

ARIADNE: povezani odprti podatki (LOD) v praksi

Benjamin Štular,* Franco Niccolucci,† Julian Richards‡

* ZRC SAZU Inštitut za arheologijo
Novi trg 2, 1000 Ljubljana
bstular@zrc-sazu.si

† PIN S.c.r.l - Polo Universitario "Città di Prato"
Piazza Giovanni Ciardi 25, 59100 PRATO (PO)
franco.niccolucci@unifi.it

‡ Department of Archaeology, University of York
The King's Manor, York YO1 7E
julian.richards@york.ac.uk

Povzetek

V prispevku so prikazane izbrane spletne storitve projekta "Napredna raziskovalna infrastruktura za arheološke podatkovne mreže v Evropi" (ARIADNE), ki je financiran v okviru sedmega okvirnega programa evropske skupnosti. Osrednja storitev je "ARIADNE portal", ki deluje ne samo kot glavna vstopna točka za iskanje in pregledovanje, temveč tudi kot platforma za objavljanje in analizo raziskovalnih arheoloških podatkov. Pri načrtovanju portala smo za raziskavo uporabljenih podatkovnih standardov in metapodatkovnih shem izdelali metapodatkovni register. Predstavljamo še spletne storitve za objavljanje kompleksnih vizualnih medijev: trirazsežni modeli, dvojnopolrazsežni modeli in slike visoke ločljivosti.

ARIADNE: Linked Open Data (LOD) in practice

This paper presents web services developed within the "Advanced Research Infrastructure for Archaeological Dataset Networking in Europe" (ARIADNE). The project is funded under the European Community's Seventh Framework Programme. The web services are not the only result of the project but are among the most important ones. The first to be mentioned is the ARIADNE portal providing the main point of access for, on the one hand, searching and browsing and, on the other hand, processing and publishing archaeological datasets online. As a supporting tool ARIADNE metadata registry has been used to survey currently used data standards and metadata schemas. In addition ARIADNE Visual Media Services have been developed to provide easy publication and presentation on the web of complex visual media assets. The following services are presented: 3D models, RTI images and High-resolution images.

1 Uvod

Dandanes je arheologom dostopna ogromna količina digitalnih podatkov, ki segajo prek različnih arheoloških obdobj, raziskovalnih področij in regij. Količina teh podatkov z uporabo informacijskih tehnologij strmo narašča. Gre za zbir rezultatov dela posameznikov in institucij, ki je razdrobljen ter nehomogen in zato težko dostopen. Podatki so raztreseni v različnih podatkovnih zbirkah, težko dostopnih strokovnih poročilih (t. i. sivi literaturi) in v znanstvenih objavah. Slednje so še vedno najpomembnejše sredstvo za objavljanje rezultatov raziskav (Selhofer in Geser, 2015).

Cilj projekta "Napredna raziskovalna infrastruktura za arheološke podatkovne mreže v Evropi" (ang. *Advanced Research Infrastructures for Archaeological Dataset Networking in Europe*, dalje ARIADNE) je združiti in povezati arheološke podatkovne zbirke v enotno raziskovalno infrastrukturo. Hkrati gojimo kulturo prostega dostopa in ponovne uporabe podatkov (Richards, 2012; Niccolucci in Richards, 2013a; Niccolucci in Richards, 2013b; Aspöck in Geser, 2014).

2 Namen prispevka

Namen prispevka je predstaviti izbrane spletne storitve projekta ARIADNE. Med ostalimi rezultati projekta, ki jih na tem mestu ne bomo predstavljali, velja izpostaviti analizo potreb uporabnikov (Selhofer in Geser, 2015), pregled metapodatkovnih standardov (Ronzino et al., 2013a), pregled politik dostopa do podatkov (Fernie,

2014), priročniki za dobre prakse (Niven in Wright, 2014) in raziskave na področju podatkovnega rudarjenja (Wilcke, 2015) ter procesiranja naravnih jezikov (Vlachidis et al., 2015).

V prispevku prikazujemo spletne storitve s stališča končnega uporabnika. Tehnične rešitve so (glej navedeno literaturo v nadaljevanju) in bodo podrobneje predstavljene na drugih mestih.

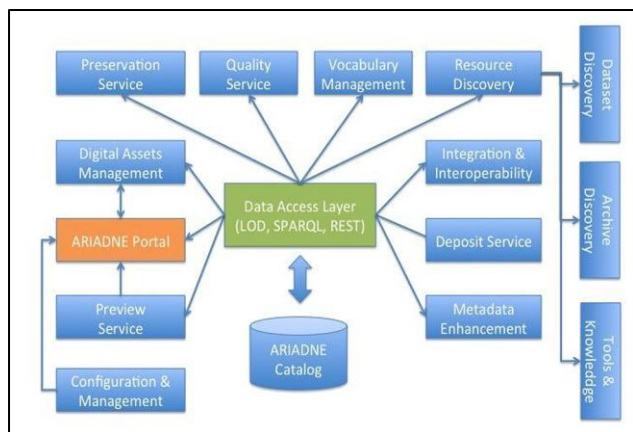
3 Spletne storitve ARIADNE

Osrednja spletna storitev projekta je *ARIADNE portal*. Portal ima dvojen namen. Na eni strani je glavna vstopna točka za iskanje in pregledovanje arheoloških podatkov; na drugi strani deluje kot platforma za objavljanje in analizo raziskovalnih podatkov. Pri načrtovanju portala smo za raziskavo obstoječih podatkovnih standardov in metapodatkovnih shem razvili metapodatkovni register. Predstavljamo še spletne storitve za objavljanje izbranih kompleksnih vizualnih medijev: trirazsežni modeli, dvojnopolrazsežni modeli in fotografije visoke ločljivosti.

Slika 1 predstavlja procesogram storitev izdelanih v okviru projekta.¹ Pri načrtovanju so bili uporabljeni podatki iz kataloga ARIADNE (ang. *ARIADNE Catalog*), do katerega so načrtovalci dostopali preko sloja za dostop podatkov (ang. *Data Access Layer*). Vnos metapodatkov je omogočal metapodatkovni register; s pomočjo le-tega so registrirani uporabniki (projektne partnerji in vsi zainteresirani) opisali lastne podatke in metapodatke po

¹ Prispevek pišemo v času trajanja projekta, zato do zaključka projekta lahko pride do manjših odstopanj.

shemi ACDM (glej dalje). Z zbranimi metapodatki upravlja temu namenjena storitev (ang. *Digital Assets Management*). Storitve za odkrivanje in pridobivanje podatkov (ang. *Resource Discovery Service*), predvsem indeksiranje in priklic podatkov, uporabnikom omogoča dostop do podatkovnih virov in integriranega ogleda preko portala. Seznam slovarjev in tezavrov, ki so kartirani v SKOS, je vzdrževan v upravljalniku slovarjev (ang. *Vocabulary Management*). Storitve krepitev metapodatkov (ang. *Metadata Enhancement Service*) – npr. rudarjenje povezav ter avtomatsko povezovanje s slovarji in tezavri – omogoča avtomatsko krepitev metapodatkov, ki so v ACDM (Wright, 2014).



Slika 1: Procesogram spletnih storitev ARIADNE.

3.1 Podatkovni model kataloga (ACDM)

Cilj projekta ARIADNE je torej povezati arheološke raziskovalne podatke vseh organizacij in posameznikov, ki to želijo. To seveda pomeni povezati številne raznorodne metapodatkovne sheme, slovarje in tezavre (Ronzino et al., 2013a).

Prvi izziv pri tem je bil razviti globalno shemo v obliki formalne ontologije, ki bo omogočila združevanje podatkov brez izgube pomenov in jo bo možno nadgrajevati (Felicetti, 2014; Doerr, 2014). To formalno ontologijo smo poimenovali referenčni model ARIADNE (ang. *ARIADNE Reference Model*; Spletni vir 1; Aloia et al., 2015). V izhodišču smo se oprli na CIDOC konceptualni referenčni model (prim. Doerr in Schaller, 2008; LeBoeuf et al., 2015), ki smo ga nadgradili za potrebe arheoloških podatkov. Gre za izjemno kompleksno področje, ki v projektu ARIADNE je in bo še predmet več specializiranih znanstvenih člankov (npr. Geser in Niccolucci, 2012; Ronzino et al., 2013b; Felicetti et al., 2013; Amico et al., 2013; Aloia et al., 2014; Masur et al., 2014; Ronzino et al., 2016).

Kot naslednji nujen korak smo v projektu razvili podatkovni model, ki predstavlja arheološke podatkovne vire (ang. *ARIADNE Catalog Data Model*, dalje ACDM). ACDM tehnologija integracije podatkov temelji na skupnih lastnostih obstoječih podatkovnih zbirk in je eden pomembnejših dosežkov projekta.

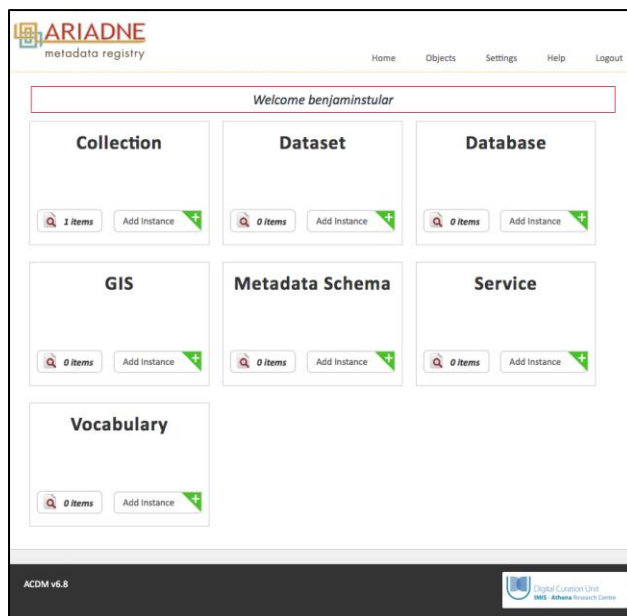
V postopku izdelave ACDM smo najprej razvili spletno orodje, s katerim smo zbrali metapodatke projektnih partnerjev in podatke o obstoječih shemah,

slovarjih in formatih. To orodje je metapodatkovni register (ang. *ARIADNE metadata registry*; Slika 2).

Na zbranih podatkih temelji ACDM, nadgradnja slovarja podatkovnega kataloga (ang. *Data Catalog Vocabulary*, dalje DCAT). V ARIADNE smo DCAT slovar izbrali zaradi zasnove, saj je primeren za opis vladnih podatkovnih katalogov, kot na primer Data.gov and data.gov.uk (Maali in Ericson, 2014). Dodatna razloga sta, ker DCAT nudi možnosti ponovne uporabe in predvsem ker je to priporočeno orodje za objavljanje odprtih podatkov (ang. *Open Data*). S tem ima ARIADNE odlično izhodišče za objavljanje odprtih podatkov. V ta namen sledimo tudi priporočilom DCAT-AP (Evropska skupnost, 2015) glede uporabe DCAT ontologije o tem, kateri atributi ali razredi so obvezni. Vendar, ker DCAT v ARIADNE zaenkrat uporabljamo kot interni standard, priporočilom ne sledimo v popolnosti. Tako v ACDM uporabljamo naslednja imenska mesta (ang. *namespaces*):

- dcat: <http://www.w3.org/ns/dcat#>
- dct: <http://purl.org/dc/terms/>
- dctype: <http://purl.org/dc/dcmitype/>
- foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
- rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
- rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
- skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
- xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

Osrednji element modela je razred *ArchaeologicalResource* katerega vrednosti so podatkovni viri, opisani v katalogu. Zelo pomemben razred modela je tudi metapodatkovni format, *MetadataFormat*, ki vrednosti - formati različnih virov – prav tako črpa iz omenjenega kataloga (Papatheodorou et al. 2013; Gavrilis in Papatheodorou, 2014).



Slika 2: ARIADNE metapodatkovni register, pogled na začetni meni za izbor podatkovnega tipa.

3.2 Portal ARIADNE

Osrednja storitev je portal ARIADNE (<http://portal.ariadne-infrastructure.eu>). Pri načrtovanju smo se naslonili predvsem na izsledke poglobljene raziskave potreb uporabnikov (Selhofer in Geser, 2015). Sledeč izraženim potrebam je bil naš cilj razviti enotno, globalno dostopno točko, ki bo imela vlogo posredovanja med ponudniki in odjemalci podatkovnih virov. Na eni strani ponudniki lahko registrirajo svoje podatkovne vire, oziroma zelo natančne opise le-teh, sledeč ontologiji ACDM. S tem močno povečajo možnost, da bodo njihovi podatki ob relevantnem poizvedovanju odkriti (ang. *discoverability*). Na drugi strani odjemalci lahko brskajo ali opravljajo strukturirane in nestrukturirane poizvedbe po raznorodnih podatkih v enotnem ARIADNE okolju. Portal omogoča splošno iskanje, iskanje po času oziroma arheoloških obdobjih, po prostoru in iskanje po temah (Slika 3).

Namen portala ni ustvariti vseobsegajoč centraliziran repozitorij podatkov o arheološki dediščini, saj to pogosto ni združljivo s politikami posameznih institucij ali z zakonodajami posameznih držav. Namen je raziskovalcem olajšati iskanje in dostop do podatkov. Po izvedenem iskanju tako uporabnik dostopa do rezultatov poizvedb - podatkov ali storitev - na način, kot ga omogoča posamezni ponudnik (Meghini, 2014; prim. Hollander in Hoogerwerf, 2014). Najpogostejša sta dva načina: neposredna povezava do izbranega podatka ali povezava na vstopno točko partnerja.

Portal že sedaj omogoča dostop do podatkov vseh štiriindvajsetih projektnih partnerjev (Ronzino et al., 2013a) in večine izmed štirinajstih pridruženih partnerjev. Med partnerji projekta so mnogi izmed največjih evropskih arheoloških institucij, zato portal že v času pisanja prispevka vsebuje več kot 1,8 milijona enot.



Slika 3: ARIADNE portal, slika začetne strani.

3.3 Storitve za objavljanje vizualnih medijev

Izčrpna raziskava potreb uporabnikov (Selhofer in Geser, 2015) in delo skupine ekspertov (Scopigno, Dellepiane 2013) sta že na začetku projekta zaznala potrebo po spletni storitvi za objavljanje kompleksnih vizualnih medijev. Seveda so dejanske storitve, ki smo jih v projektu razvili, presek želja uporabnikov in razpoložljive tehnologije. Na tem mestu predstavljamo

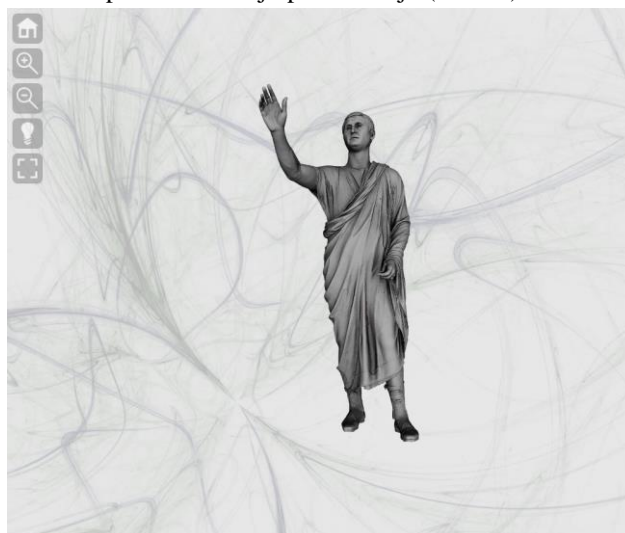
naslednje storitve: trirazsežni (dalje 3R) modeli, dvojnopolrazsežni modeli in fotografije visoke ločljivosti (<http://visual.ariadne-infrastructure.eu>).

Storitev objavljanja vizualnih medijev temelji na tehnologiji 3R spletne predstavitve dediščine (ang. *3D Heritage Online Presenter*, dalje 3DHOP). 3DHOP je okvir (ang. *framework*) za napredno spletno vizualizacijo 3R vsebin v visoki ločljivosti, ki je prilagojen potrebam kulturne dediščine. Razvoj okvira je temeljil predvsem na naslednjih treh zahtevah: enostavnost uporabe, učljivost in učinkovitost. Zato je 3DHOP zasnovan modularno, kar omogoča prilagodljivost različno zahtevnim uporabnikom in/ali načinom uporabe, odvisno od predhodnega znanja posameznika. 3DHOP je napisan v programskem jeziku JavaScript in temelji na SpiderGL knjižnicah, ki uporabljajo WebGL podskupine HTML5 jezika. Vse to omogoča prikazovanje 3R in drugih vsebin na večini modernih spletnih brskalnikov brez dodatnih vtičnikov (Potenziani idr. 2014; Potenziani idr. 2015).

3.3.1 3R modeli

Storitev 3R modeli (ang. *3D models*) je nastala iz potrebe, ki smo jo prepoznali raziskovalci (Scopigno in Dellepiane 2013). Že nekaj let število 3R modelov v arheologiji strmo narašča, uporaba v raziskovalne namene (npr. Aspöck in Fera, 2015) pa je komajda zaznavna. Ena temeljnih prepek je nezmožnost objavljanja 3R modelov v visoki ločljivosti na način, ki bi arheologu - nespécialistu za 3R tehnologije, ki nima namenske programske in strojne opreme - omogočil delo. Večidel neuspešni poizkusi z različnimi platformami (npr. Štular, 2012; Štular et al., 2013; Štular in Štuhec, 2015) so pokazali, da je edina dolgoročna rešitev spletna storitev, ki deluje brez vtičnikov.

V okviru projekta ARIADNE smo leta 2014 takšno storitev predstavili med prvimi na svetu. Naša storitev 3R modeli do danes ostaja edina tovrstna storitev, ki je popolnoma brezplačna, odprta in pri uporabi katere vse avtorske pravice ostanejo pri kreatorju (Slika 4).



Slika 4: ARIADNE Visual Media Services, 3R model kipa "Orator" iz 2. st. pr. n. št. (<http://visual.ariadne-infrastructure.eu/3d/arringatore>).

3.3.2 Dvoipolrazsežni modeli

Storitev *RTI images* omogoča ogled modelov izdelanih s tehnologijo imenovano računalniško upodabljanje pretvarjanja odbojnosti na podlagi slikovnega gradiva (ang. *reflectance transformation imaging*, krajše RTI) s pomočjo polinomskih teksturnih preslikav (ang. *polynomial texture mapping*, krajše PTM). Gre za skupek postopkov računalniške grafike in obdelave fotografij, s pomočjo katerih izdelamo posebne vrste sliko z informacijami o svetilnosti predmeta glede na položaj vira svetlobe. Nova podoba je sestavljena iz množice fotografij obravnavanega predmeta, ki je bil vsakič osvetljen iz drugega položaja (Štuhec, 2012). Skupno ime za izdelke te in podobnih tehnologij je dvoipolrazsežni modeli.

Podpora projekta ARIADNE tej tehnologiji je še posebej pomembna zato, ker se tehnologija komercialno ni uveljavila; ostaja nišna tehnologija, ki je zelo pomembna na primer na področju epigrafike in numizmatike (Slika 5).



Slika 5: ARIADNE Visual Media Services, dvoipolrazsežni model avra bizantinskega novca (http://visual.ariadne-infrastructure.eu/rti/testnomprojetmj30052016_02).

3.3.3 Visokoločljive slike

Storitev visokoločljive slike (ang. *High-resolution images*) je, kot pove ime, namenjena objavljanju slik visoke ločljivosti. V prvi vrsti je storitev namenjena objavljanju visoko ločljivih fotografij, ki so posnete s posebnimi fotoaparati in se v kulturni dediščini uporabljajo za dokumentiranje. Ker tovrstna fotografija lahko presega velikost sto megapikslov so objavljene skoraj vedno v izsekih ali v zmanjšani ločljivosti.

Hkrati se je storitev izkazala kot izhodišče za inovativne načine uporabe. Tako smo jo na primer uspešno uporabili za objavo vizualizacije digitalnega modela reliefa, ki je bil izdelan iz lidarskih podatkov (Slika 6).

4 Zaključek

Projekt ARIADNE arheološkim raziskovalcem prinaša več spletnih raziskovalnih orodij, o katerih so ob začetku projekta leta 2011 razmišljali le vizionarji. Zagotovo je najvidnejši rezultat portal ARIADNE, ki bo sprva

zagotovo tudi najbolj obiskan. Dolgoročno pa je morda še pomembnejši dosežek ACDM, orodje, ki v trenutno poplavo podatkovnih in metapodatkovnih standardov prinaša praktično rešitev, uporabno takoj in za vsakogar. Je odgovor na klic arheološke skupnosti "manj standardov in več standardizacije"! ACDM je zagotovilo za rast portala ARIADNE tudi po izteku projekta.

Zagotovo bodo v razvoju arheologije imele pomembno vlogo tudi storitve ARIADNE za objavljanje vizualnih medijev. Med tem ko je storitev 3R modeli, ki ima komercialne alternative, namenjena predvsem raziskovalcem senzibilnim za avtorske pravice, sta storitvi dvoipolrazsežni modeli in viskoločljive slike edinstveni.



Slika 6: ARIADNE Visual Media Services, viskoločljiva slika; prikazan je izsek iz vizualizacije lidarskih podatkov območja prazgodovinske utrjene naselbine Gradišče nad Knežakom, Slovenija (Edisa Lozić; http://visual.ariadne-infrastructure.eu/img/lidar_a).

5 Literatura

- Nicola Aloia, Christos Papatheodorou, Dimitris Gavrilis, Franca Debole in Carlo Meghini. 2014. Describing Research Data: A Case Study for Archaeology. 13th International Conference on Ontologies, Data Bases, and Applications of Semantics (ODBASE 2014), Amantea, Italy, October 2014. V: R. Meersman et al. (ur.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2014 Conferences, Lecture Notes in Computer Science (LNCS)* No. 8841: Springer-Verlag, str. 768-775.
- Nicola Aloia, Carlo Meghini, Dimitris Gavrilis, Christos Papatheodorou, Luca Versienti, Franca Debole in Nicola Makri. 2015. *Specification of the ARIADNE Catalogue Data Model v. 2. 5. 5*. http://ariadne-support.dcu.gr/files/ACDM_Version_2.5.5.pdf.
- Nicola Amico, Paola Ronzino, Achille Felicetti in Franco Niccolucci. 2013. Quality management of 3D cultural heritage replicas with CIDOC-CRM. V: Vladimir Alexiev, Vladimir Ivanov, Maurice Grinberg (ur.): *Practical Experiences with CIDOC CRM and its Extensions (CRMEX 2013) Workshop, 17th International Conference on Theory and Practice of*

- Digital Libraries (TPDL 2013)*, Valetta, Malta, September 26, 2013, str. 61-69, CEUR-WS.org/Vol-1117.
- Edeltraud Aspöck in Martin Fera. 2015. 3D-GIS für die taphonomische Auswertung eines wiedergeöffneten Körpergrabes. *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik* 1, str. 2-8.
- Edeltraud Aspöck in Gunthram Geser. 2014. What is an archaeological research infrastructure and why do we need it? Aims and challenges of ARIADNE. *CHNT 18, 2013 – Proceedings*, http://www.chnt.at/wp-content/uploads/Aspoeck_Geser_2014.pdf.
- Patrick Le Boeuf, Martin Doerr, Christian Emil Ore in Stephen Stead (ur.). 2015. *Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model, Version 6.2*. http://83.212.168.219/CIDOC-CRM/sites/default/files/cidoc_crm_version_6.2.pdf.
- Martin Doerr. 2014. Tailoring the Conceptual Model to Archaeological Requirements V: *ARIADNE. The Way Forward to Digital Archaeology in Europe*, str. 65-74, Rim, Italija. ARIADNE, <http://www.ariadne-infrastructure.eu/content/download/4569/26666/version/2/file/Ariadne+Booklet.pdf>.
- Martin Doerr in Keith Schaller. 2008. The Dream of a Global Knowledge Network - A new Approach. *ACM Journal on Computers and Cultural Heritage* 1(1).
- Evropska skupnost. 2015. *DCAT Application Profile for data portals in Europe Version 1.1*. <https://joinup.ec.europa.eu/node/137964/>.
- Achille Felicetti, Tiziana Scarselli, M.L Mancinelli in Franco Niccolucci. 2013. Mapping ICCD Archaeological Data to CIDOC-CRM: the RA Schema. V: Vladimir Alexiev, Vladimir Ivanov, Maurice Grinberg (ur.): *Practical Experiences with CIDOC CRM and its Extensions (CRMEX 2013) Workshop, 17th International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries (TPDL 2013)*, Valetta, Malta, September 26, 2013, str. 11-22, CEUR-WS.org/Vol-1117.
- Achille Felicetti. 2014. Moving Ahead: the Integration Process. V: *ARIADNE. The Way Forward to Digital Archaeology in Europe*, str. 53-59, Rim, Italija. ARIADNE, <http://www.ariadne-infrastructure.eu/content/download/4569/26666/version/2/file/Ariadne+Booklet.pdf>.
- Kate Fernie. 2014. *ARIADNE Report D3.3: Report on data sharing policies*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/index.php/Resources/D3.3-Report-on-data-sharing-policies>.
- Dimitris Gavrili in Christos Papatheodorou. 2014. Towards interoperability: the ARIADNE Registry. V: *ARIADNE. The Way Forward to Digital Archaeology in Europe*, str. 45-52, Rim, Italija. ARIADNE, <http://www.ariadne-infrastructure.eu/content/download/4569/26666/version/2/file/Ariadne+Booklet.pdf>.
- Guntram Geser in Franco Niccolucci. 2012. Virtual museums, digital reference collections and e-science environments. *Uncommon Culture* 3(5/6), 12-37, <http://uncommonculture.org/ojs/index.php/UC/article/view/4714/3677>
- Hella Hollander in Maarten Hoogerwerf. 2014. *ARIADNE Report D13.1: Service Design*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/Resources/D13.1-Service-Design>.
- Fadi Maali in John Erickson. 2014. *Data Catalog Vocabulary (DCAT). W3C Recommendation 16 January 2014*. <http://www.w3.org/TR/2014/REC-vocab-dcat-20140116/>
- Anja Masur, Edeltraud Aspöck, Gerald Hiebel in Keith May. 2014. Comparing and mapping archaeological excavation data from different recording systems for integration using ontologies. V: *Proceedings of the 18th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies*, Vienna, Austria, November 2013, http://www.chnt.at/wp-content/uploads/Masur_etal_2014.pdf.
- Carlo Meghini. 2014. Providing services: search and beyond. V: *ARIADNE. The Way Forward to Digital Archaeology in Europe*, str. 59-64, Rim, Italija. ARIADNE, <http://www.ariadne-infrastructure.eu/content/download/4569/26666/version/2/file/Ariadne+Booklet.pdf>.
- Franco Niccolucci in Julian D. Richards. 2013a. ARIADNE: Advanced Research Infrastructure For Archaeological Dataset Networking in Europe, International. *Journal of Humanities and Arts Computing* 7.1-2, pp 70–88, Edinburgh University Press, DOI: 10.3366/ijhac.2013.0082.
- Franco Niccolucci in Julian D. Richards. 2013b. ARIADNE: Advanced Research Infrastructures for Archaeological Dataset Networking in Europe. A new project to foster and support archaeological data sharing. V: *The European Archaeologist* 39, Summer 2013, <http://e-a-a.org/TEA/TEA39.pdf>.
- Kieron Niven in Holly Wright. 2014. *ARIADNE Report D4.4: Initial Report on Good Practices*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/Resources/D4.4-Initial-Report-on-Good-Practices>.
- Christos Papatheodorou, Dimitris Gavrili, Holly Wright, Paola Ronzino in Carlo Meghini. 2013. *ARIADNE Report D3.1. Initial report on standards and on the project registry*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/Resources/D3.1-Initial-Report-on-the-project-registry>.
- Marco Potenziani, Marco Callieri, Massimiliano Corsini, Marco Di Benedetto, Federico Ponchio, Matteo Dellepiane, in Roberto Scopigno. 2014. An advanced Solution for Publishing 3D Content on the Web. V: *International Conference on Museum and the Web Florence*, Firenze (Italija), Feb 2014. <http://mwf2014.museumsandtheweb.com/paper/an-advanced-solution-for-publishing-3d-contents-on-the-web/>.
- Marco Potenziani, Marco Callieri, Matteo Dellepiane, Massimiliano Corsini, Federico Ponchio in Roberto Scopigno. 2015. 3DHOP: 3D Heritage Online Presenter. *Computers & Graphics* 52, str. 129–141.
- Julian D. Richards. 2012. Digital Infrastructures for Archaeological Research: A European Perspective. *CSA Newsletter* XXV (2), September 2012. <http://csanet.org/newsletter/fall12/nlf1202.html>
- Paola Ronzino, Kate Fernie, Christos Papatheodorou, Holly Wright in Julian Richards. 2013a. *ARIADNE Report D3.2 Report on project standards*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/Resources/D3.2-Report-on-project-standards>.
- Paola Ronzino, Nicola Amico, Achille Felicetti in Franco Niccolucci. 2013b. European standards for the documentation of historic buildings and their

- relationship with CIDOC CRM. V: Vladimir Alexiev, Vladimir Ivanov, Maurice Grinberg (ur.), *Practical Experiences with CIDOC CRM and its Extensions (CRMEX 2013) Workshop, 17th International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries (TPDL 2013), Valetta, Malta, September 26, 2013*, str. 70-79, CEUR-WS.org/Vol-1117.
- Paola Ronzino, Franco Niccolucci, Achille Felicetti in Martin Doerr. 2016. CRMba a CRM extension for the documentation of standing buildings. *International Journal on Digital Libraries*, Focussed issue on Networked Knowledge Organization Systems 17(1), str. 71-78, DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00799-015-0160-4>.
- Roberto Scopino in Matteo Dellepiane. 2013. *ARIADNE Report of the First Meeting of the Ariadne SIG "3D & Visualization"*. http://www.ariadne-infrastructure.eu/content/download/1933/10854/version/1/file/ARIADNE_Report_WS+_MMdata_v2_c.pdf.
- Hannes Selhofer in Guntram Geser. 2015. *ARIADNE Report D2.2. Second Report on Users' Needs, v2.1*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/content/view/full/1188>.
- Spletni vir 1. ARIADNE Reference Model <http://www.ariadne-infrastructure.eu/Resources/Ariadne-Reference-Model> (dostop 10.6.2016).
- Seta Štuhec. 2012. Dvojnopolimenzionalno in tridimenzionalno upodabljanje artefaktov (2.5D and 3D Visualizations of Artefacts). *Arheo* 29, 87-98.
- Benjamin Štular. 2012. iKnjiga - novi medij? = iBook - a new medium? V: Ines Vodopivec (ur.), *Ljubljana v BiTiH - BiTi v Ljubljani: prispevki iz prvega ljubljanskega kongresa digitalizacije kulturne dediščine = papers from the first Slovenian congress for digitisation of cultural heritage*. Zveza bibliotekarskih društev Slovenije, Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana, str. 223-231.
- Benjamin Štular, Ana Ornik Turk in Andrej Pleterski. 2013. *Dotik dediščine. Trirazsežni prikaz zgodnjerednjeveškega naglavnega nakita iz najdišča župna cerkev v Kranju*. Založba ZRC, Ljubljana. <https://itunes.apple.com/si/book/dotik-dediscine/id789166886?mt=11&ign-mpt=uo%3D4>.
- Benjamin Štular in Seta Štuhec. 2015. *3D Archaeology. Early Medieval Earrings from Kranj*. Založba ZRC, Ljubljana. <https://itunes.apple.com/si/book/3d-archaeology/id972355479?mt=11>.
- Andreas Vlachidis, Doug Tudhope, Milco Wansleben, Katie Green, Lei Xia, Michael Charno in Holly Wright. 2015. *ARIADNE Report D16.2: First Report on Natural Language Processing*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/index.php/Resources/D16.1-First-Report-on-Data-Mining>.
- Xander W. Wilcke. 2015. *ARIADNE Report D16.1: First Report on Data Mining*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/index.php/Resources/D16.1-First-Report-on-Data-Mining>.
- Holly Wright. 2014. *ARIADNE Report D12.1 "User Requirements"*. <http://www.ariadne-infrastructure.eu/Resources/D12.1-Use-Requirements>.