fabric analysis nine petrographic groups were determined. 2) The main raw material component of the amphorae has found to be similar to the loess containing terra rossa in Istria. 3) Researches showed recent marine sediments and plankton in the amphorae. 4) The heavy mineral composition of the amphorae samples and the loess containing terra rossa has found to be mostly similar with small differences. The origin of distinct heavy mineral components in the amphorae remained unknown. 5) The firing temperature was roughly estimated in the range of 750-900 °C.

Methods

During our study we have investigated only those Fažanian Dr. 6B amphorae from the whole oil distribution area which had two stamps (owner and vilicus) and thus have detailed age determination made by Tamás Bezeczky (1998). We have introduced new style elements during the raw material investigation. Firstly, after macroscopic and brief microscopic description of amphorae, all kinds of possible raw materials in Istrian peninsula (terra rossa, flysch, loess, different recent sediments) were searched in the field and investigated in detail. More than 150 thin sections were made of hard rock and dried and fired soft sediment samples from more than 70 field localities. Secondly, all two stamped amphora samples were investigated petrographically in thin section (both earlier and newly made) in detail to find as much exactly indicative rare components of raw materials as possible. Thirdly, other pottery materials originally out of our study were also investigated to obtain additional data for evaluation of amphora production. Fourthly, pottery experiments were made to obtain practical information of amphora production.

Our strategy of study we have followed is the next: 1. Detailed macroscopic grouping of all amphora samples (described in Bezeczky 1998), 2. Brief thin section petrography of representative amphora samples, 3. Field search and detailed petrographic study of all possible raw materials, 4. Detailed comparative petrographic study of all samples of amphorae and raw materials, 5. Pottery experiments (P. Véninger (2016), this volume), 6. Detailed petrographic study of other pottery products (dolia, tegula, spica) and mortar (water tank), 7. Comparative micromineralogy, 8. Comparative electron-microscopy, 9. Comparative chemical analysis

Results

The main type of Dr. 6B amphorae made in Fažana macroscopically is hard, very homogenous, fine-grained, brownish red – yellowish red coloured (**Fig. 1.**, types A and B), with few pores and weak or no orientation. Small, 1-2 mm sized white inclusions are rare. Rarer variants have similar texture but appear with gray or yellow colour and the latter ones have few red inclusions (Mange & Bezeczky 2006, 2007). In polarizing microscope the plastic material of most typical Fažanian amphorae is reddish brown, rarely yellow, slightly or non-oriented, usually anisotropic. Originally more or less compact but usually have variable porosity. The aplastic material is well sorted, most of the grains are angular and less than 100 µm in size. The quantity of non-plastics is variable. Both siliciclastic and carbonatic components are present in variable proportions. Among siliciclastics mono- and polycrystalline quartz dominate, feldspars, microquartz rock fragments are rare, micas are variable. Accessory minerals are few. Micrite and sparite is common, carbonatic biogenic remnants are frequent. Siliceous biogenic remnants are typical but few. Sedimentary rock fragments (sandstone, siltstone, claystone, limestone) appear rarely (**Fig. 2.**).

Detailed field research and thin section micropetrography of possible raw materials

Terra rossa and terra rossa soil can be found in different thickness on the surface mainly in wide areas of South Istria (Red Istria) (Figs. 3. and 6.). Macroscopically it is a very dense massive pore-free homogeneous red clayey sediment often containing few large (0.1-2 cm) fragments of underlying limestone (Fig. 4.).

In polarising microscope two types can be distinguished. The main type of terra rossa, the so called terra rossa soil have homogeneous bright red very fine-grained (submicroscopic) matrix with considerable amount of siliciclastic material. The well sorted, angular monomict siliciclastics have small grain size (40-80 μm) and mostly consists of quartz, feldspars and micas are rare. Accessory minerals appear remarkably densely. There are no calcareous materials (except for large fragments of underlying Mesozoic limestone) and no fossils in it (Fig. 7.). The clastic free pure terra rossa is extremely rare on the surface of Istria (Fig. 8.).

Flysch is a deep marine sedimentary rock series. It is cropping out only in northern part of Istria (Grey Istria) (Figs. 3. and 6.). Here it has Cenozoic age and consists of different fine-grained, homogenous gray and yellow coloured rock types containing siliciclastic, calcareous and clayey materials in different proportions (Fig. 5.). Microscopically in the rock types rich in siliciclastics, the grains are angular, medium sorted with 40-200 μm grain size. Most of the grains are quartz with wavy extinction; feldspars are not rare, micas are usually few. Microcrystalline quartz rock fragments (magmatic and cherty origin) are characteristic (Fig. 13.). Accessory minerals are markedly few, but appearance of Cr-spinel in northernmost Istrian samples is characteristic (Fig. 12.). Chalcedony sponge spiculae are rare but also characteristic (Fig. 14.). Calcareous flysch rock types are the micritic limestone usually with calcareous fossils and the calcareous sandstone containing angular micritic, sparitic and calcareous fossil fragments (Figs. 10. and 11.). Clay rich rock types are homogenous and can also contain fossil (mainly globigerinid foraminifera) fragments (Fig. 9.).

Recent river and debris flow sediments are soft, weathered mixtures of different rock types eroded in North Istria mainly from the flysch areas, in South Istria from areas covered by terra rossa and Mesozoic limestone (Fig. 15.). Recent marine sediments can be found all around Istria and contains resedimented continental sediments (fluvial and piedmont) described above and marine originated recent skeleton fragments of living beings mixed in different proportions. More characteristic recent marine originated components are the larger fragments of empty calcareous skeletons of different coarse crystalline molluscs and fine-grained brown coloured foraminifera occasionally with traces of bioerosion (Fig. 17.), and the smaller opalic sponge spiculae (Figs. 16. and 18.). In South Istria the beaches are mostly rocky and the shallow marine sediments are few and consist mostly of coarser grained marine originated skeleton fragments (Fig. 16.). In North Istria the beach sediment is always rich in flysch originated mud and contain only few fine-grained marine originated skeleton fragments, namely opalic sponge spiculae and thin-shelled clams (Fig. 20.), and in some cases very few terra rossa (Fig. 19.) and Mesozoic limestone grains.

Pottery experiments (Véninger 2016)

Detailed description of pottery experiments is given in the paper of P. Véninger (2016) in this volume. Here we briefly present only those main results which are connected with raw material suitability for amphora production.

- 1) The terra rossa soils, sampled in South Istria from an oil tree plantation were acting as a very fat clay, consequently and practically it is not suitable to form earthenware higher than 20 cm.
- 2) Experiments have shown, that after even a long term decanting the dissolution of terra rossa was not complete and large number of small hard terra rossa grains remained.
- 3) Flysch originated plastic material can be found mainly in North Istria as mixture of flysch rock types resedimented in form of debris flows, river sediments and shallow marine mud. Experiment with a debris flow flysch sample showed that this material is suitable to produce earthenware even as high as a Dr. 6B amphora.

Detailed comparative macro- and thin section micropetrography of Fažanian amphorae

In the course of our detailed comparative petrographic research, we found a significant amount of components and textural features in Istrian amphorae, which show unambiguous similarities with those materials detected and described in the potential raw materials for Fažana amphorae (terra rossa, flysch rock types and recent sediments) collected from Istria. Most of them are easily recognizable and simply identifiable by petrographic microscope.

The reddish brown colour of the groundmass (plastic material) of common Fažana amphorae both macroscopically (Fig. 1.) and microscopically is very similar to the colour of fired, mostly flysch originated mud sampled from flat bays in North Istria (Fig. 22.). The fired terra rossa field samples and the bright red fine grained rock inclusions mainly in yellowish variety of amphorae (Fig. 21.) are absolutely similar.

The amount of non-plastics especially the siliciclastics and also the amount of accessory minerals in most of the Fažana amphorae is few. This feature is different from that of terra rossa, and similar to most of the fine-grained flysch rock types.

Some monomineralic components, such as microquartz fragments (volcanic and cherty types) (Fig. 23.), Cr-spinel grains (Fig. 24.) and micrite and sparite fragments are very characteristic for Fažana amphorae and practically missing from terra rossa.

Individual fossils are the most typical components for Fažana amphorae. Most of them are calcareous. The dominant types among them are the globigerinoids (thick and thin shelled, filled with microsparite or opaque minerals (Fig. 25.)), but molluscs are also present. Chalcedony sponge spiculae also exist but only in few quantity (Fig. 26.). Similar fossils in similar quantities are common constituents of the Cenozoic flysch of North Istria (Figs. 9., 10. and 14.). On the contrary, the terra rossa samples do not contain any remnants of living beings.

In many Fažanian amphora samples skeleton fragments similar to recent living being remnants found in Istrian sea shore sediments (Figs. 16., 17., 18. and 28.) are present. Such components are the very fine-grained calcareous skeletons of large foraminifers with empty chamberlets (Fig. 27.) and the larger calcareous mollusc skeleton fragments (Fig. 30.) rarely with traces of bioerosion (Fig. 33.). The most characteristics are the opalic sponge spiculae (elongated and spheric types), which appear in most of the Fažana amphora in few quantity (Figs. 31. and 32.). These components accompany with Mesozoic limestone and terra rossa fragments and often appear in bands (Fig. 29.).

Composite rock inclusions are rare but variable (Fig. 34.) components in Fažana amphorae. Those are very helpful in the identification of the exact raw material as a whole rock, and in the identification of individual mineral grains and fossils (described above) as parts of whole rock types of the known raw materials. Most of them (Figs. 35., 36. and 37.) are similar to the rock types (claystones, micritic limestones, calcareous sandstone and siltstone, both may contain fossils described above) collected from surficial flysch outcrops in North Istria (Figs. 9., 11., 13. and 14.). Few other rock type inclusions in Fažana amphora samples (Fig. 36.) are similar partly to terra rossa (Fig. 8.) partly to Mesozoic limestones found mostly in South Istria.

Comparative micromineralogy

Accessory components usually give less than one percent of the whole material of Fažana amphorae. The volume of a 1 x 1 mm large amphora slice in a 30 µm thick normal thin section is about 3 mm³. By micromineralogical method from a small piece of amphora (3 x 10 x 10 mm = 300 mm³) two orders of magnitude more particles can be examined.

Looking into the earlier literature data we could realise that exact comparative micromineralogical evaluation of these data is not possible for the following reasons: 1) Different sample preparation and analytical methods, and different studied grain size. 2) Different style of description, incomplete characterisation of grains (missing of certain properties of particles: shape, roundness, fracturing, different varieties (i.e. colour)). 3) Lack of certain quantitative data. 4) Enrichment peak of different components in different materials may depend on the grain size.

For all these reasons new unified micromineralogical investigation of two possible main raw materials (terra rossa and flysch) and amphorae were made. Exact comparative quantitative evaluation of own data was also not possible (for reasons see 4th point above) so in this work only the most important results of qualitative investigation are presented (for detailed study see Obbágy et al. 2014).

1) Cr-spinel is a common mineral in the Fažana amphorae. This mineral is characteristic in North Istrian siliciclastic rich flysch rock types and very rare in Istrian terra rossa.

2) In the Fažana amphorae pyrite and barite appears regularly. These minerals are missing from the terra rossa but not rare in the flysch.

3) Among heavy mineral assemblages of most of the Fažana amphorae large quantity of opaque filled foraminifers can be found. These kinds of fossils are characteristic only for the flysch.

4) Several kinds of minerals found in amphorae could be detected both in the terra rossa and in the flysch. Some of them have special appearance which is characteristic for the embedding rock. For example euhedral crystals are characteristic rather for terra rossa, the broken crystals for the flysch. In Fažana amphora both varieties of certain minerals may appear, but on this basis the ratio of the two possible host rocks in the raw material of the amphorae could not be calculated.

Comparative electron-microscopy (SEM-EDX)

The main aim of our electron-microscopic study was to determine and compare the microstructure and composition of the groundmass of Fažana amphorae and its rock inclusions and their two possible main raw materials (terra rossa and flysch). Besides that, we wanted to determine more exactly the distribution and composition of heavy minerals in these materials and observe firing effects as well.

In this stage of our study we present only the results of microstructural and firing effect observations.

Small brick bodies of the possible raw materials (terra rossa and resedimented flysch in different environment (debris flow, fluvial, shallow marine)) were formed, dried and fired to have samples comparable with Fažana amphorae.

- Microstructural results: Thin sections of fired terra rossa samples showed very unique, dense, pore-free features with large number of small accessories (Fig. 38.). Thin sections of fired resedimented flysch samples showed also relatively uniform appearance, different from the feature of terra rossa. There are pores with high (at least 15 %) proportion, small uniform size and homogenous distribution (Fig. 39.). Less accessories were visible than in terra rossa. On the back scattered image it is well visible that the microstructure of the groundmass of Fažana amphora (Fig. 40.) is very similar to that of the resedimented flysch samples. Some of rare rock inclusions in amphorae showing terra rossa features in polarising microscope (Fig. 21.) have very characteristic terra rossa appearance in electronmicroscope as well (Figs. 41. and 42.).

- Firing effects: With increasing temperature and duration of firing, characteristic features could be detected. The first visible change caused by firing on comparatively lower temperature is the partial disappearance of calcareous fragments, firstly in form of thin gap on the edges of the grains. Further on only small relics of calcareous grains are visible in the centre of the pores having the form of the original mineral or fossil (Fig. 43.). By the next stage, all calcareous materials disappear, but new mineral phases have not yet visible (Fig. 44.). With further increase of temperature newly formed minerals appear (Fig. 45.), and at even higher temperature partial melting of mesh structure starts and the microporosity is reduced (Fig. 46.).

Comparative chemical analysis (XRF)

This kind of chemical analysis has the advantage that provides comparatively accurate average chemical composition (major, trace and REE) of comparatively larger quantity (2-3 grams) of the samples (Tables 1. and 2.). But the disadvantage is that the chemical composition of different components of a given sample (plastic material, accessory minerals, fossils etc.) is mingled undistinguishably into one data set. Inhomogeneity of samples may give chemical data set, different from the average. Changes in chemical composition caused by different secondary effects (firing, leaching, burial etc.) are also not distinguished. Consequently before chemical investigations first and foremost detailed petrographic investigation of all studied material is needed to make correct selection of samples for chemical analysis. For adequate evaluation of chemical data geochemical knowledge is also necessary.

The main goal of our study was the chemical characterisation of two main raw materials (terra rossa and different varieties of (included resedimented) flysch) and comparison with chemical composition of Fažana amphorae. We also attempted to determine the mixing ratio of the two main rock types in the used raw material and the chemical character of some secondary effects acted on Fažana amphorae.

In the first step chemical elements discriminative for the two main raw materials were selected. Secondly, further selections were made by immobility. The most discriminative immobile elements were the Y, Zr and the REE-s, as for example the La. Bivariant diagrams of these elements show that the spots of terra rossa are clustered in a very small area, while the spots of flysch rock types are more scattered showing mostly linear trend. The spots of the two main possible raw materials plots always far from each other. In all these kinds of diagrams clearly visible, that the spots of Fažana amphorae plot very close to the spots of different flysch rock types and thus gets far from the spots of terra rossa (Figs. 47. and 48.). On this basis we can conclude, that the raw material for Fažana amphora consisted dominantly of flysch and it could only be mixed with very few terra rossa.

Discussion and conclusion

Previous researches (Mange and Bezezky, 2006, 2007; Bezezky and Mange, 2009) suggested, mostly based on micromineralogical investigation, that the main raw material of Dr. 6B amphorae produced in Fažana was the terra rossa which was mixed with recent marine originated material. As the origin of some heavy minerals of Fažana amphorae was still unclear and later observations showed that part of the skeleton fragments of living beings in these amphorae were surely fossilic, new research started. In previous paragraphs new petrographic, experimental, micromineralogical, electron microscopic and chemical analysis on amphora and possible raw material field samples were presented. In forthcoming paragraph combined evaluation of the results of our new research oriented on the exact determination of the material and exploitation area of the raw material of Fažana amphorae is demonstrated.

Evaluation of possible raw materials:

Possible raw materials for amphora production found in surfacial outcrops in Istria (terra rossa, different flysch rock types, recent and sub-recent sediments) were investigated.

Terra rossa

In the course of artificial decanting during pottery experiments turned out, that after even long term dissolution of field terra rossa samples large number of small hard terra rossa grains remained. It means that presence of terra rossa in the raw material of amphorae must be indicated by considerable amount of micropetrographically well determinable terra rossa whole rock grains (ARF) in the thin sections of Fažana amphorae.

Polarizing microscopic thin section investigations of amphorae showed, that large number of such fragments are present only in very few amphorae (giving max. 10-15 volume percent of the whole amphora sample), usually in combination with recent marine fragments, while in typical Fažana amphorae such grains are not common, and if there are, appear only in very small size and number (giving less than 1 percent of the whole amphora sample). Additionally, pure terra rossa grain could be detected only in one amphora sample.

The identification of terra rossa grains in amphorae were attested also by electron microscopic study. In addition, it could be clearly seen, that the groundmass of Fažana amphora has very different structure and accessory mineral content from that of field terra rossa samples.

Micromineralogical investigations showed that more accessory components of Fažana amphora samples refer to the flysch than to the terra rossa.

Results of chemical analysis indicate that the immobile element content of Fažana amphorae is significantly different from that of field terra rossa samples.

On the base of argumentation above we can establish, that in many amphora samples traces of terra rossa could be detected, but presence of considerable amount of terra rossa in the raw material of typical Fažana amphorae can be excluded.

Flysch

The most direct, clearest evidences for prevailing appearance of flysch originated non-plastic components in Fažana amphorae was given by micropetrography. The presence of both the most characteristic calcareous rock and skeleton fragments, most of the rare but larger different rock inclusions and the characteristic microquartz and spinel grains in Fažana amphorae refers about this. The smaller quantity of accessory minerals observed with electron-microscope and the micromineralogical features are also more characteristic for flysch originated materials than for terra rossa. On the bivariate diagrams of characteristic immobile elements points of amphorae plots very close to or coincidence with the points of flysch rock types.

On the base of these arguments we can conclude, that the main mass (more than 90 %) of the raw material of Fažana amphorae is derived from North Istrian flysch. However, it is known that flysch originated materials in North Istria can be found in different forms and environments: as individual distinct rock types in the primary outcrops, as coarse mixture of different flysch rock types in debris flows and river sediments and as fine-grained homogenous mixture in river influx and in shallow marine sediments. In the thin sections typical Fažana amphorae show very homogenous structure, usually without any traces of coarse hard rock fragments. Artificial homogenization of different hard rocks appearing in flysch outcrops and in less homogenous resedimented flysch material would be very difficult. So the raw material was not obtained directly from these sources of the flysch. Consequently only the river influx and shallow marine sediments could be the potential sources of the raw material of Fažana amphorae.

Recent sediments

As we saw earlier recent sediments appear in different environments in Istria and may have two different origins. One is originated from inland sedimentary rock series (in North Istria the flysch, in South Istria the terra rossa and Mesozoic limestones), the other have recent marine origin (skeletons of living beings: in rocky coast of South Istria coarser grained calcareous, in North Istria fine-grained calcareous and siliceous).

In thin sections of typical Fažana amphora it is well visible that one of the most characteristic component is the recent marine originated opalic sponge spiculae (both needle-like and spheric (sterraster) forms). In these typical Fažana amphorae no or very few other marine originated calcareous skeleton fragments can be found. However in South Istrian coastal sediments these opalic sponge spiculae fragments appear among huge amount of coarse-grained fragments of calcareous skeletons of molluscs and forams combined with Mesozoic limestone and few terra rossa grains. Consequently the source of opalic sponge spiculae found in typical Fažana amphorae could not be the South Istrian coastal sediment. There is a group of amphorae which contains both

these components in fine-grained flysch originated material. Raw material of these amphorae most probably was tempered by recent marine sediment from coastal part of South Istria.

North Istrian shallow marine or coastal silty sediments consist mostly of flysch originated fine-grained homogenous material containing few opalic sponge spiculae, calcareous thin shell remnants and in some places small terra rossa grains. Not only the petrographic composition, but the colour, the macro- and microtexture (both polarising microscopic and electron-microscopic) and the chemical composition of fired samples made of these sediments are also very similar to that of typical Fažana amphorae. In addition, the pottery experiments also have shown that resedimented flysch sediments are suitable for amphora production in their direct form.

Consequently the North Istrian recent marine sediment itself could be appropriate for the only main source of the raw material of Fažana amphorae.

Firing conditions

In many Fažana amphora samples, during the polarising and electron-microscopic study varying degrees of evanescence of original calcareous components and small grains of newly crystallised phases could be detected. On the base of the changes in calcareous content and texture visible in Fažana amphorae samples the following conclusions could be made.

In the cases of many amphora samples no changes of original calcareous grains could be visible. The firing temperature of these amphorae was not greater than cc. 700 °C. In most of the amphorae coarse-grained calcareous components show partial decomposition while fine-grained small calcareous components usually fired out totally. The firing temperature of these amphorae could reach 750 °C. Similar phenomena could be detected in the thin sections of resedimented flysch specimens fired on 750 °C. In the samples of amphorae fired on higher temperature all calcareous materials have disappeared while on the wall of the pores very small idiomorphic crystals visible only by electron-microscope have grown. Together with this, traces of weak melting and vitrification of fine mesh structured groundmass is visible. Isotropic crossed polarised microscopic picture of certain amphora samples indicates stronger melting of the groundmass on temperature higher than 850 °C. These conclusion coincide with the results of XRD measurements made by Weiszburg & Papp (1987).

Final conclusions

On the base of our new complex comparative study we can clearly establish that the main mass of the raw material of Fažana amphorae was manufactured from Istrian flysch. In this material only few percent of other ingredients (commonly recent marine fragments, less frequently terra rossa and Mesozoic limestone) can be found. On the base of comparative petrological study we concluded, that the raw material of Fažana amphorae was excavated most probably from a locality close to the sea-shore of a North Istrian flat bay between Poreč and Trieste where huge amount of recent or sub-recent shallow marine mainly flysch originated soft silty sediment could be found. This material was used purely for the manufacturing of the main type of Fažana amphorae. Tempering material originated from South Istrian sea-shore sediment taken perhaps in Fažana was used in small quantity only for certain groups of Fažana amphorae.

After the excavation, the flysch-based raw material was transported 60-70 km by seaway delivery from Gulf of Trieste to Fažana. The exact composition, and consequently the quality of manufactured amphorae depended on from which bay, moreover exactly from what part of the pit the raw material where excavated. If the responsible potter was not completely satisfied with the clay, he may have optimized it by adding materials available in Fažana. Occasionally or at certain times, the potter could add some coarser grained marine sediment for leaning, or terra rossa mud for fattening.

Acknowledgement

This work would not have started without Tamás Bevezky, thanks for his constant support. Also thanks to Attila Kreiter, Dóra Kürthy, Péter Pánczél, Katalin Vanicsek and Péter Véninger for their selfless assistance. This work was supported by the Austrian Academy of Science (FWF) P 23684.

FLIS ÉS TERRA ROSSA FAZEKAS SZEMMEL
KORONGOZHATÓSÁGI VIZSGÁLAT: MILYEN AGYAG LEHET
ALKALMAS NAGYMÉRETŰ RÓMAI AMPHORÁK KÉSZÍTÉSÉRE?
FLYSCH AND TERRA ROSSA FROM POTTER'S POINT OF VIEW STUDIING BY
POTTER'S WHEEL: WHAT KIND OF CLAY MIGHT BE USED FOR LARGE-
SIZED ROMAN AMPHORA PRODUCTION?

VÉNINGER PÉTER

Fóti Népművészeti Szakközépiskola és Gimnázium, Fót H-2153, Vörösmarty tér 2.

E-mail: keramikus@gmail.com

Abstract

Two different raw materials used in Roman times (from ca. 40 B.C. to end of the 2nd century A.D.) in Fažana in South Istria for amphora production, the terra rossa available locally at Fažana, and the flysch found in north Istria were investigated with the aim to clarify their suitability for large pot production with wheeling method. During the investigation it was found that the terra rossa is too pure (fat) clay, and not suitable for this purpose. Although the flysch originated sediment itself is too lean, it can be used for this purpose. The investigation of pottery making technique was not restricted to wheeling, because the drying and firing of clay pots is closely related with the ductility of clays. Parallel with throwing tests, thin section were made of different mixtures of terra rossa and flysch to see what kind of clay mixture gives fired pottery having similar texture and structure with ancient amphorae. Based on our results these mixtures are suitable for large pot wheeling. The drying and firing of amphorae may be performed with fast pace and little scrap. Neither one of the two clays tend to produce the defect named lime concretion.

Kivonat

Az Isztriai félszigeten, Fažanában a római korban, Kr.e. ~ 40-től Kr. u. 2. század végéig, olívaolaj tároló amphorák készítéséhez használt agyagokat, a szigeten helyben található terra rossát, és az Isztriai-félsziget északi részéről származó flist vizsgáltam meg, hogy alkalmasak-e gyorskorongozás technikájával nagyméretű edények készítésére. A vizsgálatok során kiderült, hogy a terra rossa túlságosan képlékeny (kövér) agyag, és nem alkalmas erre a célra. Habár a flis önmagában túl sovány, mégis akár önállóan is használható. A készítés-technikai vizsgálat nem csak a korongozásra korlátozódott, mert az agyagból készült edények száradása, és égetése is szorosan összefügg az agyagok képlékenységgel. A korongozási próbával párhuzamosan terra rossa és flis agyagkeverékeiből is készültek vékonycsiszolatok abból a célból, hogy megtudjuk milyen agyagkeverékből égetett cserép szövet-szerkezete lesz leginkább hasonló az ókori amphorákéhoz. A korongozási kísérletek és a vékonycsiszolatok együttes eredménye alapján a tiszta flis, vagy flis kevés terra rossával keverve alkalmas nagyméretű edények korongozására. Az amphorák szárítása és égetése gyors tempóban és kevés selejttel végezhető. A két vizsgált agyag egyike sem hajlamos a „mészukac” nevű hibára.

KEYWORDS: AMPHORA FORMING, WHEELING, TERRA ROSSA, FLYSCH, LAECANIUS FAMILY

KULCSSZAVAK: AMPHORA KÉSZÍTÉS, KORONGOZÁS, TERRA ROSSA, FLIS, LAECANIUS CSALÁD

Bevezetés

A Laecanius család az Isztriai félsziget egyik legjelentősebb olívaolaj termelő családja volt a római korban, Kr.e. ~40-től Kr.u. 78-ig, majd a 2. század első harmadának a végéig az olajtermelést az egymást követő római császárok felügyelték. (Bezeczky 2016, ebben a kötetben.) Az olaj előállításán túl a család fažanai műhelyében készültek tárolóedénynek, de még inkább szállítás céljából a Dressel 6B típusú amphorák. Bezeczky Tamás régész vezetésével a fažanai amphorák több éves, nagy mintaszámú vizsgálatsorozata valósult meg régészeti és geológiai módszerekkel.

Az amphorák közzétani vizsgálatát Szakmány György, Józsa Sándor, Bendő Zsolt és Obbágy Gabriella, az ELTE Közzétan-Geokémiai Tanszékén végezték, illetve a munka egy korábbi periódusában Maria Mange vett még részt. (Józsa és Szakmány 1987, Józsa et al. 1994, Mange & Bezeczky 2007, Szakmány et al. 2013, Obbágy et al. 2014, Szakmány & Józsa (in press), Józsa et al. 2016 ebben a kötetben.)

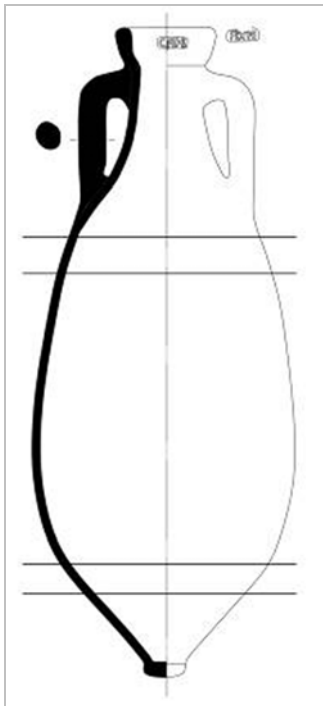
Ebben a tanulmányban az amphora gyártásról esik szó; készítés-technikai szempontból a keramikus/fazekas oldaláról. Ezen belül elsősorban a feltételezhetően felhasznált alapanyagok kísérleti régészeti módszerekkel történő vizsgálati eredményeiről számolok be. Kisebb részben pedig

arról, hogy az amphorák készítésére használt alapanyag összetétele hogyan hat a száradás és a kiégetés folyamataira. A készítés-technikai kísérletek során arra voltunk kíváncsiak, hogy nagyméretű amphorák, mint amilyen a Dressel 6B, készítésére alkalmas-e a kerámia műhely közvetlen környezetében található terra rossa, illetve a távolabbi területekről (legalább 40 km-es távolságból) beszerezhető flis. (A flis és terra rossa összetételéről, előfordulásáról Józsa et al. cikkében (2016, ebben a kötetben) – részletesen szó esik.)

A cikk anyaga előadás formájában elhangzott a Magyar Nemzeti Múzeumban tartott Archeometriai Műhely által szervezett szakmai napon 2015. decemberében.

Az amphorák leírása

Az ásatásokon gyakran kerülnek elő kerámiaégető kemencék. Egyéb, az amphorák készítéséhez kapcsolható lelet azonban nem.



1. ábra: A Dressel 6B amphora rajza, rajta az amphora test három részének illeszkedési vonala. (A törések alapján a két, egymáshoz közel levő vonal között valahol vannak az illesztések. Ha a test négy részből áll, akkor középen is van egy illesztés. (Rajz: Bezeckzy Tamás)

Fig. 1.: Drawing of Dressel 6B type amphora with the fit lines of the three parts of amphora's body. Fits are between the two close line. There is a fit on the middle of the body if the body consists of four parts. (Drawing by T. Bezeckzy)



2. ábra: Dressel 6B amphora. A fotón az illesztésnél (piros nyíl) látható, hogy a forma megtörik egy kicsit. (Fotó: Bezeckzy Tamás)

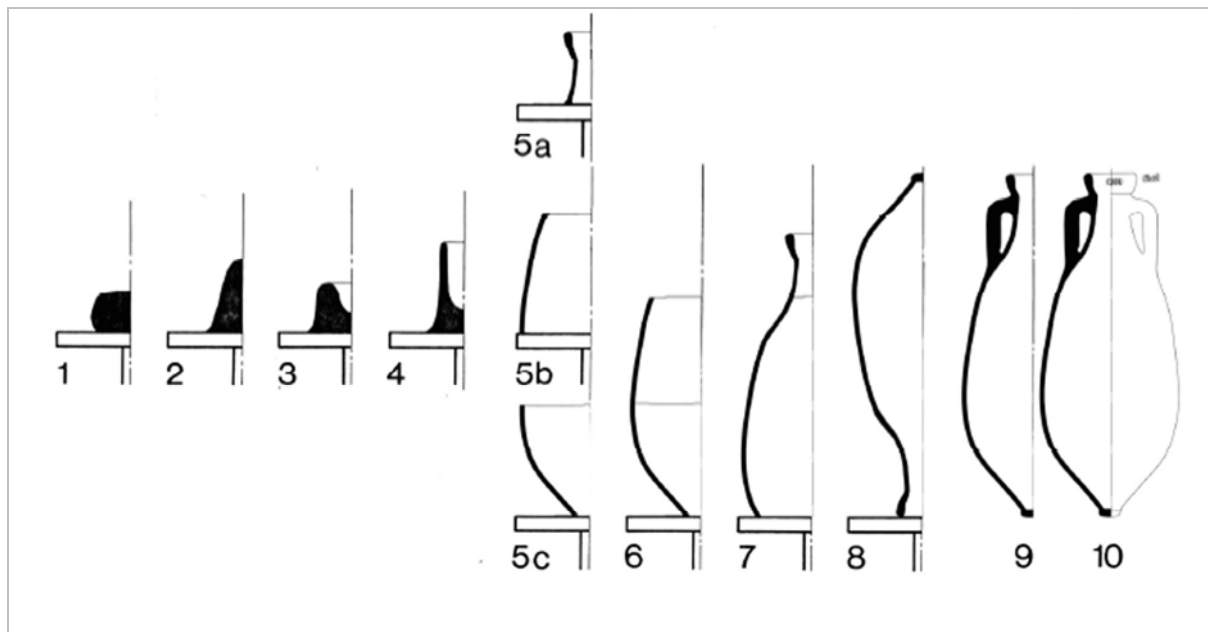
Fig. 2.: Dressel 6B type amphora. There is a bulge at the fit (see red arrow). (Photo: Tamás Bezeckzy)

A Dressel 6B amphorák átlagos falvastagsága 1,3–1,6 cm. Az amphora töredékek alapján valószínűsíthető, hogy egy Dressel 6B amphora testét három esetleg négy részből korongozták össze egy teljes formává. (Bezeckzy 2016) Így a két füffel együtt összesen öt (esetleg hat) részből állították össze az amphorákat. Leginkább az egészen előkerült amphorák alapos szemrevételezésével lehet megállapítani, hogy hány korongozott részből állnak. Azonban csak igen kevés amphora kerül elő egészen (**1., 2. ábra**).

Az amphora készítésének menete

Az amphora teste három vagy négy részből készült, ezeket külön megkorongozták. Rövid szikkadás után a részeket korongon összeépítették. Elképzelhető, hogy a különböző részeket nem ugyanaz az ember készítette, és az összeépítést egy gyakorlott mester végezte.

Kevésbé ismert tény, hogy nem minden esetben marad nyoma annak, ha egy edényt több darabból korongozták össze. A részek illesztésének a nyomait a fazekas (ha akarja) könnyedén el tudja tüntetni. A korongozás után közvetlenül az agyag még túl puha, és könnyen deformálódik. Ezért az agyagedényre a fület csak rövidebb szikkadás után rögzítették. Az amphorákon látható bélyegek is ugyanekkor kerültek rá. Az égetésre csak a teljes száradás után kerülhetett sor (**3. ábra**).



3. ábra: Dressel 6B amphorák korongozásának főbb lépései. (Rajz: Gődér Hajnal után)

Fig. 3.: Main steps of wheeling of Dressel 6B type amphora. (after Hajnal Gődér's unpublished drawing)

A továbbiakban az amphora gyártáshoz szükséges nyersanyagok kiválasztásának szempontjait szeretném kifejteni. Bár a felhasznált nyersanyagra vagyunk kíváncsiak, mégsem elegendő csak a korongozás műveletére koncentrálni, hanem a teljes kerámiakészítési technológiai sort szem előtt kell tartanunk. Nem elég az, ha egy agyag alkalmas nagyméretű edény korongozására. Ezeken túl fontos szempont, hogy lehetőleg minél kevesebb sejt keletkezzen az amphorák száradása és égetése során. Az agyagok formázhatóságát próbakorongozással lehet megállapítani. A korongozás során fel kell készülni arra, hogy nem feltétlenül a mai elvárásainknak megfelelően viselkedik az agyag. Azt figyeltem meg, hogy a régészeti leletként előkerült kerámia edények felületén látható nyomok gyakran arra utalnak, hogy a ma használt agyaghoz képest jóval soványabb, és jóval puhább (vizesebb) agyagból korongoztak. Az agyagok vizsgálata során megfigyelhettük a feltételezett nyersanyagok száradás, és égetés közben történő viselkedését is. A megfelelő tulajdonságok elérése érdekében elképzelhető két agyag keverése is egymással, esetünkben a flis és a terra rossa vegyítése.

Kerámia technológiai alapok

A kerámia készítés technológiai sora

A technológiai sor az alapanyagtól (agyag bányászata, előkészítése), a formázási módokon, és az esetleges díszítésen át, a szárításon és égetésen keresztül minden lépés, ami a tárgy léhozásához szükséges.

Az anyagvizsgálatok során, a vizsgálati eredmények kiértékelésekor, a régészeti leletek feldolgozásakor (régészet szempontjából fontos, alapvető adatok leírása) és a kísérleti régészeti műveletek elvégzése alatt, a kerámiák készítésekor egyaránt egy olyan összetett folyamatra kell gondolunk, ami sok lépésből áll. A kerámia készítése során ezek a technológiai lépések – „egymástól nem függetlenek” és „szabadon nem variálhatóak” –, bár nem egyenértékűek egymással, valamilyen hatással vannak minden egyes későbbi munkafázisra. Ebbe a technológiai sorba kell elhelyezni a szemrevételezéssel, anyagvizsgálatokkal és kísérleti régészeti módszerekkel nyert adatokat. Ehhez tudnunk kell azt, hogy az alapanyagok, vagy a technológia bármilyen megváltoztatása milyen hatással van a technológiai sorban a későbbi lépésekre. Például adott soványítóanyag ásványi és kémiai összetétele milyen hatással van a száradásra vagy az égetésre. (Véninger In press/a) Továbbá tisztában kell lennünk azzal, hogy egy adott kerámiatárgy (pl. nagyméretű amphora) készítéséhez milyen tulajdonságú agyagra van szükségünk, és miképp viselkedik a tárgyak szárításakor és az égetésekor. Agyagok szárításáról Grofcsik 1956. munkájában olvashatunk részletesen.

Fazekasok által használt agyagok

Egy fazekas számára az számít agyagnak, amiből edényt tud készíteni.

Vannak olyan agyagok, amelyek bár képlékenyek, mégsem készíthetünk belőlük korongon edényt. Képlékenységről részletesen Grofcsik (1956) és

Gebauer (1985) számol be. A fazekasok által a korongozás során az agyagtól elvárt tulajdonságokról Gebauer (1985) ír. Olyan agyagok is léteznek, amelyekből önmagukban semmilyen történeti formázási módszerrel nem lehet edényt készíteni, csak akkor, ha soványítják. Az ilyen agyagok önmagukban száradás közben olyan nagymértékben zsugorodnak, hogy szétrepednek. Minden javítási kísérlet ellenére kisebb-nagyobb darabokra szétörnek. Képlékenység szempontjából az ilyen agyag túl kövér. A kerámiaiparban ez száradási érzékenység néven ismert jelenség (Grofcsik 1956). Azonban, ha az ilyen agyagot megfelelő mértékben soványítjuk, akkor kerámia készítésre használható agyagot állíthatunk elő belőle. (Grofcsik i.m., sőt ezt már az első magyar nyelvű könyvben említi Wartha (1892)) Az agyagok képlékenységéről, illetve a „kövér” és „sovány” agyagokról a kerámikus szemével a leghasználhatóbb leírás Végh (1967) könyvében szerepel. Ugyanitt az agyag képlékenysége és a száradás közben megfigyelhető sajátosságok összefüggéséről is részletesen olvashatunk.

Kerámia készítés céljára használható agyagok nem használhatóak egyformán jól bármilyen formázási technikához. A néprajz és a mai kerámia ipar is megkülönböztet különböző célra alkalmas agyagokat. A néprajzban használatos a tálas- és korsós agyag szerinti felosztás (Igaz & Kresz 1965), bár forma szerinti csoportosítás, de a megfelelő tárgy készítésére alkalmas agyagok alapján végső soron ez is valójában képlékenység szerinti csoportosítás. (ld. később a képlékenységről fazekas szemmel). Az iparban a felhasználás célja alapján különböző tulajdonságú (és képlékenységű) agyagokat különböztetnek meg: pl. téglagyag (Tamás 1982. 390), finomkerámiai agyag (Tamás 1982. 773), öntőmassza (Tamás 1982. 868), korongos agyag (Csupor 1998. 17.) stb.

A leírtakból az következik, hogy ha egy lelőhely környezetében talált agyagot értékelünk, akkor fontos megvizsgálni, hogy az általunk feltételezett nyersanyag (önmagában) egyáltalán alkalmas-e bármilyen kerámia tárgy készítésére. (Mentes-e a száradási érzékenység hibától.) Továbbá kérdés, hogy lehet-e belőle az edényen mutakozó jelekből kikövetkeztethető formázási móddal edényt készíteni.

A fazekas agyagok tulajdonságai frissen (vízzel való keverés után) egészen mások, mint több napi pihentetés után. Ekkor az agyag érzékelhetően jobban alakíthatóvá válik. A fazekasoknál hagyományosan, és a kerámia iparban a mai napig bevett eljárás az agyag pihentetése.

A fentieket hasznosítva esetünkben a Dressel 6B amphorák kapcsán arra voltunk kíváncsiak, hogy lehet-e gyorskorongon nagyméretű edényeket készíteni az adott helyen rendelkezésre álló

agyagból. (A gyorskorong régészeti kifejezés, azonos a kerámikusok által fazekaskorong néven említett eszközzel.)

Az agyagok képlékenysége

Az agyagok képlékenysége kiemelten fontos tulajdonság a kerámia készítésnél. A képlékenység azt jelenti, hogy az anyag kis erő hatására megváltoztatja az alakját, és ez az alakváltozás maradandó. Egy adott agyag képlékenységét sok minden befolyásolja: a szemcsék alakja, az uralkodó szemcse méret (fajlagos felület), nedvességtartalom, hőmérséklet, nyomás, az agyagban levő szerves anyagok.

Az agyagokat a gyakorlatban képlékenység szempontjából „kövér” és „sovány” agyagok csoportjába sorolhatjuk. A valóságban a szélsőségesen kövér és szélsőségesen sovány agyag között sok fokozat létezik. A különböző mértékben képlékeny agyagok más-más célra használhatóak.

A különböző képlékenységű agyagok tulajdonságai jól megfogalmazhatóak az agyag felhasználhatósága szempontjából. Ez alapján a kövér agyagok jobban formázhatóak, képlékenyebbek, mégis bizonyos tulajdonságai hátrányosak a készítés későbbi fázisaiban (száradás és égetés során). Ezért gyakorlati jelentősége van a képlékenység csökkentésének (Véninger In press/a)

A sovány agyagok kevésbé képlékenyek, mégis a teljes készítési sort tekintve gyakran (de nem minden műveleti fázisban) előnyösebbek a kövér agyagoknál. Ezek az agyagok gyorsabban, kevesebb hibával (repedés, vetemedés) száríthatók, és égethetők.

Nagyméretű edények korongozására alkalmas agyagok

Ezeknek az agyagoknak a közös jellemzője, hogy mindig sovány agyagok. Régészeti szempontból nem tűnik egyértelműnek, ezért fontos hangsúlyozni, hogy ezek lehetnek finom szemcsés agyagok is. Vagyis nem feltétlenül tartalmaznak látható, vagy kitapintható méretű törmelék szemcséket. A fazekasok készítés közbeni tapasztalatai ezen a ponton jelentősen eltérnek a hagyományos régészeti leíró nyelvezettől. Régészeti szempontból az olyan kerámia, ami nem tartalmaz szemmel látható szemcséket, az „jól iszapolt” agyagból készült kerámia. Ezzel ellentétben, azok a tárgyak, amelyek sok, szemmel látható szemcséket tartalmaznak, azok „soványított agyagból” készültek.

Kerámia technológia szempontjából az iszapolás az agyag előkészítésének egyik lehetséges művelete. (Iszapolásról részletesen Gebauer 1985. 29–32. munkájában olvashatunk.) Kerámia készítés szempontjából nem értelmezhető a régészek által használt „jól” vagy esetleg „rosszul” iszapolt agyag

szóhasználat, mert ez valójában az agyagban levő szemcsék jellemzésére szolgál. Olyan agyag is lehet sovány, amit nem kever a fazekas durva szemcsés soványító anyaggal. Az ilyen agyag a természetben már sovány agyagként található. A benne található, finoman eloszlott kőzet- vagy ásványtörmelék (pl. mészkő, kvarcliszt stb.) okozza a képlékenység csökkenését. (Az agyag előkészítés történeti módszereiről Véninger 2013. ír.)

A kövér agyagok igen sajátosan viselkednek akkor, ha megpróbálunk belőlük nagyméretű edényt korongozni. A korongozás egyik fontos lépése a „felhúzás”, aminek a célja a készülő edény magasztása. Ez azt jelenti, hogy a fazekas a korongon forgó félkész edényt megfogja az egyik kezével belül, a másik kezével kívül úgy, hogy vékonyabbra szorítja az agyagot, mint amilyen a jelenlegi falvastagsága. Az edény aljától lassan felfelé haladva fokozatosan vékonyítja az edény falát. Ha a fazekas ezt a műveletet jól végzi el, akkor az edény a forgó korongon fokozatosan egyre magasabbá válik. (A korongozás folyamatáról részletesen Csupor 1998 ír.) Ha az agyag kövér, akkor azt tapasztaljuk, hogy megfelelő mozdulat esetén sem lesz magasabb az edény. A falvastagság pedig nem lesz vékonyabb. Fazekas nyelven szólva az ilyen agyag nem „engedelmes”. Kővér agyagból csak nagy nehézségek árán lehet nagyméretű edényt készíteni. Ha mégis sikerül, akkor az vastag falú lesz. Átlagos falvastagságnak kb. 5 mm-t tekintünk. Természetesen nagyméretű edények rendszerint vastagabb falúak, a kisebbek pedig vékonyabbak. Egy kövér agyagból készült edény falvastagsága könnyen lehet, hogy közel kétszerese annak, mint amilyen sovány agyagból lenne.

Az előbbi jelenséghez kapcsolódó elvárás a nagyméretű edények korongozásánál, hogy korongozás közben az edény ne deformálódjon, ne rogyjon össze. A kövér agyag gyöngye, könnyen összerogyik (ld. Kiss 1964). Ez nagyon hétköznapi kijelentésnek tűnik, de nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy az agyag nedvesen nem szilárd, hanem kolloidként viselkedő anyag. Benne nagyon kisméretű szilárd agyagásvány szemcsék vannak eloszlata vízben. Szilárd és folyékony halmazállapot keveréke ebben a kolloid mérettartományban új tulajdonságok megjelenését eredményezi. Az agyag a saját tömegétől könnyen meghajlik, deformálódik. A sovány agyagok nagyobb tömeget képesek formázás közben megtartani, mint a kövér agyagok. A nagyméretű edények könnyebben összerogyanak, mint a vastag falú-, vagy a kisméretű edények.

A nagyméretű edényeknél további elvárás, hogy ne tartalmazzon az agyag túlságosan nagyméretű törmelék szemcséket, akár soványító anyagként, akár természetes előfordulásként. Ha a soványító anyag mérete összevethető az edény falvastagságával, akkor a durva szemcsék körül

száradáskor gyakran megrepedő agyag miatt az edény valószínűleg kevésbé lenne víz (olaj) záró. Van még egy feltétel, ami nem kapcsolódik a korongozáshoz: az agyag ne tartalmazzon darabos meszet. (Ez szemmel látható méretű, de akár egy mm-nél kisebb mészre is vonatkozik.) Ugyanis égetés után a karbonátos törmelékek jelenléte egy jellegzetes, mészkukacnak nevezett hibát okoz, amiről még később szó lesz (pl. Picon 2002).

Vizsgálati módszer

Ismeretlen agyag formázhatóságának vizsgálata

Jogosan merül fel az a kérdés, hogy milyen módon lehet megvizsgálni azt, hogy egy agyag milyen formázási móddal alakítható? Ideális lenne egy olcsó, gyors vizsgálati módszer. Sajnos a kerámia ipar a mai napig nem ismer olyan vizsgálatot, amivel előzetesen meg lehetne biztosan állapítani, hogy egy agyag pontosan mire lesz használható. Az agyag bizonyos tulajdonságaira létezik csak előzetes vizsgálat. Egyetlen biztos módszer van: el kell készíteni azokat a tárgyakat, amiket ebből az agyagból a későbbiekben szeretnénk gyártani. Fontos hangsúlyozni, hogy nem elég csak a formázásra koncentrálni. Végig kell csinálni a teljes technológiai sort. Ennek az az oka, hogy a szárítás és az égetés során is keletkezhetnek olyan hibák, amelyek az agyag tulajdonságaira vezethetőek vissza. Régészeti szempontból ez azt jelenti, hogy ha a kerámia-technológiára vonatkozó információkra is kíváncsiak vagyunk, akkor nem elég a vékonycsiszolat készítéséhez szükséges néhány cm³-es téglatesteket elkészíteni. Ennél tovább kell lépni. Ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy agyag alkalmas-e nagyméretű edény készítésére, akkor nem elegendő próbaként egy kisméretű „makettet” készíteni. Lehetőleg végleges méretben és formában kell dolgoznunk, sőt a kész tárgyig el kell jutnunk, hogy a szárítás- és égetés tapasztalataival is számolhassunk.

A szóba jövő alapanyagok (agyagok) korongozhatóságának vizsgálatához egyrészt az szükséges, hogy az amphora készítés teljes technológiai sorának ismeretében átgondoljuk, hogy milyen tulajdonságú agyagra van szükség. Nem elég pusztán a formázás szempontjaira figyelni. Mivel a történeti kerámia technológiában járatos szakemberek, anyagvizsgálatot végző geológusok és régészek együttműködése igen eredményes, ezért talán nem haszontalan ezeknek a szempontoknak a részletezése.

Korongozhatósági vizsgálatot végző személy

Ma már természetes, hogy a műtárgyokról a restaurátorok is véleményt mondanak. Ugyanígy érdemes egy régészeti lelőhelyen talált agyag korongozhatóságának vizsgálatát olyan szakemberre bízni, akinek nem csak a mai (gyárilag előkészített) agyagokkal van tapasztalata. A

kerámia történetében ugyanis gyakori, hogy a ma megszokott fazekasanyagoktól jelentősen eltérő tulajdonságú agyagokból dolgoztak a fazekasok. Elképzelhető, hogy egy nagyon sovány agyag használhatatlannak tűnhet egy mai agyaghoz szokott ember számára. Ugyanakkor a megszokottól eltérő, más ritmusú korongozásnál, vagy más fogások (kéztartás, mozdulat sebessége, korong sebessége, hányszor ismétlődik a felhúzás stb.) használata esetén problémamentesen lehet belőle korongozni.

Agyag előkészítése

A természetben talált agyagokat rendszerint valamilyen módon elő kell készíteni ahhoz, hogy a fazekas dolgozni tudjon belőle. Általában az agyagot szárazabb állapotban találjuk annál, mint ami ideális a munkához. Ezért nedvesíteni kell vagy feláztatni. Az agyagok feláztatásáról technológiai szempontból jó leírást találunk Gebauer (1985) munkájában. Az agyag tartalmazhat különböző szennyezőanyagokat (kavicsokat, darabos meszet, növényi törmelékeket stb.), amelyeket el kell távolítanunk belőle. Az agyag előkészítéséhez tartozó művelet az agyagok soványítása, illetve két (vagy több) agyag egymással való keverése is (Petrik 1914). Önmagában túl kövér agyag keverésére más agyaggal hódmezővásárhelyi fazekasoknál Kiss (1964) hoz példát.

Agyagok keverése

Kétféle agyag összekeverésére többféle módszer is létezik.

Legegyszerűbb, ha képlékeny állapotban összegyúrjuk a két agyagot. Ennek technikájáról, vagyis az agyag gyúrásáról: Csopor (1998) munkájában olvashatunk. Ebben az esetben nem mindig sikerül teljesen homogenizálnunk az agyagot.

A fentínél homogénebb keveréket kapunk, ha a kétféle agyag porát szárazon összekeverjük, és viszonylag sok vízzel felöntve állni hagyjuk. Majd, amikor buborékok formájában már az összes levegő távozott az agyagból, összekeverjük. A felesleges vizet ezután ki kell vonni az agyagból. Ez történhet párologtatással, de a kísérlet során ennél gyorsabb módszert használtam: egy gipszlapra öntöttem az agyagkeveréket.

A flissel és terra rossával végzett anyagkísérletek

A Dr. 6B amphorák esetében a petrográfiai vizsgálatok azt mutatják, hogy a szóba jöhető fő plasztikus nyersanyaguk a flis és a terra rossa (Mange & Bezeczyk 2007, Szakmány et al. 2013, Szakmány és Józsa in press, Józsa et al. 2016., ebben a kötetben). Ezért munkám során Szakmány György és Józsa Sándor által Isztria területéről

származó, terepen gyűjtött flis és terra rossát használtam fel a kísérletekhez. Terra rossa mintaszám: IST-7a, flis mintaszám: IST-31c. A kapott nyersanyagok szárazak voltak, ezért elő kellett készíteni (gyúrható állapotúvá kellett tennem) a vizsgálatához. A flis morzsolható állagú volt, és kevés víz hozzáadásával gyorsan és könnyedén képlékennyé vált. A terra rossa minta egy összeállt tömb volt, ezért azt előbb kalapáccsal kisebb darabokra törtem, majd beáztattam. A száraz agyagok oldásánál fontos, hogy ne keverjük addig a szuszpenziót, amíg az oldódás tart. Természetesen az agyag kolloid rendszer, tehát kémiai értelemben nem keletkezik valódi oldat, csak az agyag és a víz keveredik egymással. Egyik nyersanyagban sem találtam sem kavicsot, sem növényi részeket, sem kagylókat, sem más egyéb olyan szennyezést, ami korongozásnál problémát okozhat. A képlékennyé vált agyagot átgyúrtam, hogy homogén legyen a nedvességtartalma. Ezután zacskóba zárva pihentettem néhány napot. A pihentetés fontos, mert a frissen feláztatott agyag másképp viselkedik megmunkálás során. Az adott agyagra valóban jellemző tulajdonságok csak a pihentetés után jelennek meg.

A korongozhatósági vizsgálatnak szigorúan vett értelemben nem része a szárítás és az égetés. De mindkét technológiai művelet szolgálhat hasznos információkkal, ezért érdemes ezeket is elvégezni. A szárítás szabad levegőn történt, nem alkalmaztam mesterséges hőt.

Az égetés során csak arra voltam kíváncsi, hogy keletkezik-e mézskukac. (A meszet is tartalmazó flisnél ez egy fontos információ.) Ennek vizsgálatánál csak az fontos, hogy az agyagból égetett kerámia keletkezzen (lehetőleg oxidáló atmoszférában), ezért nem volt szükséges korhú módon, fatüzelésű kemencében égetni. Az égetés körülményei tág határok között változhatnak. Ebben az esetben egyedi gyártású, kisméretű elektromos kemencében történt. Az égetés maximális hőmérséklete 960°C volt, a felfűtés teljes ideje kb. 4 óra, a lehűlési idő kb. 6 óra volt. Megjegyzem, hogy az elektromos kemencében égetett kerámiák színe minden esetben eltér a fatüzelésű kemencében égetett kerámiáktól, ezért a kerámia színe csak tájékoztató jellegű információnak tekinthető.

Flis és terra rossa különböző arányú keverékét is elkészítettem és, kiégettem Józsa Sándor kérésére további vizsgálatok (vékonycsiszolatok) elvégzése céljából. Ennek során három, téglatest formájú mintát készítettem, amelyek a következő arányú agyagkeverékeket tartalmazták: 10% terra rossa 90% flis, 20% t. r. 80% f. és 30% t. r. 70% f. (A tömegszázalék a száraz agyagra vonatkozik.)

A korongozási próba során kb. 0,5 cm vastag falú edényeket készítettem. Ez ma átlagosnak számít, de

a római amphorák falánál vékonyabb. Az agyagra jellemző hibák, sajátosságok ilyen falvastagságnál jól érzékelhetőek. (Például, hogy mennyire hajlamos összerogyni az agyagból készült edény.)

Eredmények

Terra rossa korongozhatósági vizsgálatának eredménye

Az isztriai amphorákat olyan helyen készítették, ahol a talajt nagy vastagságban terra rossa alkotja. Ezért eredetileg igen logikus volt az a feltételezés, hogy az amphorák készítésére felhasznált agyag elsősorban a terra rossa (Mange & Bezeczky 2007).

A korongozási kísérleteknél azonban az derült ki, hogy önmagában a terra rossa nagyon kövér agyag. Ennek következtében nem lehet belőle nagyméretű edényt korongozni. Kb. 20 cm körüli magasságnál az agyagot már nem lehet magasabbra húzni. Fazekas nyelven szólva az agyag nem „engedelmes”.

További probléma, hogy a terra rossának – mivel kövér agyag – nagy a száradási zsugorodása, ezért a belőle készült tárgyak csak óvatosan (lassan) száríthatóak.



4. ábra: Terra rossából készült edénypróba a korongon. (Fotó: Véninger Péter)

Fig. 4.: Pot test made of Terra rossa. (Photo: Péter Véninger)



5. ábra: Flisből készült edénypróba a korongon. (Fotó: Véninger Péter)

Fig. 5.: Pot test made of flysch. (Photo: Péter Véninger)

A terra rossából készült tárgyak szárazon meglehetősen kemények, és viszonylag tömörek. Égetés közben ez a tömör szerkezet nem túl előnyös, mert az agyagban levő víz nehezebben távozik el. Ezért a terra rossából készült edények csak lassan égethetőek, vagyis a felfűtés sebessége lassú kell legyen. Ugyanakkor a kiégetett kerámia kemény, szívós, vagyis jó minőségű. Elektromos kemencében égetve intenzív vörös színű lett a cserép. Fatüzelésű kemencében hasonló, de kevésbé élénk vörös színűre éghet. Mivel mészmentes agyagról van szó, ezért a sárga szín égetéssel nem hozható létre. Redukciós atmoszférában égetve barna, szürke vagy fekete színű lehet. (4. ábra)

Összefoglalva, a fentiek alapján a terra rossa nem alkalmas nagyméretű edények korongozására, mert túl kövér agyag. Ha az amphora készítő műhelyben ezt valamilyen módon alapanyagként felhasználták, akkor jóval soványabbá kellett tenni. Erre két lehetőség van: vagy valamilyen soványító anyagot adtak hozzá, vagy sovány agyaggal keverték össze.

A flis korongozhatósági vizsgálatának eredménye

A flis könnyen feláztható agyag. (Az agyagok feláztatásáról technológiai szempontból további részletek még: Gebauer 1985) Viszonylag kicsi a száradási zsugorodása, ami a készítendő tárgyak szempontjából előnyös, vagyis a belőle készült tárgyak szárítása nem problémás. A flis lazább

szerkezete miatt az égetés során viszonylag kevés selejt várható. (Ha nincs egyéb probléma az agyaggal, pl. nem tartalmaz darabos meszet.)

A tiszta flis korongozás közben a nagyon sovány agyagokra jellemző tulajdonságokat mutatta. Vagyis korongozás közben azt tapasztaltam, hogy hajlamos arra, hogy hirtelen hosszabb szakaszon megreped, és teljes keresztmetszetében átszakad az edény fala; vagyis hasadásra hajlamos.

Ezért lassú, óvatos tempóban lehet csak korongozni belőle. Semmilyen gyors vagy erőteljes alakítást nem szabad végezni korongozás közben. Ha sikerül eltalálni a megfelelő ritmust, akkor ez a flis „engedelmesen” alakul. A sovány agyag magasabbra húzható fel, mint a kövér agyag. A fentiekből következően a flis önmagában is alkalmas nagyméretű (40 cm magas) edény korongozására. Ez a méret jó összhangban van azzal, hogy a Dressel 6B amphorák testét 2 vagy 3 részből rakták össze (ld. korábban, illetve az amphorák méreténél is). Mivel sovány agyag, ezért gyorsan is szárítható. Minden bizonnyal jól viseli a gyors tempójú égetést, ami a gyártás szempontjából előnyös. Égetés után megfelelő minőségű (szilárdságú), porózus kerámiát kaptam. A kiégetett mintadarab a terra rossához képest fakóbb színű (**5. ábra**).

Mivel a flis mésztartalmú agyag, ezért fatüzelésű kemencében bármely színre égethető, vagyis vörösre, sárgára, barnára, szürkére és akár feketére is.

Terra rossa és flis keveréke

Habár a flis önmagában is alkalmas nagyméretű edény korongozására, valószínűsíthetően a tulajdonságai jelentősen javulnak (a korongozás közben tapasztalt szakadosság csökken), ha valamennyi terra rossával keverjük, de erre vonatkozólag a két agyag különböző arányú keverékével nem végeztünk korongozhatósági vizsgálatot. Ezt a többféle arányú flis/terra rossa keverékével lenne érdemes elvégezni, ehhez azonban egyelőre nem rendelkezünk elegendő mennyiségű anyaggal. Így ezt a kutatásunk egy későbbi fázisában tervezzük elvégezni. Ehhez előzetesen megvizsgáltuk, hogy a terra rossa és a flis feláztatása közben hogy viselkedik, és a következőt tapasztaltam: a terra rossa lassan ázik fel, és a híg szuszpenzióban kis szemcsék tapinthatóak ki. A flis ellenben gyorsan szétázik, és nincsenek benne érzékelhető szemcsék. A két agyagból készült homogénnek tűnő keverékből készült vékonycsiszolatban a terra rossa szemcséi jól láthatóak.

Szárítás és égetés tapasztalatai

Vizsgálatunk fő témája az, hogy ezek az agyagok külön, vagy együtt alkalmasak-e nagyméretű edény

korongozására. Megállapítottuk, hogy a flis kevés terra rossával feljavítva adja a leginkább megfelelő alapanyagot. Ez az eredmény egybe vág a geológusok vizsgálatával. A teljes technológiai sort kell figyelni, nem elég csak egy lépésre (a korongozásra) koncentrálni. A nagy munkával elkészített amphorák szárítása és égetése a készítésnek fontos és kényes művelete. Mindkettő olyan technológiai lépés, ahol sok selejt keletkezhet. A szárításnak és az égetésnek a menete pedig összefügg az agyag képlékenységgel, ezért erre vonatkozóan is kapunk adatokat az agyag vizsgálatával. Korábban szó volt arról, hogy a sovány agyagok kevesebb kockázattal, gyorsabban száríthatóak, és égethetőek, mint a kövér agyagok. Van még egy fontos szempont, amiről eddig még nem volt szó részletesen: az agyagban levő mész (karbonát) szerepéről.

A terra rossáról ismert, hogy mészmentes agyagfajta, ellenben a flis gyakran, fajtájától függően, több vagy kevesebb, gyakran sok finom szemcsés karbonátot tartalmaz. (Szakmány & Józsa in press, Józsa et al. 2016 ebben a kötetben.) A durva meszet tartalmazó agyagokra jellemző a „mészkukac” nevű hiba, erről részletesen Kiss 1964 könyvének 305. oldalán olvashatunk. Ez a hiba képes akár teljesen tönkretenni a már kész kerámiát. Ez látszólag az égetés hibája, de valójában az alapanyagé. Érdemes megvizsgálni, hogy milyen a mész szerepe az agyagban. Az itt leírtak a porózus (kb. 1000 fokig égetett) kerámiákra vonatkoznak.

Az agyagban levő mész vizsgálatánál nem csak a mész százalékos mennyisége a lényeges. Legalább ilyen fontos, ha nem fontosabb a szemcseméret. Ugyanis egészen máshogyan viselkedik a finom- és a durva szemcsés mész az agyagban.

A nagyon finom szemcsés mész az agyagban egyfajta töltőanyagként működik. Csökkenti a képlékenységet, vagyis egyfajta soványító anyagnak tekinthető, ami már eleve benne van az agyagban. Természetesen csökkenti a száradási zsugorodást. (Gebauer 1985) A sovány agyagok pedig gyorsabban száríthatóak és égethetőek, mint a kövérek. Ez a gyártás szempontjából nem csak azért előnyös, mert hamarabb elkészíthetőek a tárgyak, hanem azért is, mert jelentősen kevesebb selejt keletkezik szárítás és égetés során ha sovány agyagból dolgozunk.

Egészen más hatása van annak, ha durvább szemcséjű mész van az agyagban. A már nagyobb (vagyis szemmel látható méretű) mész szemcsék képesek hibát okozni égetés után a kész kerámiában. Ez a (ma mészkukacnak nevezett) hiba régészeti leleteken ugyanúgy előfordul, mint néprajzi kerámián. A mai kerámiakészítők is ismerik. A hiba sajátossága, hogy nem feltétlenül jelentkezik azonnal égetés után. Időjárástól (relatív páratartalomtól) függően hosszabb-rövidebb idő

eltelte után jelenik meg. (Nyári kánikulában ez több hónap is lehet, de egy hűvös őszi napon akár egy nap után is.) Ugyanakkor történeti technológiában ismert volt egy eljárás, amivel a mészkukac megjelenése megelőzhető: a kemencéből kivették a frissen kiégetett kerámia tárgyakat, és vízbe merítették. Erről a köztudatban kevésbé ismert eljárásról Möller (1818) a következőket írja: „Ha a téglák az első égetés után vízbe tételnek, és ismét kiégettetnek, különös jók és tartósok fognak lenni.” Azonban a forrás nem fejt ki, hogy pontosan miért tették ezt. De feltételezhető, hogy a mészkukac megelőzését szolgálta az áztatás. A szöveg hangsúlyozza a tartósságot. A mészkukac megelőzésének nem része az újraégetés. Az újraégetés során valóban hihető, hogy jobb minőségűvé válik a téglák. Ennek hatására a kerámiában még oltott mész formájában jelen levő mész kioldódott a kerámiából. Ugyanennél az eljárásnál a kerámiában levő finom szemcsés égetett mész szintén kioldódik. Ennek eredménye, hogy a kerámia porózusabbá, vagyis kisebb térfogatsúlyúvá válik, és a cserép szerkezete kis mértékben, de kimutathatóan megváltozik.

Eredmények összesítése

Az Isztriai-félsziget déli részén, Fažanában gyártott Dressel 6B típusú amphorák készítés-technikai vizsgálatainak során kiderült, hogy a helyben található terra rossa alkalmas ugyan arra, hogy gyorskorongon edényt készítsünk belőle, de nem alkalmas arra, hogy nagyméretű amphorát korongozzunk belőle. Az Isztria északi részén nagy mennyiségben előforduló flis azonban alkalmas nagyméretű edények korongozására. A két nyersanyag keveréke (sok flis, kevés terra rossával keverve) elméletileg alkalmas lehet nem csak nagyméretű, hanem vékony falú edények korongozására is. Ezek a tapasztalatok egybevágóak az ókori amphorákból készült vékonycsiszolatok és a tiszta (égetett) flis és terra rossa vékonycsiszolatainak összehasonlító vizsgálatának eredményével.

Bízom abban, hogy később más vizsgálatoknál is hasznos támpontot nyújthatnak az itt leírt ismeretek.

Irodalom

- BEZECZKY, T. (2016): Az isztriai olívaolaj gyártás és a Laecanius amphorák. *Archeometriai Műhely* **13/2** 69–94 (ebben a kötetben).
- CSUPOR, I. & CSUPORNÉ, ANGYAL Zs. (1998): *Fazekaskönyv*. Mező Gazda Kiadó, Budapest, 187 pp.
- GEBAUER, W. (1985): *Kézműipari kerámia*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 187 pp.
- GROFCSIK, J. (1956): *A kerámia elméleti alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 735 pp.

IGAZ, M. & KRESZ, M. (1965): Népi cserépedényedek szakterminológiája. *Néprajzi Értesítő* **47** 87–131. Interneten:

http://www.neprajz.hu/neprajzi_ertesito/1965.PDF

JÓZSA, S., SAUER, R., SZAKMÁNY, Gy. & WEISZBURG, T. (1994): Mineralogisch petrografische Untersuchungen. In: BEZECZKY, T. (ed.) Amphorenfunde vom Magdalensberg und aus Pannonien, Ein Vergleich. *Archäologische Forschungen zu den Grabungen auf dem Magdalensberg*, Klagenfurt **12** 143–166.

JÓZSA, S. & SZAKMÁNY, Gy. (1987): Petrology. In: BEZECZKY, T. (ed.) Roman Amphorae from the Amber Route in Western Pannonia. *British Archaeological Reports International Series* Oxford, **386** 103–124.

JÓZSA, S., SZAKMÁNY, Gy., OBBÁGY, G., BENDŐ, Zs. & TAUBALD, H. (2016): A Laecanius amphorák archeometriája. *Archeometriai Műhely* **13/2** 95–130. (ebben a kötetben).

KISS L. (1964): *Vásárhelyi kistükör*. Magvető Kiadó, Budapest, 735 pp.

MANGE, M. & BEZECZKY, T. (2007): The provenance of paste and temper in Roman amphorae from the Istrian Peninsula, Croatia. In: MANGE, M., WRIGHT, D. T. (eds.), Heavy Minerals in Use. *Developments in Sedimentology* **58** 1007–1033.

MÖLLER J. (1818): *Az Európai Manufaktúrák' és Fabrikák Mesterség Míveik*. (Hasonmás kiadás 1984.) Állami Könyvterjesztő Vállalat, Budapest, 470 pp.

OBBÁGY, G., JÓZSA, S., SZAKMÁNY, Gy., BENDŐ, Zs. & BEZECZKY, T. (2014): Isztriai amphorák nyersanyagainak nehézasvány-vizsgálati eredményei. *Gesta* **13** 39–58.

PETRIK, L. (1914): *Az agyagiparos*. Korvin Testvérek Vállalati Kiadása, Budapest, 216 pp.

PICON, M. (2002): Les modes de cuisson, les pâtes et les vernis de la Graufesenque: une mise au point. In: GENIN, M. & VERNHET, A. eds., Céramiques de la Graufesenque et autres productions d'époque romaine. Nouvelles recherches. Hommages à Bettina Hoffmann. *Archéologie et Histoire Romaine* **7** 139–163.

SZAKMÁNY Gy., JÓZSA S. & BEZECZKY T. (2013): Provenance and technology of Fažana Amphora Workshop: a case study of Laecanii and Imperial amphorae. In: PIOVESAN, R., MARITAN, L. & GRIFFA, C. (eds.), *Abstract of EMAC 2013*, 12th European Meeting on Ancient Ceramics, Padova, Italy, 19-21 September 2013, 64.

SZAKMÁNY, Gy. & JÓZSA, S. (in press): Micropetrography of the Fažana amphorae. In:

BEZECZKY T. (ed.) Amphora research in Castrum villa on Brijuni Island. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

TAMÁS, F. szerk., (1982): *Szilikátipari kézikönyv*. Műszaki Kiadó, Budapest, 1000 pp.

VÉGH S. (1967): *Nemércek földtana*. Tankönyvkiadó, Budapest, 283 pp.

VÉNINGER P. (in press/a): Soványító anyagok erősségének mérése. Az agyag képlékenysége és a formázási eljárások közötti összefüggések vizsgálata. In: PETKES Zs. szerk. *Hadak Útján XX*. Népvándorlaskor Fiatal Kutatóinak XX.

Összejövetelének konferenciakötete. Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Örökségvédelmi Központja, 375–393.

VÉNINGER P. (in press/b) Egy fazekasműhely feltárásán milyen alapanyagok, eszközök és szerszámok kerülhetnek elő? In: Perémi Ágota Szerk. *Népvándorlaskor Fiatal Kutatóinak XXIII*. Összejövetelének konferenciakötete. (Megjelenés alatt.)

WARTHA V.: (1892): *Az agyagipar technológiája*. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 240 pp.

KÖZLEMÉNYEK

*

The FIXLAB facilities

- **Budapest Neutron Centre – BNC** (Budapest, Hungary) with access to various neutron-based instruments to investigate elemental and structural composition
<http://www.bnc.hu/>
- **ATOMKI-HAS** nuclear microprobe (Debrecen, Hungary) for high spatial resolution measurements of samples with a focused ion beam
<https://www.atomki.hu/>
- **AGLAE** ion beam accelerator at **C2RMF** (Paris, France), providing elemental analysis with an external ion beam for whole art objects
<http://en.c2rmf.fr/>
- **IPANEMA**, the platform for ancient material research at synchrotron **SOLEIL** (Gif-sur-Yvette, France) for X-ray, UV-visible and FTIR synchrotron methods
<http://www.synchrotron-soleil.fr/>

Expected users:

- *archaeologists, museologists* who are interested in **characterisation** of Cultural Heritage objects for **provenance studies**
- *conservation scientists* who wish to characterise **micro-details** of altered or unaltered materials to prevent further damages

Calls are published twice a year (in June & December) with an application deadline: **1st October** and **1st April**, respectively. Application forms can be downloaded from http://www.bnc.hu/?q=IPERION_CH

The submitted proposals are evaluated by an international Peer Review Panel. Travel, subsistence and beamtime fee support are available for successful applicants.

Our team looks forward to receive your proposal!



IPERION CH





Integrated Platform for European Research Infrastructure on Cultural Heritage

IPERION CH is an EU-funded integrating activity project carried out in the **Horizon 2020 Capacities Specific Programme "Research Infrastructures"**.

The project provides transnational access to most advanced scientific instrumentation and knowledge allowing scientists, conservators-restorers and curators to enhance their research at the field forefront. Specialists from arts and natural sciences design new instrumentations, set-up methodologies and develop the most promising technological applications and sustainable solutions to improve diagnostics and monitoring. New extended cooperation among European infrastructures paves the way towards expanding the harmonization of best practices in studies and conservation.

IPERION CH is a **consortium of 23 partners** (universities, museums, research centres and institutions) each are centres of excellence in cultural heritage science.

Amongst other activities, IPERION CH supports users from all institutions of the EU member and associated countries for their transnational access to medium and large-scale facilities in Hungary and France in **FIXLAB** platform. Both single- and multiple facility campaigns are available.

<http://www.iperionch.eu/trans-national-access>



Centre for Energy Research,
Hungarian Academy of Sciences



Wigner Research Centre for Physics,
Hungarian Academy of Sciences



BNC User Welcome Desk:

Dr. Zsolt KASZTOVSZKY kasztovszky.zsolt@energia.mta.hu

Katalin PÁNCZÉL-BAJNOK bajnok.katalin@wigner.mta.hu

PROMPT GAMMA ACTIVATION ANALYSIS (PGAA)



- Non-invasive measurement of the bulk elemental composition (Majors and traces)
- Object: min. 0.1g, 0.5-10 cm solid or liquid
- Contact: **Dr. Zsolt Kasztovszky**
kasztovszky.zsolt@energia.mta.hu

NON-DESTRUCTIVE METHODS AVAILABLE AT BNC FIXLAB

<http://www.bnc.hu/>

PROMPT GAMMA ACTIVATION IMAGING (NIPS-NORMA)



- Non-invasive bulk elemental composition combined with imaging (elemental map)
- Object: min. 1g, 5-20 cm solid or liquid
- Contact: **Dr. László Szentmiklósi**
szentmiklosi.laszlo@energia.mta.hu

NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS (NAA)



- 5-20 / 50-200 mg sample required for short / long irradiation
- Sensitive to many trace elements (Na-U)
- Contact: **Dénes Párkányi**
parkanyi.denes@energia.mta.hu

NEUTRON AND X-RAY RADIOGRAPHY (RAD)



- 2D or 3D imaging
- visualisation of structural or compositional differences
- 70-250 µm spatial resolution
- Object: max. 5 kg, 20 cm for 3D
- Contact: **Dr. Zoltán Kis**
kis.zoltan@energia.mta.hu

EXTERNAL MILLI-BEAM PIXE (PIXE)



- Non-invasive near-surface elemental analysis of objects (Al-U)
- Beam size: 1 mm
- Large objects can be measured
- Contact person: **Dr. Imre Kovács**
kovacs.imre@wigner.mta.hu

TIME-OF-FLIGHT NEUTRON DIFFRACTION (TOF)



- Non-invasive structure and phase analysis
- Large objects can be measured
- Contact person: **György Káli**
kali.gyorgy@wigner.mta.hu

SMALL ANGLE NEUTRON SCATTERING (SANS)



- Non-invasive study of inhomogeneity, porosity, etc. in materials (1-100 nm)
- Large objects can be measured
- Contact person: **Dr. Adél Len**
len.adel@wigner.mta.hu



Press release

Amsterdam, 10.3.2016

Launching E-RIHS: a new way of approaching Heritage Science

How can we apply science to our heritage? What does Heritage Science mean? How can we better study and preserve our heritage? How can we help researchers work to advance knowledge about heritage and strategies for its preservation?

Knowledge and preservation of cultural and natural heritage have an extra supporter: the European Research Infrastructure on Heritage Science (E-RIHS), the only pan-European Research Infrastructure in the field of social and cultural innovation that has been accepted in the European Strategy Forum on Research Infrastructure (ESFRI) Roadmap 2016. The ESFRI Roadmap, which was launched in March 10th in Amsterdam, includes only the strategic research infrastructures that correspond to the long-term needs of the European research communities.

Heritage Science is a cross-cutting domain that embraces a wide range of research disciplines while supporting the various aspects of tangible heritage conservation, interpretation and management. E-RIHS connects researchers in the humanities and natural sciences and fosters a trans-disciplinary culture of exchange and cooperation while offering access to a wide range of cutting-edge facilities, high-level scientific instruments, methodologies, data and tools for advancing knowledge and innovation in the study and preservation of heritage.

E-RIHS brings together 18 countries as founding members, 10 potential international countries as supporting partners and over 80 institutions. It will be located at E-RIHS headquarters and national hubs, fixed and mobile national infrastructures of recognized excellence, physically accessible collections/archives and virtually accessible heritage data.

E-RIHS aims at enabling the cross-disciplinary community to advance heritage science and give global access to distributed infrastructures all over Europe in a coordinated way. The establishment of E-RIHS in Europe is a joint target pursued by several communities acknowledging the need of an integrated approach. E-RIHS is now working on assembling a worldwide network of affiliated partners and creating a global research infrastructure with the support of the intergovernmental organization ICCROM.

Further information

Luca Pezzati

email: luca.pezzati@cnr.it

E-RIHS website

www.e-rihs.eu

Új együttműködés kezdetei a Szöuli Egyetem és az MTA EK között

2016.09.26.-2016.09.30.

Szöul, Koreai Köztársaság

2016.09.26 és 09.30. között, Prof. Seonbok Yi (Dept. of Archaeology, Seoul National University) és Yong-Joo Jwa (Department of Geology, Gyeongsang National University) meghívására néhány napot töltöttem Szöulban. A 2016 nyarán Liparin rendezett I. Nemzetközi Obszidián Konferencián kötött ismeretség kapcsán a koreaiak meghívták Enzo Ferrarát (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, Torino) és engem. A kétnapos szakmai program laborlátogatásokból és egy „Recent Progress in Obsidian Provenance Research” c. mini szimpóziumból állt.

Az első nap először meglátogattuk Daejeonban a Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI) HANARO kutatóreaktorát. A reaktor jelenleg nem üzemel, 2016 végén tervezik az újraindítást. Itt rövid beszélgetés után az NAA labort, valamint a HNF mérőcsarnokot tekintettük meg.

A HANARO HNF csarnokában – többek között – SANS, Ultra-SANS, neutron reflektometriai, pordiffrakciós, háromtengelyű spektrometriai, neutron radiográfiai, mélységprofil Analitikai valamint egy fejlesztés alatt álló fókuszált PGAA mérőhely található. Az analitikai alkalmazások között nagy hangsúlyt fektetnek a különböző félvezető anyagok és technikák vizsgálatára, de a roncsolásmentes módszereket (PGAA) szeretnék alkalmazni a kulturális örökség tárgyi emlékeinek pld. obszidiánok vizsgálatára. Ez utóbbi témában, ill. a PGAA alkalmazásai terén a jövőben szeretnének együttműködni a budapesti PGAA laborral.

A második szakmai látogatás tárgya a szöuli Korea Basic Science Institute volt, itt különböző geológiai és környezet- és élelmiszerkutató programokban alkalmazott berendezéseket, elsősorban tömegspektrométereket – FT-ICR MS, LTQ-FT, HR-SIMS, LA-MC-ICP-MS – tekintettük meg.

A szakmai program második napján a Szöuli Egyetemen rendezett mini szimpóziumon három előadás hangzott el: Yong-Joo Jwa: A koreai obszidiánok proveniencia kutatásának aktuális kérdéseiről; Enzo Ferrara: „Magnetic granulometry as a sourcing characteristic of archaeological obsidian in the Mediterranean”; Kasztovszky Zsolt: „Applications of neutron methods in Cultural Heritage Research / Provenance study of Carpathian obsidians”. Az előadások közönsége főként MSc és PhD hallgatókból állt.

A látogatás során vendéglátóimmal többféle együttműködési lehetőséget vázoltunk fel: Perspektivikusnak tartjuk az együttműködést az obszidián kutatás terén (PGAA alkalmazhatóságának vizsgálata, a két PGAA berendezés összehasonlítása, összemérések, adatbázisok összehasonlítása). Általánosságban hasznos lehet a tapasztalatok cseréje a PGA analitika, mérés technika terén is. A további együttműködéshez pályázati keretet kell találni, erre egy lehetőség pld. a kétoldalú Tudományos és Technikai együttműködés, jelenleg azonban nem indítanak új pályázatot koreai-magyar relációban.

2016. október 11.

Kasztovszky Zsolt

MTA EK NAL



1. ábra: A képen (balról jobbra): Yong-Joo Jwa, Kasztovszky Zsolt, Enzo Ferrara és Seonbok Yi
Fig. 1.: On the picture, from left to right: Yong-Joo Jwa, Zsolt Kasztovszky, Enzo Ferrara and Seonbok Yi.