

Doclea
Podgorica, Montenegro

Geophysical Survey Report
October 2007



Leonie Pett

SREP 08/2008

The British School at Rome
and
Archeological Prospection Services of Southampton



Archeological Prospection
Services of Southampton



THE BRITISH SCHOOL AT ROME

LISTA ILUSTRACIJA

Prednja strana	<i>Natpis na forumu u Duklji (foto: L.Pett)</i>
Tabla.1	Lokacija Duklje (korišten Google Maps©, Carta del Littorale Adriatico Studio F.M.B. Bologna©, i Yahoo Maps©)
Tabla.2	Natpis koji pominje Cezarevu eru (izvor : CIL 13636)
Tabla.3	Plan poznatih struktura Duklje (izvor: Munro 1896)
Tabla.4	Ukupni rezultati magnetometrije na skali
Tabla.5	Ukupni rezultati magnetometrije u boji
Tabla.6	Interpretacija ukupnih rezultata magnetometrije
Tabla.7	Područje A. Rezultati magnetometrije na skali
Tabla.8	Područje A. Rezultati magnetometrije u boji
Tabla.9	Područje A. Interpretacija rezultata magnetometrije
Tabla.10	Područje B. Rezultati magnetometrije na skali
Tabla.11	Područje B. Rezultati magnetometrije u boji
Tabla.12	Područje B Interpretacija rezultata magnetometrije
Sl. 1	Pogled na rimsku baziliku u Duklji (foto: S.Hay)
Sl. 2	Postavljanje koordinata korišćenjem totalne stanice (foto: L.Pett)
Sl. 3	Bartington Grad 601-2 sa operaterom (foto: S.Hay)
Sl. 4	Istraživanje magnetometrom u području A, sjeverno od foruma i bazilike (foto: L.Pett)
Sl. 5	Pogled na područje B, gledajući istočno preko rijeke Zete (foto: S.Hay)
Sl. 6	Osnova stuba koja se koristi za graničnik polja (foto: S.Hay)
Sl. 7	Rijeka Zeta (foto: S.Hay)
Sl. 8	Postavljanje parametara i balansiranje sa Bartington Grad 601-2 na Duklji (foto: S.Hay)

Frontspiece	<i>Inscription in the forum at Doclea (photo: L.Pett)</i>
Fig.1	Location of Doclea (extracted from Google Maps©, Carta del Littorale Adriatico Studio F.M.B. Bologna©, and Yahoo Maps©)
Fig.2	Inscription mentioning <i>ara Caesaris</i> (source: CIL 13636)
Fig.3	Plan of known structures at Doclea (source: Munro 1896)
Fig.4	Overall Magnetometry results Greyscale
Fig.5	Overall Magnetometry results Colour
Fig.6	Overall Magnetometry results Interpretation
Fig.7	Area A. Magnetometry results Greyscale
Fig.8	Area A. Magnetometry results Colour
Fig.9	Area A. Magnetometry results Interpretation
Fig.10	Area B. Magnetometry results Greyscale
Fig.11	Area B. Magnetometry results Colour
Fig.12	Area B. Magnetometry results Interpretation
Plate. 1	A view of the Roman basilica at Doclea (photo: S.Hay)
Plate. 2	Setting out the grid using a Total Station (photo: L.Pett)
Plate. 3	Bartington Grad 601-2 with operator (photo: S.Hay)
Plate. 4	Magnetometer survey in Area A, north of the forum and basilica (photo: L.Pett)
Plate. 5	View of Area B, looking east across the river Zeta (photo: S.Hay)
Plate. 6	Column base used in a field boundary (photo: S.Hay)
Plate. 7	The River Zeta (photo: S.Hay)
Plate. 8	Setting the parameters and balancing the Bartington Grad 601-2 at Doclea (photo: S.Hay)

Sažetak

Ovo je izvještaj o rezultatima geofizičkog istraživanja izvedenog na antičkom lokalitetu Duklja, blizu Podgorice, u Crnoj Gori, od 15. do 31. oktobra 2007. Opisuje primijenjenu metodologiju i prikazuje rezultate, uz interpretacije i diskusije.

Summary

This report presents the results of the geophysical survey carried out at the ancient site of Doclea, near Podgorica in Montenegro from 15-31 October 2007. It describes the methodology applied and presents the results with interpretation and discussion.



Plate. 1: A view of the Roman basilica at Doclea (photo: S. Hay)

1. Uvod

Program geofizičkog istraživanja na nalazištu Duklja, kao zajednički projekat The British School at Rome (BSR) i Archaeological Prospection Services of Southampton (APSS) započet je 15. oktobra 2007. Istraživanje (od 15. do 30. oktobra) je preduzeto u ime Gradonačelnika i Glavnog grada Podgorice, pod rukovodstvom JU Muzeji i galerije Podgorice, kao dio šireg projekta „Nova antička Duklja“. Cilj istraživanja je bio da se otkrije stepen ostataka drevnog rimskog grada Duklje, kroz lociranje i kartografiju podpovršinskih arheoloških odlika, zarad očuvanja i razvoja nalazišta kao nacionalnog nasleđa, kao i da se ukaže na potencijalna područja za iskopavanja.

1. Introduction

From 15-30 October 2007 a program of geophysical survey commenced at the site of Doclea as a joint research project between The British School at Rome (BSR) and the Archaeological Prospection Services of Southampton (APSS). The survey was undertaken on behalf of the Mayor and Council of Podgorica under the direction of the Museum of Podgorica as part of the wider ‘New Ancient Doclea’ project. The aim of the survey was to discover the extent of the remains of the ancient Roman town of Doclea through locating and mapping the presence of subsurface archaeological features, for the purpose of preserving and developing the site as a national heritage site, and where possible to help pinpoint potential areas for excavation.

1.1 Lokacija

Drevni rimski grad Duklja nalazi se 4 km sjeverno od glavnog grada Crne Gore, Podgorice, u slivu dvije velike rijeke, Zete i Morače, u ravnoj niziji ispresijecanoj dubokim kanjonima. Sa zapada se graniči sa Zetom, na jugu sa Moračom a sa sjevera sezonskim rječicama koje teku sa Piperskih brda (vidi tab. 1). Duž istočne strane, gdje priroda nije obezbijedila odbranu, grad je zaštićen sa dva velika jarka. (Wilkes 1969, 363). Postojeći arheološki ostaci su u velikoj mjeri u centralnom dijelu nalazišta, mada je ono za šta se zna da je postojalo, prema nekim starim proračunima, uništeno željeznicom i putem koji vodi kroz centar gradske zone. Područje okruženo gradskim zidovima u Duklji pokriva približno 24 hektara.

1.1 Location and Background

The ancient Roman town of Doclea lies 4km due north of Montenegro's capital city Podgorica, at the confluence of two major rivers, the Zeta and Moraca, on a flat plain that is delineated by deep river-cut gorges. It is bound to the west by the Zeta, to the south by the Moraca and to the north by a seasonal river that runs off the Piperi Hills (see fig. 1). Along the eastern edge, where nature has not provided defences, the town is protected by two large ditches (Wilkes 1969, 363). The standing archaeological remains are to be found largely in the central area of the site, although some of what is known to have existed through antiquarian accounts has since been destroyed by a railway line and road that cross the middle of the town area. The area bounded by the city walls at Doclea is approximately 24 hectares.

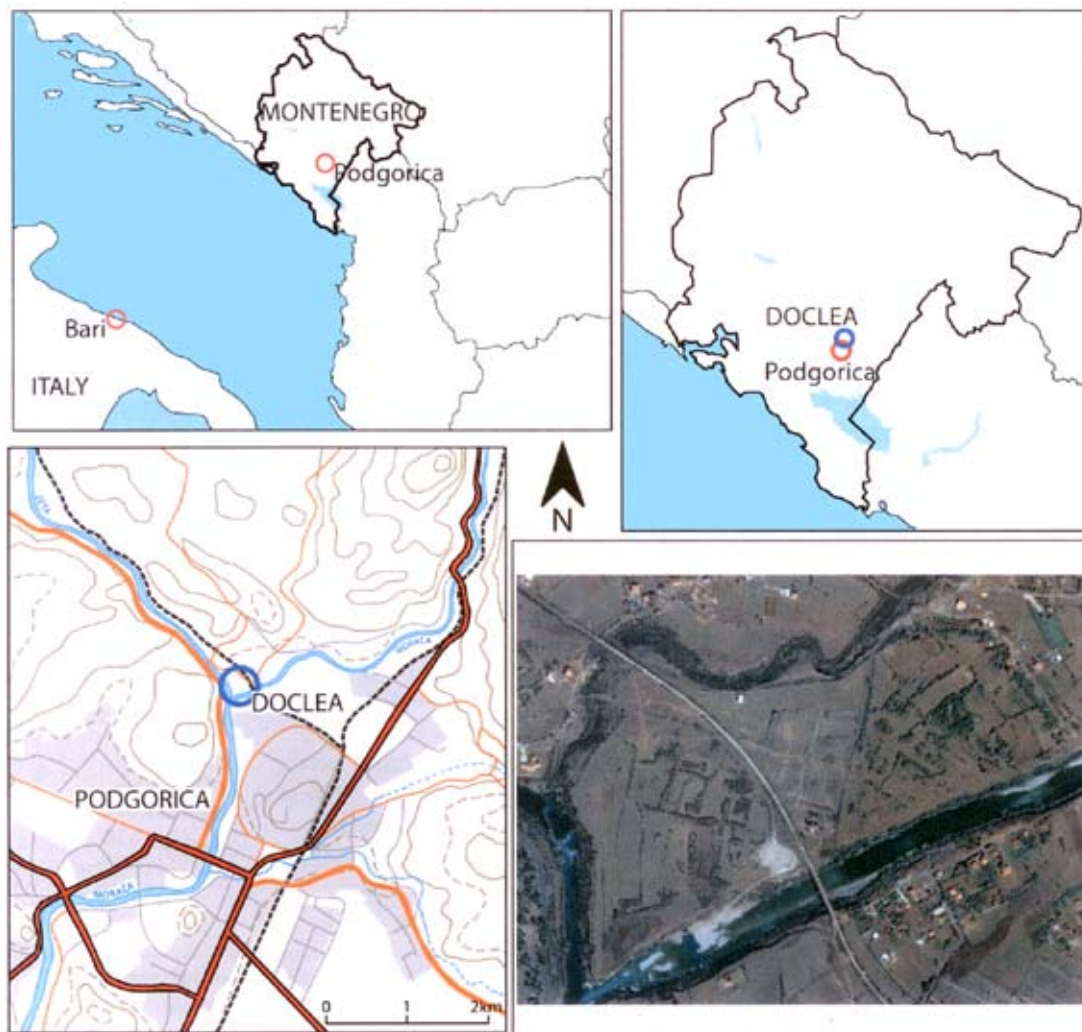


Fig. 1: Location of Doclea, extracted from Google Maps©, Carta del Littorale Adriatico Studio F.M.B. Bologna©, and Yahoo Maps©

1.2 Geologija

Duklja leži u visoko krečnjačkoj zoni u Crnoj Gori. Više zone oko nalazišta se sastoje od karbonskih stijena iz doba Jure – krečnjaka i dolomita. Niža zona, gdje je nalazište, sastoji se od četiri sloja naslaga, konglomerat šljunkovitog sloja. Duklja leži na naslagama šljunka nastalog nestankom glečera u najmlađem dobu razvoja Zemlje, nagomilanog u lako erozivan omotač. Postoji vidljiv dokaz na ivicama nalazišta kako su tri rijeke erodirale i usjele plato na kome je sagrađen rimski grad. Kamen koji je korišten za gradnju prvenstveno je lokalni krečnjak, sa finim ukrasnim komadima napravljenim od bijelog kamena iz Spuža, grada sjeverno od Duklje.

1.3 Arheološki uvod

Duklja je dobila ime po ilirskom plemenu koje je naseljavalo jugoistočno područje današnje Crne Gore. Dokleati se prvi put pominju u djelu Plinija Starijeg, koji kaže da su u Avgustovim Ilirskim ratovima, 35. godine prije nove ere, porobljeni i morali da plaćaju danak. Ali, vjerovatno je ovo područje bilo pod rimskom vlašću od 168. godine prije nove ere i rata sa Gentijusom (Pliny *Nat. Hist.* iii, 143; Livy xiv. 26).

Prvi dokaz okupacije nalazišta datira iz prvog vijeka prije nove ere. Grad se od tada razvijao po važnosti i veličini, sve dok nije dobio status opštine tokom prvog vijeka naše ere (Munro *et al.* 1896, 13). Najvjerovatnije je ova prava na opštinu dao car Vespasijan, jer ogroman broj spisa nosi ime Flavijusa (Wilkes 1969, 261; Munro *et al.* 1896, 14). Prema dokazima iz spisa (vidi tab.2), takođe se misli da je Duklja bila centar idolopostovanja prema Imperiji za Južnu Dalmaciju - postoji samo jedan zapis u kome se pominje era Cezara.

Dokazi sa iskopavanja nekropole na jugoistoku i zapadu pokazuju da je bilo trgovinskih veza između Duklje i područja oko Rajne, Sjeverne Afrike, Grčke i naravno Italije. Plinij posebno ukazuje na čuveni planinski ovčji sir sa područja oko Duklje, koji je bio na visokoj cijeni u Rimu.



// IIII | VS
QVIR

1.2 Geology

Doclea lies in the High Karst zone of Montenegro. The higher areas around the site consist of Upper Jurassic carbonate rocks - limestone and dolomite. The lower region where the site is situated consists of quaternary sediments, a conglomerate of gravel strata. Doclea lies on the deposit of gravel left by the passage of a glacier in the quaternary period which conglomerated into an easily eroded gravel layer. There is visible evidence at the edges of the site showing how the three rivers have eroded and undercut the plateau that the Roman town is built on. The building stone of standing structures is predominantly the local limestone, with finer decorative pieces made from white Spuz stone from the town of the same name, to the north of Doclea.

1.3 Archaeological background

The town of Doclea is named after the Illyrian tribe that inhabited the southeasterly region of present day Montenegro. They are first mentioned in literature by Pliny the Elder in relation to Augustus' Illyrian Wars in 35 BC, when they were conquered and made to pay tribute. But it is likely that the area had been under Roman power since c.168 BC and the war with Gentius (Pliny *Nat. Hist.* iii, 143; Livy xiv. 26).

The first evidence of occupation on the site dates to around the 1st century BC, and the town grew in importance and size from this point onwards, until it was awarded *municipium* rights some time in the 1st century AD (Munro *et al.* 1896, 13). It is most likely that these *municipium* rights were awarded by the emperor Vespasian, inferred from the large proportion of inscriptions that bear the name of Flavius (Wilkes 1969, 261; Munro *et al.* 1896, 14). Based upon the evidence provided by inscriptions (see Fig.2), it is also thought that Doclea was the centre for Imperial worship for Southern Dalmatia as it has the only extant inscription that mentions the *ara Caesaris*.

Evidence from the excavations of the necropoli in the south east and west show that there were trading links between Doclea and the area around the Rhine, North Africa, Greece and of course Italy. Pliny makes special mention of a famous alpine sheep's cheese produced in the area around Doclea that was highly prized in Rome itself.

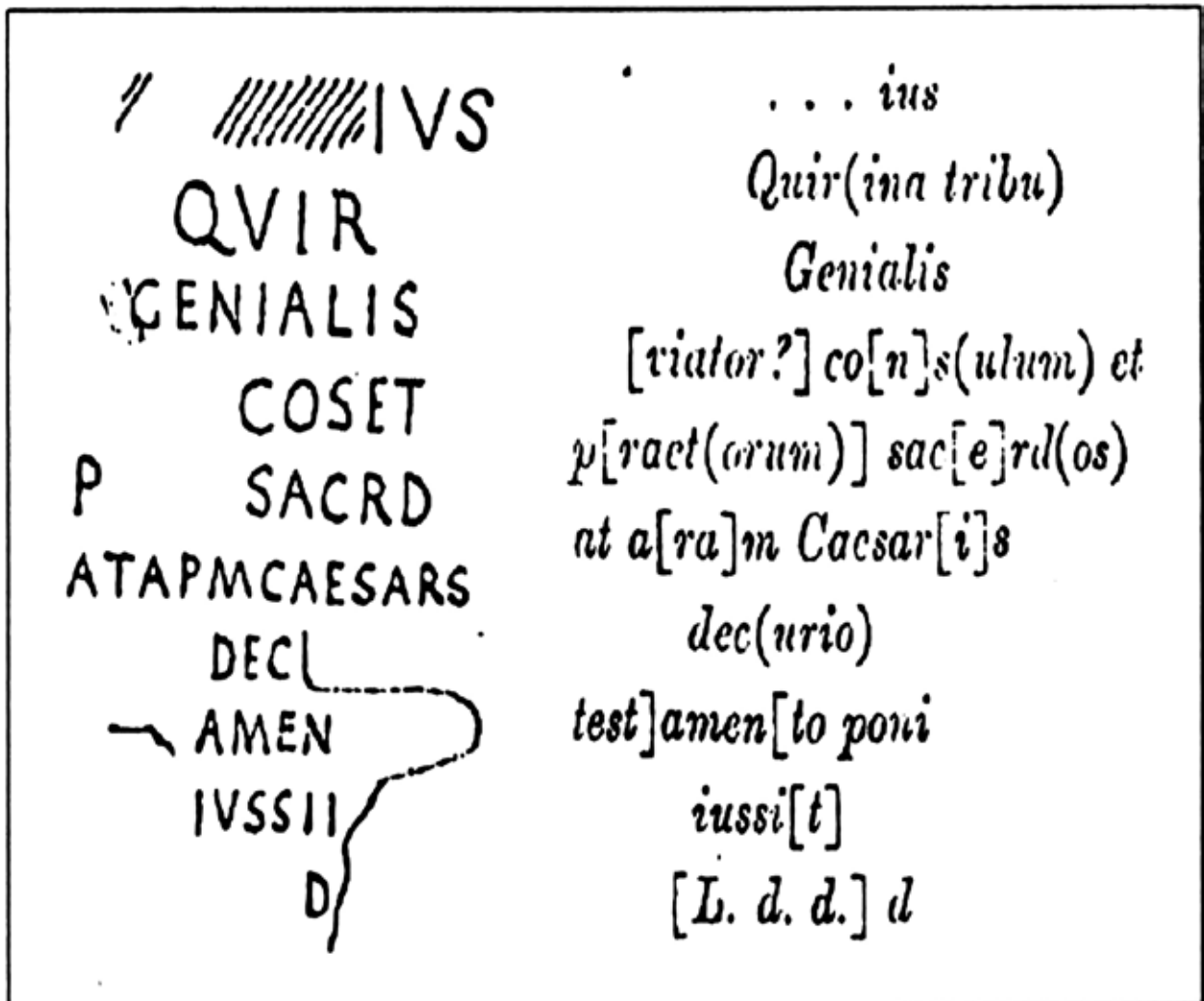


Fig.2: Inscription mentioning ara Caesaris (source: CIL 13636)

Prije nego što će početi ovo istraživanje, u rimskom gradu su identifikovane zgrade: dva hrama, forum i bazilika, javna kupatila, moguće jedna privatna kuća i par kasnih antičkih crkvi.(vidi tab. 3). Nažalost, od njihovog otkrića bilo je neophodno da se izgradi željeznica kroz nalazište, koja djelimično presijeca kupatilo i potpuno pokriva Dijanin hram.

Prior to this season of investigation, the buildings so far identified of the Roman town consisted of two temples, the forum and basilica, public baths, with possibly one private house and a pair of late antique churches (see Fig. 3). Unfortunately, since their discovery it has been necessary to build a railway line across the site which partially cuts the bath house and completely obscures the Temple of Diana.

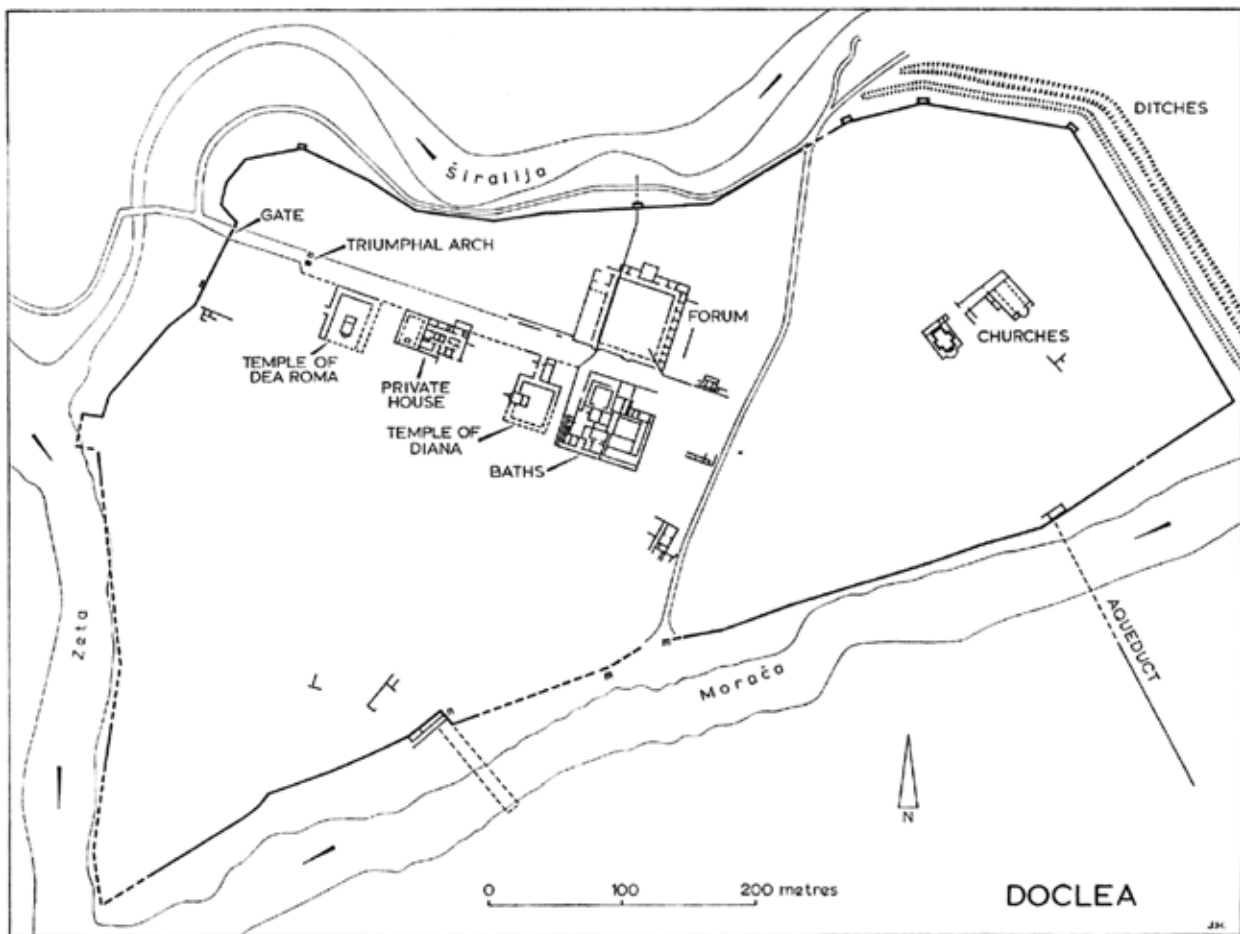


Fig. 3: Plan of known structures at Doclea (source: Munro 1896)

Rimski grad Duklja je nastavio da se razvija, i postoji dokaz značajnog rasta na kraju prvog i početkom drugog vijeka naše ere. Grad je pretrpio veliki zemljotres 518. godine naše ere, koji je izazvao ogromnu štetu, a nedugo nakon toga Avari su izazvali još jedan talas razaranja. Međutim, postoji dokaz koji govori da Duklja dalje funkcionirše kao značajna naseobina, do sedmog vijeka naše ere, pošto je postojala biskupija Duklje sve do 602. godine naše ere (Munro *et al.* 1896, 19).

1.4 Ciljevi istraživanja

Cilj ovog istraživanja je da se testira odgovor arheologije na geofizičko istraživanje. Prethodno istraživanje na ovom nalazištu bilo je fokusirano na ostatke foruma i bazilike, a ovo ima za cilj da definiše veličinu i granice izgrađenog rimskog grada i da proizvede plan njegovog rasporeda.

The Roman town of Doclea continued to develop, and there is evidence of significant growth at the end of the 1st and beginning of the 2nd centuries AD. The city suffered a great earthquake in AD 518, which must have caused considerable damage, and not long after this the Avars led another wave of destruction. However, there is evidence to suggest that Doclea still functioned as a significant settlement until the 6th and 7th centuries AD, as there was still a bishop of *civitas Doclea* as late as AD 602 (Munro *et al.* 1896, 19).

1.2 Aims of Survey

The aim of this survey was to test the response of the buried archaeology to geophysical survey. The previous research on this site has concentrated around the extant remains of the forum and basilica, and this survey was intended to try and define the extent and limits of the built up Roman town and produce a plan of its layout.

2. METODOLOGIJA

2.1 Metodologija istraživanja

Postoji veliki broj geofizičkih tehnika dostupnih za arheološko istraživanje; one koje se najviše koriste uključuju magnetometriju, otpornost i georadar. Međutim, magnetometrija (vidi Tabla. 3) je izabrana kao najefektnija tehnika za upotrebu na ovoj lokaciji, iz nekoliko razloga. To je brza i efikasna tehnika koja, mjerenjem manjih promjena u magnetnom polju zemlje, vodi do otkrivanja mnogih različitih vrsta sprava, uključujući peći za pečenje cigala, ognjišta, rerne, jarkove i zidove, posebno gdje su se keramički materijali ili tufa koristili u konstrukciji (Gaffney *et al.* 1991, 6: Scoller *et al.* 1990, 362). No, treba naglasiti da na rezultate istraživanja magnetometra mogu ozbiljno uticati područja modernih smetnji i prisustvo crnih metala. (Geoscan Istraživanje 1996).

Istraživanje treba izvesti za relativno kratko vrijeme, i pokriti veliko područje, koje bi potencijalno moglo sadržati građevinske strukture isto kao i kanale i odvođe. Magnetometar ovo omogućava, dok bi sa otpornošću ili georadarom trebalo puno više vremena.

2.2 Strategija istraživanja

Za geofizičko istraživanje, mreža 30 x 30m je postavljena korišćenjem Leica TC 805 total stanice (Sl. 2). Mreža je postavljena duž najduže moguće osnovne linije na području istraživanja, orijentisana tako da bi istraživanje prešlo preko potencijalnog arheološkog nalaza (zasnovano na stojećim strukturama) na oko 30°.

Topografsko istraživanje je izvela dr Laura Baratin i tim sa Facolta di Scienze Ambientali, Univerziteta u Urbinu, snimanjem nalaza unutar reljefa (zgrade i putevi), kako bi istraživanje bilo tačno geo-povezano.

Istraživanje magnetometrom je izvedeno korišćenjem Bartington Grad601-2 dualni redni Twin Fluxgate gradiometar (vidi Sl 3 i 4). Podaci su sakupljeni u intervalima od 0.25 m duž traversi svakih 0.5 m unutar 30 x 30 mreža, dozvoljavajući 7,200 očitavanja po mreži, i dajući visoku rezoluciju za otkrivanje arheoloških ostataka. Očitavanja su snimana pomoću Grad-01 Data Logger.

2. METHODOLOGY

2.1 Survey Method

There are a number of geophysical techniques available for archaeological prospection, the most commonly employed include magnetometry, resistivity and georadar. However, magnetometry (see Plate. 3) was chosen as the most effective technique for use on this site for various reasons. It is a swift and efficient technique which works by measuring minor changes in the earth's magnetic field, leading to the detection of many different types of features including kilns, hearths, ovens, ditches and walls, especially where ceramic material or tufa have been used in construction (Gaffney *et al.* 1991, 6: Scoller *et al.* 1990, 362). However, it should be noted that the results of a magnetometer survey can be severely affected by areas of modern disturbance and in the presence of ferrous material (Geoscan Research 1996).

The survey needed to be carried out in a relatively short time, and covered a large area, which could potentially contain built structures as well as cut ditches and drains. Magnetometer survey allowed this, where resistance or georadar would have been too time consuming.

2.2 Survey Strategy

For the geophysical survey, grids of 30 x 30m were set out using a Leica TC 805 Total Station (Plate. 2). The grid was established along the longest possible base line in the survey area which was oriented so that the survey would cross the line of potential archaeological features (based on the standing structures) at about 30°.

A topographic survey was carried out by Dr Laura Baratin and a team from the Facoltà di Scienze Ambientali at the Università di Urbino, to record features within the landscape such as buildings and roads enabling the survey to be accurately georeferenced.

The magnetometer survey was undertaken using a Bartington Grad601-2 Dual Array Twin Fluxgate Gradiometer (see Plates 3 and 4). The data was collected at intervals of 0.25m along traverses every 0.5m within 30 x 30 grids, permitting 7,200 readings per grid to be collected, therefore giving a high resolution for detecting archaeological



Plate. 2: Setting out the grid using a Total Station (photo: L.Pett)

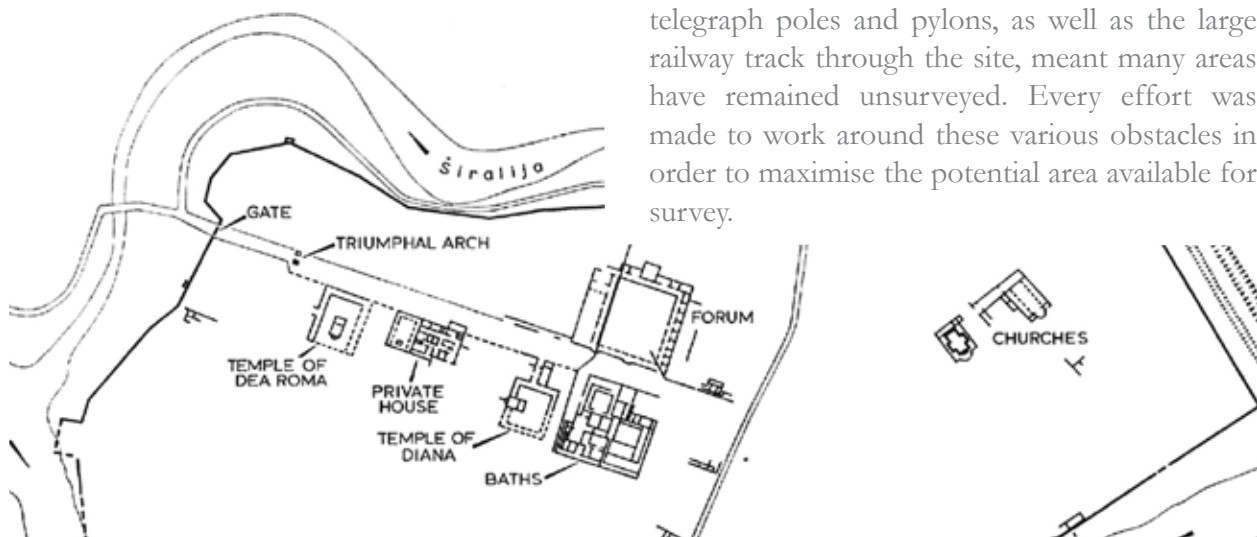
Prekomjerne moderne ruševine na, ili blizu površine zemlje mogu uticati na rezultate, čak i da one moguće istraživanja na određenim područjima.

Ovo se desilo na mnogim djelovima ovog nalazišta. Zbog velikih naslaga kamenja, jaraka od prethodnih iskopavanja, modernih metalnih struktura kao što su telegrafski stubovi i piloni, isto kao i velikih željezničkih šina kroz nalazište, nije bilo moguće istražiti mnoge djelove nalazišta. Mnogi napori su učinjeni oko ovih različitih prepreka da bi se uvećalo potencijalno područje za istraživanje.

The readings were recorded by using a Grad-01 Data Logger. The Bartington Grad601-2 in some circumstances is able to detect buried features up to a depth of 3m (Bartington Instruments 2007).

Excessive modern debris and disturbance on or near the ground surface can affect the results, and make it impossible to survey certain areas.

This was the case in many areas of this site where large rock piles, field boundaries, past excavation trenches and modern metallic structures such as telegraph poles and pylons, as well as the large railway track through the site, meant many areas have remained unsurveyed. Every effort was made to work around these various obstacles in order to maximise the potential area available for survey.



3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1 Magnetometar

Napomena: Linije korištene za identifikovanje objekata u interpretaciji rezultata ne odnose se direktno na veličinu samog objekta, već samo na jačinu magnetnog odgovora objekta koji je snimljen magnetometrom u odnosu na geologiju područja.

Pogledaj slike:

Tab.4: Ukupni rezultati magnetometrije naskali

Tab.5: Ukupni rezultati magnetometrije u boji

Tab.6: Interpretacija ukupnih rezultata magnetometrije

Tab.7: Area A Rezultati magnetometrije na skali

Tab.8: Area A Rezultati magnetometrije u boji

Tab.9: Area A Interpretacija rezultata magnetometrije

Tab.10: Area B Rezultati magnetometrije na skali

Tab.11: Area B Rezultati magnetometrije u boji

Tab.12: Area B Interpretacija rezultata magnetometrije

3.SURVEY RESULTS

3.1 Magnetometer

Note: The lines used to identify the features on the interpretation of results do not directly relate to the size of the feature itself, only to the strength of the magnetic response of an object as recorded by the magnetometer relative to the geology of the area.

See Figures:

Fig.4: Overall Magnetometry Results Greyscale

Fig.5: Overall Magnetometry Results Colour

Fig.6: Overall Magnetometry Results Interpretation

Fig.7: Area A Magnetometry Results Greyscale

Fig.8: Area A Magnetometry Results Colour

Fig.9: Area A Magnetometry Results Interpretation

Fig.10: Area B Magnetometry Results Greyscale

Fig.11: Area B Magnetometry Results Colour

Fig.12: Area B Magnetometry Results Interpretation



Plate. 3 : Bartington Grad 601-2 with operator (photo: S.Hay)

Istraživanje magnetometrom je bilo uspješno u identifikovanju objekata ispod površine, i arheoloških i modernih.

Istraživanje je bilo koncentrisano na dva područja na istoku i zapadu nalazišta. O ova dva područja će se ovdje govoriti odvojeno - područje A i područje B. Područje dostupno za istraživanje je određeno stojećim arheološkim ostacima, ali i mjestima ograničenim ranijim iskopavanjima, velikim naslagama kamenja i metalnim pylonima. Područja gdje su prepreke učinile istraživanje nemogućim, označena su plavom bojom u interpretaciji.

The magnetometer survey was successful in identifying sub-surface features, both archaeological and modern.

The survey of the site was concentrated in two areas in the east and west of the site. These two areas will be discussed separately in this interpretation as Area A and Area B. The area available for the survey was determined by the standing archaeological remains, but in places restricted by previous excavation trenches, large rock piles and metal pylons. The areas where obstacles made it impossible to conduct the survey have been highlighted in blue on the interpretation.



Plate 4: Magnetometry survey in Area A, north of the forum and basilica (photo: L. Pett)

Područje A: Istočno područje

Istočni dio na kome se vršilo istraživanje se nalazilo između stojećih ostataka foruma i bazilike i gradskih zidina. Čitavo nalazište je bilo otvoreno za javnost i postoji dokaz nedavnih aktivnosti na nalazištu, potvrđen raštrkanošću modernih ruševina na djelovima nalazišta. Ova raštrkanost se pokazuje u istraživanju kao širenje dipolarnih anomalija. [M1] + [M2]

Area A: East Area

The east portion of the survey was situated between the standing remains of the forum and basilica and the town walls. The whole site has been open to the public and there was evidence of recent activity on the site as attested by scatters of modern debris in parts of the site. These scatters show up in the survey as spreads of dipolar anomalies [M1] + [M2].



Doclea, Podgorica, Montenegro

Fig. 4 : Overall Magnetometry Results
Greyscale

Archaeological Prospection Service of Belgrade

THE BRITISH SCHOOL AT ROME
VIA DI PIACENZA, 128 - 00147 ROMA

-3SD Mean 3SD

Clip Parameters	
Minimum	-2.5
Maximum	2.5
Contrast	1
Units	Std.Dev

0 30 60m

39.08
34.31
29.53
24.75
19.96
15.20
10.42
5.65
0.87
-3.91
-8.68
-13.46
-18.24 nT

Zemlja u Duklji oko foruma i bazilike se koristi trenutno za uzgajanje ovaca i koza, a možda je ranije korišćena za druge poljoprivredne svrhe. Počevši od istočnog kraja Područja A, postoji grupa linearnih anomalija [M3], [M4] + [M5] označenih zelenom bojom koje idu na istok-zapad. Sve linije prate istu orijentaciju, različitu od one poznate arheologiji. One su takođe prilično nejasnog oblika, pa se ovi lineari ne odnose na pokopane strukture, već možda predstavljaju prošlu kultivisanost ili podjelu zemlje. U odnosu na ove linije, jača anomalija [M6] prati svrstavanje po desnim uglovima do vjerovatnih oznaka brazdi. Na osnovu ovih svrstavanja, moguće je da je ovo otkriće bivša granica polja. Linije brazdi prekrivaju područje ocrtano ovom granicom, gradskim zidovima i putem. Ova pretpostavka je pojačana postojanjem granice na istom svrstavanju [M7] koje je vidljivo iznad površine i odstranjuje mogućnost pogrešne slike sa magnetometra, a ovdje je označena odsustvom očitavanja.

Zakopane strukture u Duklji su dobro reagovale na magnetometriju. Na zapadu ovog područja se nalazi linearna negativna pojava [M8] prateći I.J.I. - Z.S.Z, djelimično vidljiva iznad površine i jasno prati put postojećih drevnih gradskih zidova. Ova pojava je dobar primjer kako se zakopane strukture izgrađene od lokalnog krečnog kamena pojavljuju naspram pozadinske geologije. U drugim područjima gdje postoje pojave koje se pokazuju kao negativna očitavanja, moguće je reći da su napravljene od istog materijala kao postojeći zidovi.

Krećući se ka istoku, postoji mala anomalija [M9] od dvije kratke linije koje se spajaju pod pravim uglovima: ovo bi trebalo da bude ugao zgrade ili sobe. Ona prati istu orijentaciju kao stojeći ostaci na nalazištu, čineći vjerovatnim povezanost ove djelimične pojave sa poznatim rimskim ostacima.

Nastavljajući istočno, postoji grupa efemeralnih linearnih anomalija [M10], od pravilno odvojenih povezanih pojava, postoje dvije linije koje prate S.S.I.-J.J.Z., i dvije druge linije, i jedna kratka linija, vertikalna u odnosu na ove. Ovaj kompleks se izgleda nastavlja ispod osnovnog zida [M12] i može biti viđen kako se nastavlja u linearni [M11] koji se pojavljuje sa druge strane. Pravilnost ano-

The land at Doclea around the forum and basilica is currently used to graze sheep and goats and may have been subject of other agricultural practices at earlier times. Starting at the eastern most end of Area A, there is a group of linear anomalies [M3], [M4] + [M5] marked in green and running east-west. The lines all follow the same orientation, one which is different to that of the known archaeology. They are also quite indistinct in form which suggests that these linears do not relate to buried structures and may instead represent past cultivation or division of the land. In association with these lines, the stronger anomaly [M6] follows an alignment at right angles to the probable plough marks. On the basis of this alignment it is possible that this feature is a former field boundary. The plough lines cover the area delineated by this boundary, the town walls and the road. This hypothesis is strengthened by the existence of a surviving boundary [M7] on the same alignment that is visible above the surface and is so much in evidence that it precluded the possibility of traversing it with the magnetometer and is here marked by the absence of readings.

The buried structures at Doclea responded well to magnetometry. In the west of this area lies a linear negative feature [M8] running ESE-WNW which is partially visible above the surface and clearly follows the route of the existent ancient town walls. This feature acts as a good example to demonstrate how the buried structures built of local limestone are showing up against the background geology. In other areas where there are features showing up as negative readings, it is plausible to suggest that they are built of the same material as the existing walls.

Moving west to east, there is a small anomaly [M9] of two short lines joined and at right angles to each other: this would appear to be the corner of a building or room. It follows the same orientation as the standing remains on the site, making it probable that this partial feature is associated with the known Roman remains.

Continuing east, there is a group of ephemeral linear anomalies [M10] that consist of regularly spaced interrelated features, there are two lines running NNE-SSW, and two long lines, and one short line perpendicular to these. This complex seems to continue beneath the substantial NNE-



malija na zapadnoj strani foruma [M10] pokazuje da su iz rimskog perioda. Relativna slabost očitavanja pokazuje da su zidovi bili mnogo manji ili izgrađeni od manje osjetljivog materijala, ili, vjerovatnije, da su arheološki nalazi zakopani dublje u ovom dijelu nalazišta. Moguće je da je ovaj kompleks iz ranije faze građenja od one na postojećim strukturama na ovom nalazištu, kao što je [M12].

Veliki zid koji se vjerovatno nalazi na vrhu ranije faze građenja [M12] daje veoma jak negativan signal. Ovaj zid je djelimično vidljiv na površini. Na ovom području može biti povezan sa djelimično iskopanim zidom [M13] I.J.I. od [M12] koji je iste širine i nivoa. Kada se uporede sa podacima sa istraživanja, jasno se vidi da su ova dva zida nastavci onih vidljivih u stojećim strukturama do J.J.Z. koja su snimljena prilikom istraživanja građenja.

Na području odvojenim sa dva veća zida u ovom dijelu nalazišta [M12] + [M13] postoji par linearnih pojava u J.Z. uglu [M14], opet pod pravim uglovima jedna prema drugoj, gdje izgleda da se formira zatvoren prostor, vjerovatno soba, sa uporednom veličinom sa sobom koja se nalazi iznad, odmah do J.Z..

Takođe, na ovom području postoje linearne anomalije [M15] + [M16] koje prate Z.S.Z.-I.J.I. stvarajući jak pozitivni signal duž ivica dva iskopana kanala. Vjerovatno označavaju postojanje kanala, više nego arheologija. Oko ivica sjevernog kanala postoji ubjedljiviji skup negativnih linearnih pojava, koji se mogu odnositi na seriju paralelnih zidova ili vjerovatno sobe. Poremećaji izazvani iskopavanjem na ovom području čine teškim donošenje bilo kog čvrstog zaključka o tome da li ova očitavanja predstavljaju zakopane arheološke predmete, ili poremećaje izazvane iskopavanjem.

Prema S.Z. stojećih kompleksa zgrada, postoji serija regularno odvojenih diskretnih pojava sve u liniji [M17], na suprotnom redu postoje tri slične anomalije [M18] koje prate S.I.-J.J.Z., paralelno sa [M12]. Oblik anomalija i razmak između govore da mogu postojati rupe ili osnove za stubove. Jačina očitavanja bliže ih povezuje sa jačim zidovima [M12] + [M13] i moguće je da ove pojave predstavljaju stubište. Međutim, posebno anoma-

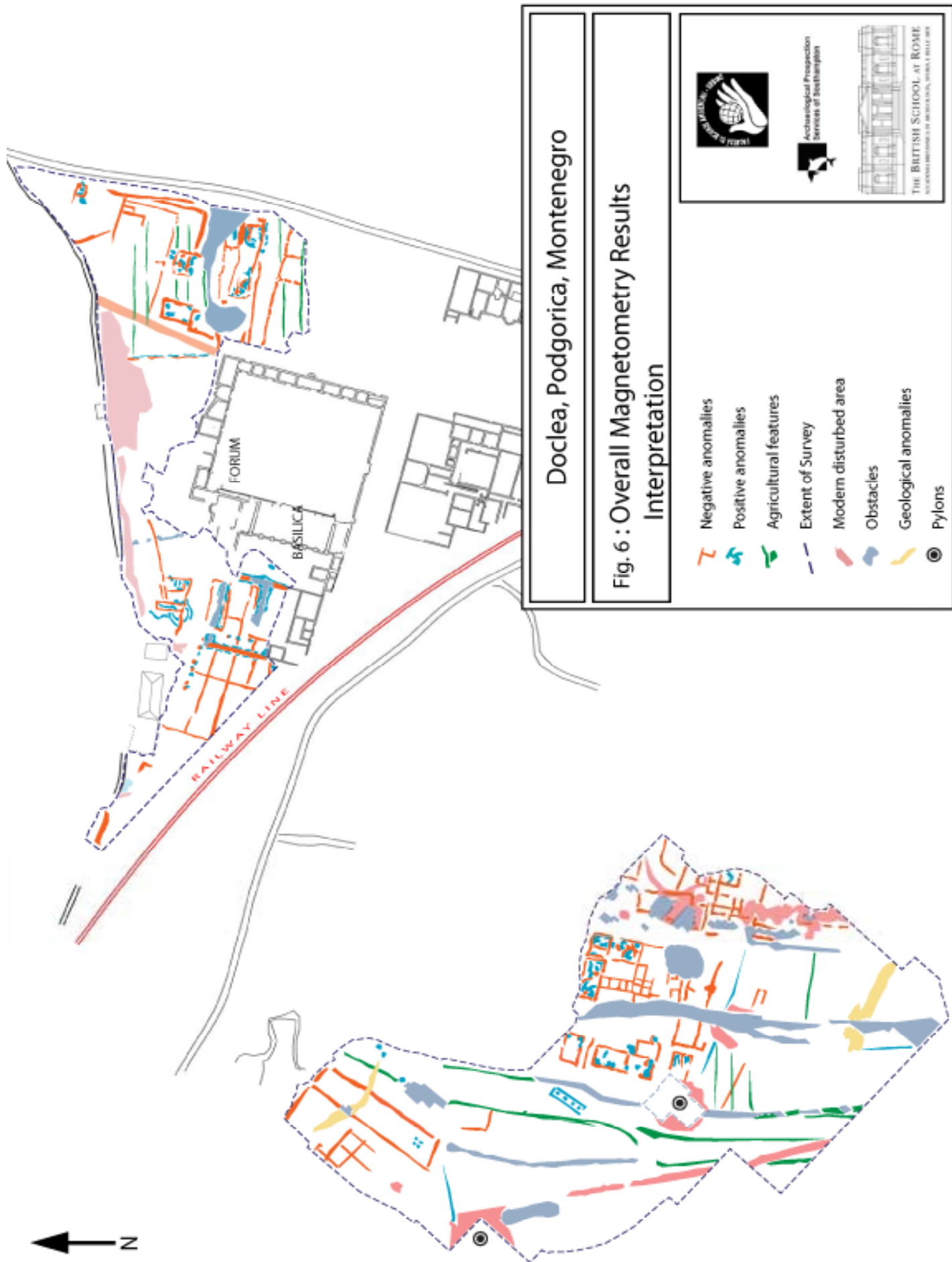
SSW wall [M12] and can be seen to continue in the linear [M11] that emerges on the other side. The alignment and regularity of the anomalies to the west of the forum [M10] suggest that they are of Roman date. The relative weakness of the readings suggests either that the walls were a lot smaller or built out of a less responsive material, or more likely that the archaeology is buried deeper in this part of the site. It is possible that this complex is of an earlier building phase to that of the existing structures on the site, such as [M12].

The large wall possibly sitting on top of an earlier building phase [M12] gave a very strong negative signal. This wall is partially visible on the surface. In this area it can be linked with the partially excavated wall [M13] ESE of [M12] that is of the same width and alignment. When compared with the survey data it is clear that these two walls are continuations of those visible in the standing structures to the SSW that have been recorded by the building survey.

In the area delineated by the two larger walls in this portion of the site [M12] + [M13] there are a pair of linear features in the SW corner [M14], again at right angles to each other that seem to form an enclosed space, possibly a room, of a comparable size to the room that is in existence above ground immediately to the SW.

Also in this area there are linear anomalies [M15] + [M16] running WNW-ESE that create a strong positive signal along the edge of two excavated trenches. It is likely that these results denote the existence of the trenches, rather than archaeology. Around the edge of the northernmost trench there is a more convincing set of negative linear features, which may relate to a series of parallel walls, or possibly a room. The disturbance caused by the excavation of this area makes it difficult to make any firm conclusions about whether these readings represent buried archaeological features, or represent the disturbance caused by excavation.

To the NW of the standing building complex, there are a series of small regularly spaced discrete features all in a line [M17], on the opposite alignment there are three similar anomalies [M18]



lije na sjeveru u ovoj pojavi mogu biti izazvane modernim ruševinama, povezano sa susjednim modernim zgradama.

Prema S.Z. foruma, postoji grupa pojava koje prate rimsku orijentaciju, serija negativnih linija koje čine dva zatvorena područja. Među ovim negativnim anomalijama je grupa pozitivno zakrivljenih linearnih pojava [M20] koje sijeku, ili su presječene negativnim anomalijama [M19]. Prema S.I. ovog kompleksa, na I.S.I.-Z.J.Z. liniji, je jaka negativna pojava [M21] koja se nastavlja nakon granice [M7] i vjerovatno pokazuje period postojeće granice na površini. Linija ove pojava je takođe drugačija od bilo koje druge postojeće arheološke pojave, što govori da pripada drugačijoj fazi.

Postoji velika i nejasna pozitivna pojava [M22] koja ide od J.I. ugla foruma u pravcu S.S.I. Moguće je da ovo takođe predstavlja stariji granični marker. Na Sciottijevoj mapi iz 1907. postoji linija označena na ovoj lokaciji, koja bi mogla biti granica polja. Ili, red ove anomalije podržava teoriju da bi ovo moglo da predstavlja nastavak ulice koja ide S.S.I. duž samog foruma. Postoji dokaz pješacke zone popločane ogromnim krečnjačkim blokovima duž ove I.J.I. ivice foruma, jasno vidljiva na površini.

U krajnjem S.I. dijelu ovog područja, postoji mala efemeralna linearna anomalija [M23] koja vodi J.J.I. od postojećeg stajaćeg gradskog zida. Mada je ova linija u različitom redu prema drugim identifikovanim rimskim strukturama, činjenica da je ova pojava u pravom uglu u ovom dijelu gradskog zida, može značiti da je na neki način povezana sa zidom.

Postoji mali skup povezanih pojava [M24] u S.I. uglu ovog nalazišta. Negativne linearne anomalije bi najvjerovatnije predstavljale zidove, dok koncentracija pozitivnih očitavanja unutar područja oivičenih zidovima pokazuje da je materijal sa velikim magnetnim svojstvima koncentrisan unutar zidova od krečnjačkog kamena. Moguće je da se ova jaka očitavanja odnose na podni omotač koji je opstao unutar zidova, ili srušeni omotač koji se sastoji od cigli i/ili ploča. Ovo je obrazac u rezultatima koji se ponavlja i na drugim mjestima na nalazištu. Duž modernog puta postoji negativna linearna anomalija [M25] koja prati liniju puta. Ova po-

running NNE-SSW, parallel to [M12]. The shape of the anomalies and their spacing suggests that they may be post holes or column bases. The strength of the readings links them more closely with the more robust walls of [M12] + [M13] and it is possible that these features represent a portico. However, particularly the northern anomalies in this feature may be caused by modern debris in association with the adjacent modern building.

To the NW of the forum there is a group of features that follow the Roman orientation, a series of negative lines that form two enclosed areas. Amongst these negative anomalies are a group of positive curved linear features [M20] that cut, or are cut by, the negative anomalies [M19]. To the NE of this complex, on an ENE-WSW alignment, is a strong negative feature [M21] that clearly continues over the boundary [M7] and it is likely that this feature therefore post dates the existing boundary above ground. The alignment of this feature is also different to any of the existing archaeological features which suggest it belongs to a different phase.

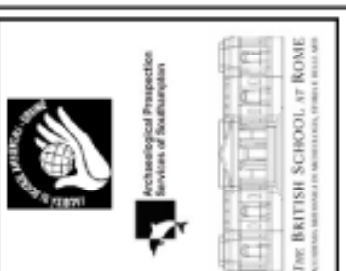
There is a broad and indistinct positive feature [M22] that runs from the SE corner of the forum in a NNE direction. It is possible that this too represents an older boundary marker. On the 1907 Sciotti Map there is a line marked in this location, which could possibly be a field boundary. Alternatively, the alignment of this anomaly supports the theory that this could represent a continuation of the street that runs NNE alongside the forum itself. There is evidence of a walkway paved with large limestone blocks along this ESE edge of the forum that is clearly visible on the surface.

In the extreme NE portion of this area is a small ephemeral linear anomaly [M23] running SSE from the existing standing town wall. Although this line is on a different alignment to the other identifiable Roman structures, the fact that this feature is at right angles to this section of the town wall may mean that it is in some way associated with the wall.

There is a small cluster of associated features [M24] in the NE corner of the site. The negative linear anomalies would most likely represent


Doclea, Podgorica, Montenegro

Fig. 7 : Area A
Magnetometry Results
Greyscale

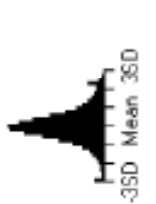


Archaeological Prospection
Services of Southampton

The BRITISH SCHOOL AT ROME
AN INSTITUTION AFFILIATED TO THE BRITISH ACADEMY




40.11
35.16
30.21
25.26
20.32
15.37
10.42
5.47
0.52
-4.43
-9.36
-14.33
-19.28 nT



-3SD Mean 3SD

Clip Parameters	
Minimum	-2.5
Maximum	2.5
Contrast	1
Units	Std Dev



0 30m



java mogla bi biti stvorena ili izgradnjom puta, ili bi mogla biti odgovor na naše istraživanje na prisustvo puta.

Zapadno od modernog puta postoji kompleks negativnih pojava [M26] od linija koje vode Z.S.Z.-I.J.I., i dvije povezane anomalije L-oblika koje bi mogle definisati prostorije. Ove prostorije su smještene unutar veće ograde, vjerovatno definisane prethodno pomenutom pojavom, [M25], povezane sa dvije jako negativne anomalije [M27] pod pravim uglovima jedna ka drugoj koje se pojavljuju na južnoj strani [M26]. Dokaz da ovo može biti dio iste pojave leži u sličnosti jačine očitavanja i linije i pozicije pojave.

Unutar područja vjerovatno definisanim pojavama [M26] + [M27] postoji druga grupa anomalija koje vjerovatno čine stalnu pojavu [M28]. Ovi rezultati su slabije opisani na ovom području, vjerovatno prikazujući nešto od materijala koji ne odgovara dobro na magnetometriju, ili je zakopan dublje. Podudarnost linija u ovom setu anomalija sa poznatom rimskom arheologijom govore da je riječ o sličnim fazama građenja. Iako slaba, očitavanja su negativna, što odgovara rezultatima sa ostalih djelova nalazišta koje identifikuju zakopane rimske strukture.



Na području S.I. od foruma postoje tri pravougaone anomalije [M29], [M30] + [M31]. Istočna anomalija [M29] je prilično stvarna i definisana je sa tri negativne linearne pojave koje mogu predstavljati krečnjačke zidove. Jačina i varijacija očitavanja unutar ovih anomalija navodi na zaključak o prisustvu materijala koji daje jak magnetni

walls, while the concentration of positive readings within the area delineated by walls is indicative that a material of a high magnetic property is concentrated within the limestone walls. It is possible that these strong readings relate to a surviving floor layer within the walls, or a collapse layer consisting of brick and/or tile. This is a pattern in the results that is repeated elsewhere on this site.

Alongside the modern road there is a negative linear anomaly [M25] that follows the alignment of the road. This feature could either have been created with the construction of the road, or it could be the response of our survey to the presence of the road.

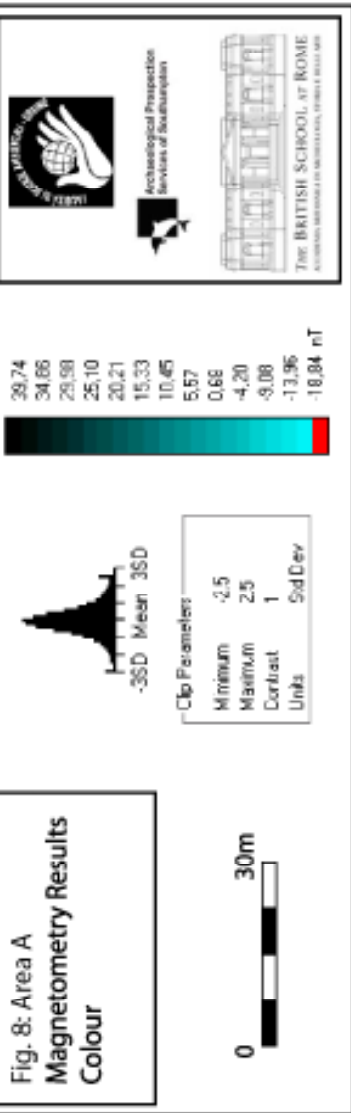
West of the modern road there is a complex of negative features [M26] that consist of a line running WNW-ESE, and two associated L-shaped anomalies that could define rooms. These rooms look to be situated within a larger enclosure possibly defined by the aforementioned feature, [M25], in conjunction with two strongly negative anomalies [M27] at right angles to each other that appear to the south of [M26]. The evidence that these may be part of the same feature lays in the similarity in the strength of the readings and the alignment and position of the features.

Within the area possibly defined by features [M26] + [M27] there are another group of anomalies that probably form a continuous feature [M28]. The results are less well defined in this area, possibly suggesting that this feature is constructed of materials that do not respond well to magnetometry, or are buried deeper. The congruity of the alignment of this set of anomalies with the known Roman archaeology suggests that these features are of a similar building phase. Although faint, the readings are negative, which fits with the results from the rest of the site that identify buried Roman structures.

In the area to the NE of the forum there are three rectangular anomalies [M29], [M30] + [M31]. The eastern-most anomaly [M29] is quite substantial and is defined by three negative linear features that may represent limestone walls. The strength and variation of the readings within these anomalies is suggestive of the presence of

Doclea, Podgorica, Montenegro

Fig. 8: Area A
Magnetometry Results
Colour



0 30m



signal, vjerovatno cigla ili crep. Magnetometar možda bira signal sa poda unutar zgrade ili je to srušeni omotač od cigle ili crijepa. Slična analiza se može primijeniti u pojavama na zapadu [M30] + [M31], mada su rezultati prividni.

Južno od velike hrpe kamenja, postoji još jedna slaba linearna pojava [M32], u istoj liniji sa linearnom pojavom na jugu [M33]. Obje pojave su malo drugačije od ostale poznate rimske arheologije.

Između ove dvije pojave postoji jedna zatvorena anomalija [M34], o čijim karakteristikama oblika sa ostalim pojavama je već govoreno [M24], [M29], [M30] + [M31]. Ovo je pravougaona pojava, jaka očitavanja govore da postoji zgrada gdje je srušen zid od cigli ili crijepa, ili čvrsta podna površina.

Dalje ka jugu, postoji pojava [M35] koja se sastoji od jedne duge linearne anomalije, sa dvije kraće linije koje idu vertikalno. Orijehtacija je u skladu sa poznatim rimskim pojavama, pa je ova pojava vjerovatno iz istog perioda.

Područje B: Zapadno područje

Nakon završetka područja oko foruma što je više bilo moguće, istraživanje je prešlo na potencijalne arheološke ostatke na području zapadno od željezničke pruge.

Istraživanje je bilo uspješno i na ovom području. Bilo je više modernih narušavanja u ovom dijelu nalazišta, zbog metalnih pilona i cijevi duž čitavog područja istraživanja. Gdje je bilo moguće, pokušali smo da održimo pogodnu razdaljinu od ovih modernih pojava da bi ograničili njihov efekat na rezultate. Efekti ovih modernih upada se mogu vidjeti kao veoma jaka očitavanja na zapadnoj strani ovog područja, najočitiji bitni pozitivni rezultati su sa dva metalna pilona [M36] + [M37], i dipolarni rezultat sa cijevi koja ide od zapadne ivice ovog nalazišta. [M38].

Manje osjetljivi, ali jednako važni su naslage stijena i graničnici polja koji su presijekali čitavu pojavu interpretacije [M39] i [M40]. Jasno je kako se ove duge strukture ravnaju sa područjem koje nismo mogli da istražujemo a koje je dio iste pojave. U centralnom dijelu područja postoji grupa slabih anomalija [M41] koje su slične u obliku i

a material that gives a strong magnetic signal, possibly brick or tile. The contained nature of this feature suggests the magnetometer may be picking up the signal of an in situ floor within a building, or it is a more generalised collapse layer of brick and/or tile. A similar analysis could apply to the features to the west [M30] + [M31], although the results are more insubstantial.

Moving south of the large rock pile, there is another faint linear feature [M32], which is on the same alignment as the linear feature to the south [M33]. Both of these features are on a slightly different orientation to the rest of the known Roman archaeology.

Between these two features there is an enclosed anomaly [M34], which shares characteristics with the other features already discussed [M24], [M29], [M30] + [M31]. This is a rectangular feature, with contained strong readings suggesting there is a building within which there is a collapse layer of brick or tile, or a solid floor surface.

Moving south again, there is a further feature [M35] that consists of one long linear anomaly, with two shorter lines running perpendicular. The orientation is consistent with the known Roman features making it plausible that this feature is from the same period

Area B: West Area

After completing as much of the area around the forum as possible, the survey moved to explore the potential for archaeological remains in the area to the west of the railway line

The survey continued to be successful in this area. There was more modern disturbance in this part of the site, with metal pylons and pipelines cutting across the survey area. Where possible we tried to keep a suitable distance from these modern features in order to limit their effect on the results. The effect of these modern intrusions can be seen in the very strong readings visible in the west side of this area, most notably the substantial positive results from the two metal pylons [M36] + [M37], and the dipolar result from a pipeline that follows the western edge of the site [M38].

Doclea, Podgorica, Montenegro

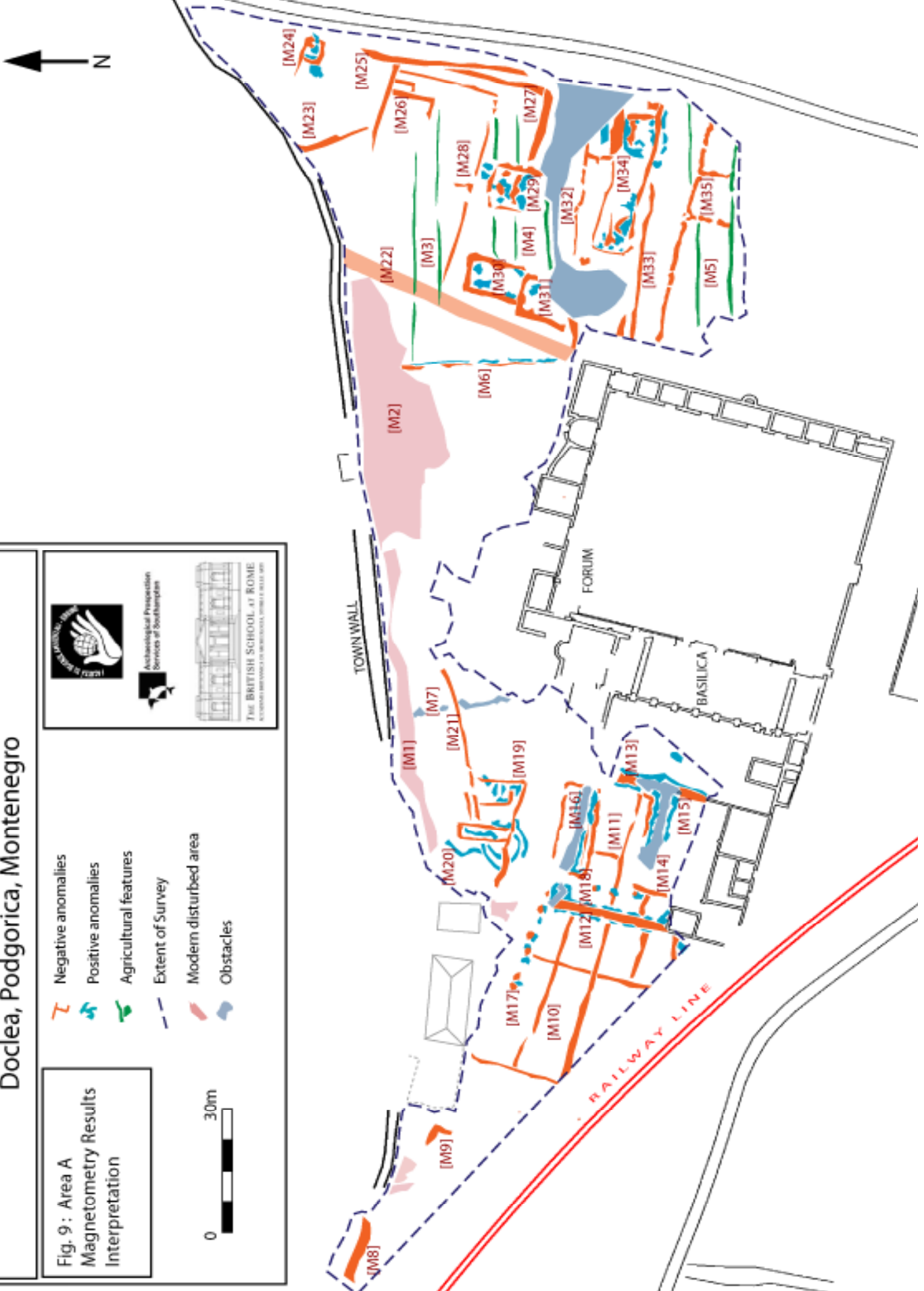
Fig. 9 : Area A
Magnetometry Results
Interpretation

- Negative anomalies
- Positive anomalies
- Agricultural features
- Extent of Survey
- Modern disturbed area
- Obstacles

Institute for Archaeological Prospection
University of Gostoljup

THE BRITISH SCHOOL AT ROME
RESEARCH AND TRAINING IN ITALIAN HISTORY, CLASSICAL AND MEDIEVAL STUDIES

0 30m



prostorno pojavama identifikovanim kao moguće obradive površine u području A, i zato su takođe ovdje identifikovane kao poljoprivredne pojave.

U sjevernoj sekciji područja B postoji pojas ukrštanja pozitivnih i negativnih očitavanja koji oblikuju pomalo zaobljenu i zašiljenu pojavu [M42]. Oblik ove pojave koja je bez strukture i jačina očitavanja nam govore da ovo može biti geološka anomalija. Slična je po karakteru pojava na jugozapadu područja B [M43], veliki i zamašan skup pozitivnih i negativnih očitavanja koja vjerovatno predstavljaju geološku anomaliju.



Plate. 5: View of Area B, looking east across the River Zeta (photo. S. Hay)

Postoji kompleks uskih linearnih anomalija pod pravim uglovima jedna prema drugoj [M44]. Negativna vrijednost očitavanja nam govori da ove pojave predstavljaju zidove napravljene od krečnjačkog kamena, hipoteza potkrijepljena njihovom pravilnom strukturom i orijentacijom. Ove pojave prate istu liniju kao i gradski zid koji još uvijek stoji i ocrtava S.Z. stranu ovog područja nalazišta. Stojeći zid se nalazi na vrhu jaruge koju je probila rijeka, u sličnoj poziciji prema rimskim zidovima dalje prema istoku. Orijehtacija rimske arheologije može biti promjenljiva na ovom području zahvaljujući geografskim preprekama.

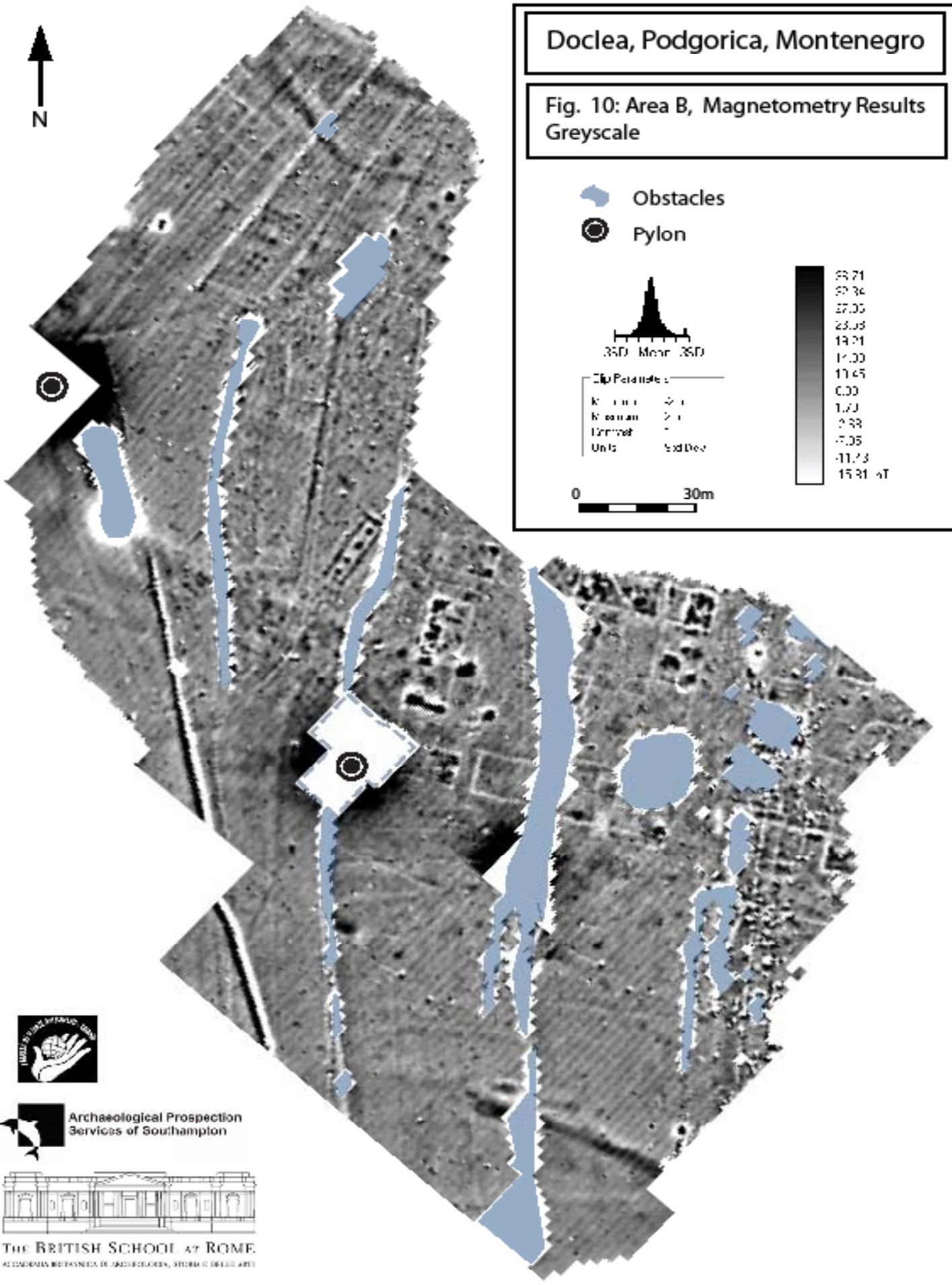
Na ovom području postoji takođe pravolinijsko uređenje pojava [M45] u istoj liniji kao [M44]. J.Z. linearna pojava ove grupe je u liniji sa vidljivim modernim graničnicima polja na nalazištu i mogu zato predstavljati samo zakopani nastavak ove granice, dok sjeverna linearna pojava predstavlja graničnik polja koja je još uvijek vidljiva na površini. Anomalije na S.I. ovog kompleksa prate orijentaciju stajaćeg zida koji stoji na 90° ka stubištu postojećeg gradskog zida na ovom području. Negativna očitavanja su ovdje prilično nejasna i amorfn, i mogu predstavljati efekte zida na

Less responsive, but equally intrusive were the rock piles and field boundaries that crossed the entire site. Where possible these were traversed and the results have been marked as agricultural features on the interpretation [M39] and [M40]. It is clear from how these long structures align with the areas we could not survey that they are part of the same features. In the central portion of the site there are a group of faint anomalies [M41] that are similar in form and spacing to the features identified as possible cultivation marks in Area A, and are therefore also identified here as agricultural features.

In the north section of Area B there is a band of matching positive and negative readings that form a slight curved and tapering feature [M42]. The unstructured shape of this feature and the strength of the readings suggest this may be a geological anomaly. It is similar in character to the feature in the south west of Area B [M43], a broad and unsubstantial band of positive and negative readings that also probably represent a geological anomaly.

There is a complex of narrow linear anomalies at right angles to each other [M44]. The negative value of the readings suggests these features represent walls constructed from limestone, a hypothesis backed up by their regular structure and orientation. These features follow the same alignment as the town wall that is still standing and delineates the NW side of this area of the site. The standing wall is situated at the top of the ravine carved by the seasonal river, in a similar position to the Roman walls further to the east. The orientation of the Roman archaeology could be shifting in this area due to geographical constraints.

There is also in this area a large rectilinear arrangement of features [M45] on the same alignment as [M44]. The SE linear feature of this group is aligned with visible modern field boundaries on site and may therefore represent merely a buried continuation of this boundary, while the northern linear feature represents a field boundary that is still partially visible on the surface. The anomalies in the NE of this complex follow the orientation of a standing wall which exists at 90° to the portion of the town wall



Archaeological Prospection
Services of Southampton



THE BRITISH SCHOOL AT ROME
ACCADEMIA DI SCIENZE DI TORINO (C.I.R.A.E.)

kraju područja. Čitav kompleks [M45] izgleda da se uklapa u modernu vidljivu strukturu područja, kao što su graničnici polja i zidovi, više kao dokaz podpovršinskih rimskih ostataka.

Postoji rasutost pozitivnih anomalija preko ovog sjevernog dijela područja B na [M46], [M47] i [M48]. Očitavanja znače da je ovo izazvano zakopanim materijalima jačeg magnetnog signala nego što su strukture od krečnjačkog kamena koje čine veliki obim pojava na ovom području. Moguće je da predstavljaju moderne prepreke, ili zakopane arheološke pojave napravljene od zapaljivog materijala kao što je cigla ili crijep.

Krećući se južno, postoji pojava u obliku L [M49] negativne magnetne vrijednosti. To može biti povezano sa graničnikom polja, označen zelenom bojom, sa kojim se graniči. Međutim, jačina i vrijednost negativnih očitavanja u ovoj anomaliji, zajedno sa svojom orijentacijom nam govori da postoji mala mogućnost da je to rimska arheologija.

Blizu centralnog dijela područja B postoji veoma velika i karakteristična pojava [M50], koja uključuje pravougaonu ogradu približno 15m x 5m, sa četiri jednake prostorno i jednako jake cirkularne anomalije unutar. Orijehtacija je uglavnom ista kao [M44] + [M45], dok jačina pozitivnih očitavanja nam govori da ovo nije struktura od krečnjačkog kamena, već je napravljena od materijala sa jakim magnetnim signalom. Ova pojava ne prati rimsku liniju i pokazuje pozitivna očitavanja, pošto su zidovi od krečnjačkog kamena u rimskoj fazi stalno na nalazištu. Gdje je bilo moguće ovo je pređeno, a rezultati su označeni kao poljoprivredni negativ. Uzimajući u obzir ova dva faktora, nevjerojatno je da je ova pojava povezana sa rimskom fazom naselja u Duklji.

J.I. dio područja B je bogat podpovršinskim strukturama. Negativne vrijednosti očitavanja koje definišu anomalije su slične po vrijednosti onim očitavanjima o kojima se već diskutovalo u području A. Vjerovatno je da su strukture u području B koje se pojavljuju kao negativna pojava, takođe izgrađene od istog materijala, krečnjačkog kamena.

Jedna grupa zgrada se može jasno razlikovati, uključujući označene strukture [M51], [M52],

extant in this area. The negative readings here are rather vague and amorphous, and may represent the effects of the wall at the end of the area. The whole complex of [M45] seems to fit in to the modern visible structures on the site, such as field boundaries and walls, rather than as evidence of subsurface Roman remains.

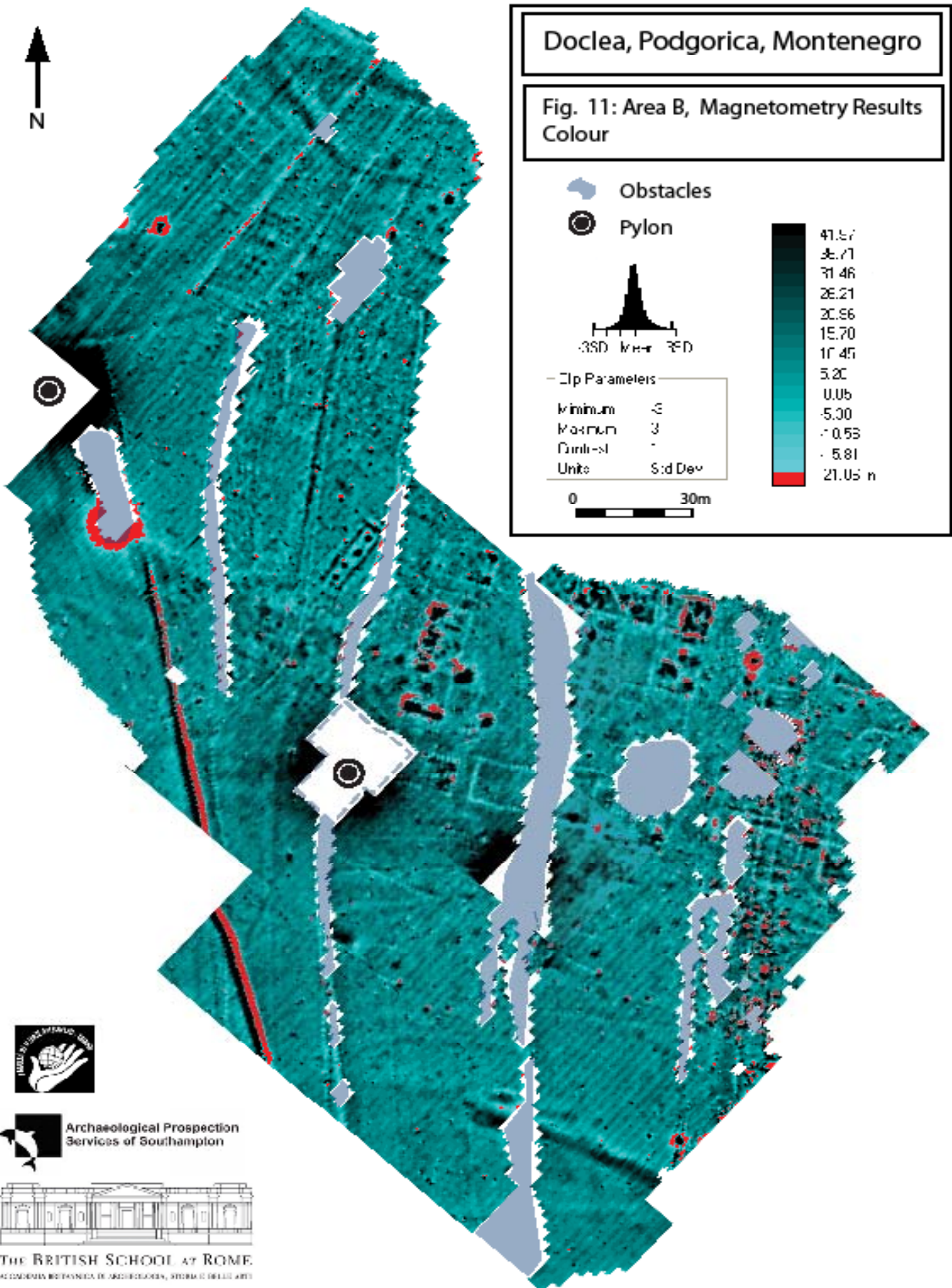
There is a scatter of positive anomalies across this northern portion of Area B at [M46], [M47] and [M48]. The readings mean that these are caused by buried materials of a higher magnetic signal than the limestone structures that make up the bulk of the features in this site. It is possible they represent modern disturbance, or buried archaeological features made of a fired material such as brick or tile.

Moving south, there is an L-shaped feature [M49] of negative magnetic value. It could be associated with the field boundary, marked in green, which it abuts. However the strength and value of the negative readings in this anomaly, along with its orientation suggest there is a slight possibility that it is buried Roman archaeology.

Close to the central section of Area B there is a very large and distinctive feature [M50], comprising a rectangular enclosure of approximately 15m x 5m, with four evenly spaced and equally strong circular anomalies contained within it. The orientation is broadly the same as [M44] + [M45], while the strength of the positive readings suggests that this is not a limestone structure, but is made of a material with a higher magnetic signal. This feature does not follow the Roman alignment, and is showing up as positive readings whereas the limestone walls of the Roman phase are consistently negative. Taking in to account these two factors, it is unlikely that this feature is related to the Roman phase of settlement at Doclea.

The SE part of Area B is rich in subsurface structures. The negative values of the readings that define the anomalies are similar in value to those readings already discussed in Area A. It is likely that the structures in Area B that show up as negative features are also constructed from the same material, limestone.

One group of buildings can be clearly discerned, comprising the structures labelled [M51], [M52],



Archaeological Prospection
Services of Southampton



THE BRITISH SCHOOL AT ROME
ACCADEMIA DI SCIENZE DI SAN CARLO, STRADA IV, 101, 00187 ROMA

[M53], [M54], [M55] i [M56]. Nukleinski karakter ovih pojava nam govore da one razlikuju pravougaoni izolovan blok koji mjeri približno 70 x 80 metara. Postoji broj zatvorenih zgrada grupisanih oko mogućeg dvorišta. Mnoge od struktura imaju veoma velika pozitivna očitavanja u području unutar zidova, na pr. u [M51], [M52], [M53] + [M56]. Materijal otkriven unutar ovih zgrada ima jači magnetizam nego onaj u zidovima kod obližnje geologije. Područja koncentrisanih pozitivnih signala mogu zato predstavljati ili pod unutar soba, ili srušeni omotač krova i zidova koji vode do grupe cigala i crepova unutar zidova zgrade. U S.I. uglu ovog izolovanog dijela, postoji detaljna grupa pojava koja pokazuje još jedno dvorište [M56], okruženo sa najmanje tri velike zgrade sa sjevera i istoka, sa serijom manjih soba ka jugu i zapadu, odvajajući interno dvorište u približnim mjerama 10 x 20 m.

Južni dio ovog izolovanog dijela je podijeljen velikom stijenom koja zaklanja odnos između dvije grupe linearnih pojava [M54] + [M55]. Ove dvije grupe pojava formiraju jednu veliku zgradu, ili možda dvije odvojene strukture odvojene zidom koji leži ispod graničnika polja.

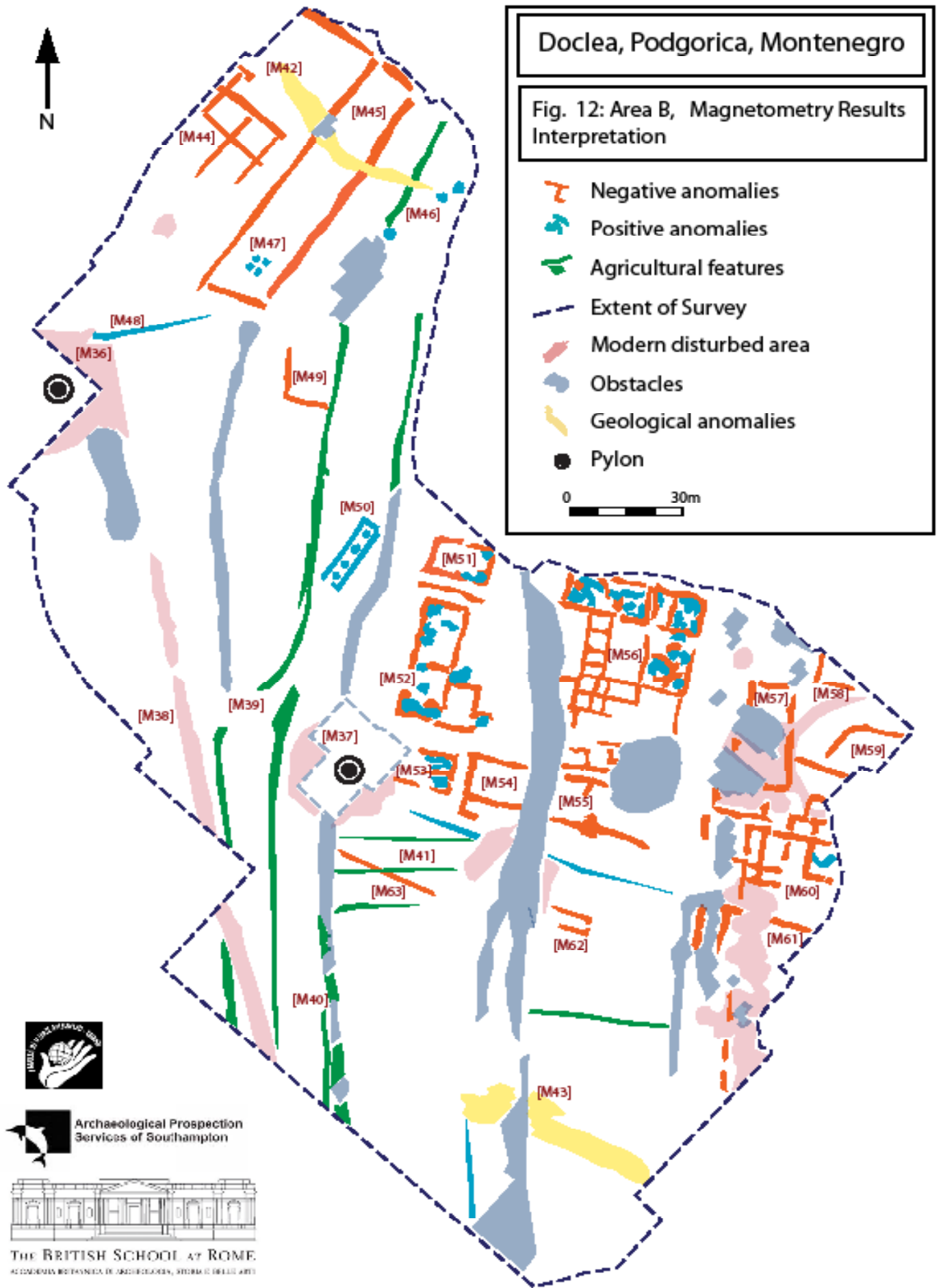
Postoji još jedna grupacija povezanih pojava u J.I. uglu područja B [M57], [M58], [M59], [M60] + [M61]. Čitav ovaj dio područja je veoma jako narušen, ogromnim nanosima betona na površini i povremenim sagrađenim betonskim strukturama koji se vjerovatno odnose na upotrebu nalazišta u ratno doba. Uprkos ovom narušavanju, moguće je definisati neke ubjedljive pravolinijske pojave. Lokacija ove grupe pojava u odnosu na prethodno diskutovane grupacije je sugestivna, predstavljajući drugi mogući izolovani blok. Postoji uski pojas zemlje između ova dva izlovena dijela, koji može predstavljati pravac puta koji se spaja sa *decumanus maximus*. Ne postoji anomalija u rezultatima magnetometra, što vodi direktno do zaključka; međutim, upadljiv nedostatak bilo koje druge anomalije u ovom području definisanim sa dva moguća izolovana dijela čini prisustvo puta veoma vjerovatnim. Orijentacija ovog hipotetičkog puta bi značila susret sa *decumanus* pod pravim uglovima.

Južno od glavnih rimskih kompleksa zgrada se nalaze male, proste pojave, uključujući dvije pa-

[M53], [M54], [M55] and [M56]. The nucleated character of these features suggests that they comprise a rectangular *insula* block measuring approximately 70 x 80 metres. There are a number of enclosed buildings grouped around a possible courtyard. Many of the structures have very high positive readings in the area within the walls, for example at [M51], [M52], [M53] + [M56]. The material detected within these buildings is of a higher magnetism than that of the walls and surrounding geology. The areas of concentrated positive signals could therefore represent either an in situ floor within the rooms, or a collapse layer of the roof and walls leading to a deposit of brick and tile within the walls of the building. In the NE corner of this *insula*, there is a detailed group of features that show another courtyard [M56], surrounded by at least three large buildings to the north and east, with a series of smaller rooms to the south and west delineating an internal courtyard measuring approximately 10 x 20 m.

The south side of this *insula* is bisected by a large rock built field boundary that obscures the relationship between two groups of linear features [M54] + [M55]. These two groups of features may form a single large building, or maybe two separate structures that are separated by a wall that lies beneath the field boundary.

There is another grouping of interrelated features in the SE corner of Area B [M57], [M58], [M59], [M60] + [M61]. This whole portion of Area B is very heavily disturbed, by large deposits of concrete on the surface and occasional built concrete structures possibly relating to wartime use of the site. Despite this disturbance it is possible to define some convincing rectilinear features. The location of this group of features in relation to the previously discussed grouping is suggestive of this representing a second possible *insula* block. There is a narrow strip of land between these two *insulae* that may represent the course of a road running up to meet the *decumanus maximus*. There is no anomaly in the magnetometer results that leads to this conclusion directly, however the conspicuous lack of any other anomaly in this area defined by two possible *insulae* makes the presence of a road highly likely. The orientation of this hypothesised road would mean it would meet the *decumanus* at right angles.



ralelne linearne pojave [M62] koje, izgleda, čine pravougaonu ogradu koja prati istu orijentaciju kao rimski ostaci.

Zapadno postoji finalna negativna linearna pojava [M63] pod malo kosim uglom prema ostalim pojavama. Može biti da [M62] + [M63] su obje slabe pojave zbog toga što su dublje pod zemljom na ovom dijelu nalazišta, ili možda prosto predstavljaju efemerniju arheološku pojavu.

4. Diskusija i zaključci

Istraživanje je bilo uspješno u identifikovanju podpovršinskih pojava, i modernih i arheoloških. Moderne zgrade na nalazištu, piloni i graničnici polja, ograničili su područje dostupno za istraživanje i povremeno ometali mogućnost otkrivanja zakopanih arheoloških pojava.

Najznačajnije i najlakše identifikovane pojave otkrivene tokom ovog istraživanja su sigurno iz rimskog perioda. Orijetacija rimskih ostataka iznad zemlje čini lakšim identifikaciju struktura ispod zemlje, koje su vjerovatno iz istog perioda.

Područje A

Očekivalo se da će područje A dati neke važne strukture. Mada su se neke značajne pojave mogle identifikovati istočno i zapadno od foruma i bazilike, one su manje definisane nego bilo gdje na nalazištu. Munro zapaža da je nalazište bilo stalno eksploatisano od lokalnog stanovništva, koje je koristilo rimske ostatke kao izvor za veliko kamenje za gradnju (Munro 1896, 11). Vjerovatno je blizina ostataka visokog profila značila da je ovo područje privlačilo veću pažnju i zato je bilo više narušavanja od većine drugih područja na nalazištu. Posljednje aktivnosti su doprinijele ovoj tvrdnji, kao i to da je području sjeverno od foruma zbog jarkova, bilo nepogodno za istraživanje.

Područje B

Zapadno od željezničkih šina ima nekoliko značajnih struktura. Velika cijev dijeli zapadnu stranu nalazišta. Arheološki ostaci su koncentrisani na istočnom dijelu ovog područja, bliže željezničkim šinama.

Priroda gradskog kompleksa govori da su najodređenije zgrade u području B izolovani blok, a istraživanje može otkriti vrh drugog izolovanog

To the south of the main building complexes of roman buildings are a couple of small simple features, including two parallel linear features [M62] that seem to form a rectangular enclosure that follows the same orientation as the Roman remains.

To the west there is a final negative linear feature [M63] at a slight oblique angle to the other features. It may be that [M62] + [M63] are both fainter features due to being buried deeper at this end of the site, or they may simply represent a more ephemeral archaeological feature.

4. Discussion and Conclusions

The survey was successful in identifying subsurface features, both modern and archaeological. The modern buildings on the site, pylons and field boundaries, restricted the area available for survey and occasionally obstructed the possibility of revealing buried archaeological features.

The most significant and easily identifiable features discovered over the course of this survey are almost certainly of Roman date. The orientation of the Roman remains above ground makes it easier to identify those structures below ground that are likely to be of the same period.

Area A

It was expected that Area A would yield some important structures. Although some significant features could be identified to the east and west of the forum and basilica, they are less well defined than elsewhere on site. Munro remarks that the site has been consistently exploited by the local population, who have used the Roman remains as a quarry for large building stone (Munro 1896, 11). It is likely that the proximity to the high profile remains has meant that this area has been subject to greater attention and therefore greater disturbance than the more removed areas of the site. Recent activity has contributed to this bias, as much of the area north of the forum was made unsuitable for survey by excavated trenches.

Area B

To the west of the railway track the majority of the area yielded few significant structures. A large pipeline bisects the west side of the site. The archaeological remains are concentrated in the

bloka na jugu, uprkos značajnim ometanjima betonskih konstrukcija. Nažalost, područje između ovih novih otkrića i stojećih ostataka je uveliko prekriveno putem, željeznicom ili deponijom smeća.

Zgrade koje čine ovaj izolovani dio su veoma jasne i dobro definisane, posebno širenje jakih pozitivnih očitavanja unutar negativnih zidova govore da vjerovatno postoje na podnoj površini, ili u porušanim ciglama i crijepovima. Dobra očuvanost ovih ostataka je vjerovatno djelimična zbog udaljenosti između ovog područja i vidljivih struktura foruma, bazilike i gradskih zidova. Plan zgrada u ovom izolovanom dijelu vodi, ne do određenog zaključka, koliko do funkcija u ovom području.

Izolovani dio bi jednako mogao obuhvatiti kako privatne, tako i javne zgrade. Relativna blizina gradskom centru, međutim, mogla bi sugerisati da bi one, ako ne javne strukture, mogle biti privatne strukture visokog statusa. Rezultati ovog istraživanja pokazuju mogućnost da se vidi iza gradskog centra i javnih zgrada, i da se otkriju privatne četvrti.

eastern portion of this area, closer to the railway track.

The contained nature of the building complex suggests that most definite buildings in area B are an *insula* block, and the survey may have discovered the top of a second *insula* block to the south, despite significant disturbance by concrete constructions. Unfortunately the area between these new discoveries and the standing remains is largely covered by the road, railway and rubbish dump.

The buildings that make up this *insula* are very clear and well defined, and the particular spread of strong positive readings contained within the negative walls suggests that there is very likely to be in situ floor surfaces, or significant collapse layers of brick and tile. The good preservation of these remains is probably in part due to the distance between this area and the visible structures of the forum, basilica and town walls. The plan of the buildings in this *insula* leads to no definite conclusion as to the function of this area.



Plate. 6: Roman column used in a field boundary (photo: S.Hay)

Istraživanje je sigurno identifikovalo većinom zapadni dio grada. Postoji veoma očigledno ograničenje u vezi dokaza za zgrade u području B. Nepovezana priroda ovog ograničenja govori da predstavlja istinsku širinu rimskog grada. Između izgrađenog područja grada, i ivice grada na kojoj su gradski zidovi i rječni kanjoni, postoji veliko nerazvijeno područje. Moguće je da se ova zemlja koristila za poljoprivredne aktivnosti koja se dešavala unutar gradskih zidina, što bi bacilo svjetlo na to kako je grad Duklja funkcionisao u antičko doba.

Zaključak je da je istraživanje dosta osvijetlilo prethodno nepoznati dio drevnog grada Duklje. Rezultati su pokazali kako se magnetometrija može koristiti za brzo otkrivanje širine i karaktera pod površinskih ostataka. U Duklji, gdje je prethodni fokus studija bio potpuno na, ili monumentalnim zgradama gradskog centra, ili na nekropolu, ovo istraživanje je počelo da identifikuje potencijalne privatne kuće, saznanje koje je od velike važnosti za razumijevanje oblika i funkcije *municipio* Duklje tokom rimskog perioda.



Plate. 7: The River Zeta (photo: S.Hay)

5. Preporuke

Jedan od ciljeva ovog istraživanja je da testira odgovor podzemne arheologije u Duklji u odnosu na tehniku geofizičkog istraživanja. Kao što je rečeno, istraživanje je donijelo neke veoma impresivne rezultate u ovom preliminarnom dijelu radova.

U svjetlu ovih rezultata, prva preporuka mora sigurno biti proširenje magnetometrijskog istraživanja da bi se pokrilo čitavo dostupno područje drevnog grada. Do sada, samo gradski centar je detaljno ispitan, i ovo istraživanje je pokazalo potencijal šireg dijela grada, stvarajući oblik i formu i identifikujući moguća područja stanovanja. U isto vrijeme, nastavak topografskog istraživanja bi bio

The *insula* could equally comprise domestic as well as public buildings. The relative proximity to the civic centre however, could suggest that if not public structures, then they could be private structures of high status. The results of this survey show that there is potential to see beyond just the civic centre and the public buildings, to discover the domestic quarters.

The survey certainly seems to have identified the western-most extent of the town. There is a very obvious limit to the evidence for buildings in Area B. The abrupt nature of this limit would suggest that it represents the genuine extent of the Roman town. Between the built up area of the town, and the edge of the area delimited by the town walls and river gorges, there is a large area of undeveloped land. Potentially this land could have been used for agricultural activity that took place within the walls of the town itself, which could shed light on how the town of Doclea functioned in antiquity.

In conclusion, the survey has successfully brought to light a previously unknown portion of the ancient town of Doclea. The results have shown how magnetometry survey can be utilised to swiftly reveal the extent and character of subsurface remains. At Doclea where the previous focus of study has been fully on either the monumental public buildings of the civic centre or the outlying necropoli, this survey has begun to identify potential domestic buildings, knowledge of which is vital to understanding the form and function of the *municipio* of Doclea during the Roman period.

5. Recommendations

One of the aims of this survey was to test the response of the buried archaeology at Doclea to the technique of geophysical survey. As has been discussed above, the survey yielded some very impressive results in this preliminary season of work.

In light of these results, the first recommendation must surely be to extend the magnetometry survey to cover all of the available area of the ancient town. So far, only the civic centre of the town has been investigated in any great detail, and this survey has shown the potential for planning the

osnova za razumijevanje konteksta geofizičkih rezultata.

Drugo, mora se jako brinuti o zaštiti podzemne arheologije, jednako kao o istorijskim ostacima. Imajući ovo u vidu, dalje geofizičko istraživanje je imperativ, prvenstveno u već čistim područjima, da bi se definisala veličina nalazišta kao cjeline i identifikovala najvitalnija područja za zaštitu.

Međutim, ovo područje će biti ograničeno velikim količinama otpada i detritusa, što može ometati magnetometrijske rezultate. Predložili bismo da se uloži napor i da se nalazište očisti gdje je moguće, da bi područje dostupno za istraživanje bilo maksimalizovano.

Iskopavanje bi bilo korisno; rezultati će doći do geofizičkih istražitelja i pomoći im da bolje razumiju rezultate originalnog istraživanja. Interpretacija geofizičkih istraživanja je često privremena i mnogo toga se može dobiti iz integrisanog pristupa.

6. Izjava o naknadi

Dok se trudilo da se osigura da interpretacija istraživanja predstavi tačnu indikaciju prirode podpovršinskih ostataka, svaki zaključak izveden iz rezultata formira subjektivno ispitivanje podataka. Geofizičko istraživanje rukovodi kolekcijom podataka koji se odnose na varijacije po formi i prirodu tla. Ovo može otkriti određene arheološke pojave, a možda ne može snimiti čitav prisutni materijal. Mora se istaći da je ponekad teško dati tačnu interpretaciju odgovora unutar malog područja.

Zahvalnost

Želim da izrazim iskrenu zahvalnost svima koji su učinili ovaj projekat mogućim. Prof. Serđu Rinaldu Tufiju, pozivajući nas od samog početka projekta, i Srđi Mirkoviću, na pomoći oko organizacije. Želim da izrazim zahvalnost i gradonačelniku Podgorice, dr Miomiru Mugoši, zato što nam je omogućio da radimo na ovom izvanrednom nalazištu. Bez njih naša uloga ne bi bila moguća.

Želio bih da se zahvalim dr Lauri Baratin, sa Fakulteta ambijentalnih nauka na Univerzitetu u Urbinnu za nesebično dijeljenje rezultata njihovog istraživanja sa nama; njihov rad je bio osnova za lociranje i interpretaciju naših geofizičkih rezultata.

Želio bih da se zahvalim svima koje smo sreli u Crnoj

wider townscape, mapping its form and layout and identifying possible areas of habitation. At the same time, continuation of the topographic survey would be fundamental to understanding the context of the geophysical results.

Secondly, it is recommended that every care be taken to protect the buried archaeology as well as the historic remains. With this in mind, further geophysical investigation would be imperative, primarily in the already clear areas, in order to define the extent of the site as a whole and identify the areas most vital to protect.

However, this area would be restricted by the large amounts of refuse and general detritus on the site, which can obscure magnetometry results. We would suggest every effort be made to clear the site where possible in order to maximise the area available for survey.

Excavation would be useful; the results should be fed back in to the geophysical surveyors to enhance their understanding of the original survey results. Interpretation of geophysical surveys is often tentative and much can be gained from an integrated approach.

6. Statement of Indemnity

Whilst every effort has been made to ensure that the interpretation of the survey presents an accurate indication of the nature of subsurface remains, any conclusions derived from the results form a subjective assessment of the data. Geophysical survey facilitates the collection of data relating to variations in the form and nature of the soil. This may only reveal certain archaeological features, and may not record all the material present. It must be stressed that accurate interpretation of responses within small areas can prove difficult.

Acknowledgements

I wish to extend sincere thanks to everyone who helped make this project possible. To Prof. Sergio Rinaldi Tufi for inviting our involvement from the outset, and to Srđja Mirkovic for helping with the arrangements. I wish to express our gratitude to the Mayor of Podgorica, Dr. Miomir Mugosa, for providing us with the opportunity to work on such an incredible site. Without them our role in the project would never have been possible.

Gori na ljubaznosti prema nama, a posebna zahvalnost Zorici Mrvaljević, direktoru Muzeja u Podgorici, što nas je uključila u projekat "Nova antička Duklja". Takođe, želim da izrazim najveću zahvalnost Draganu Radoviću za neprocjenjivu pomoć kao projekt menadžer, predstavnik za štampu i vodič. Veoma smo zahvalni na njegovom trudu da naš boravak u Crnoj Gori bude veoma prijatan.

Puno savjeta i pomoći smo dobili od mnogo ljudi vezano za završetak ovog istraživanja. Međutim, posebno sam zahvalan profesorima Sajmonu Keju i Endrju Valas-Hedrilu iz Britanske škole u Rimu na njihovoj podršci i obrabrenju za program ovog geofizičkog istraživanja.

Konačno, uspjeh ovog i mnogih drugih istraživanja nije bio moguć bez posvećenog tima profesionalaca iz Britanske škole u Rimu i Univerziteta u Sautemtonu. Zato moja duboka zahvalnost Sofi Kej i Stivenu Keju za njihov ogroman i naporan rad, bezrezervnu podršku i neodoljivi humor.



Dodatak 1: Detalji strategije istraživanja

Datum istraživanja: 15 – 31 oktobar

Nalazište: Duklja

Lokacija: Podgorica, Crna Gora

Geografska dužina/geografska širina:
19°15'55.77"E / 42°28'6.98"N

Istraživač: Britanska škola u Rimu i Arheološke istraživačke usluge u Sautemptonu

Personal: Sofi Hej (APSS), Stiven Hej i Leoni Pet (BSR)

Geologija: Conglomerate Strata

Stanje tla: Dobra drenaža

Korišćenje zemlje: Miksovan, pašnjak

Tip istraživanja: Magnetometrijsko istraživanje

Instrument: Bartington Grad 601-2 Dual Fluxgate Gradiometer

Veličina područja: 5 hektara

Veličina mreže: 30 x 30

Poprečni interval: 0.5m

Interval očitavanja: 0.25m

I would like to thank Dr. Laura Baratin, from the Facoltà di Scienze Ambientali at the Università di Urbino for generously sharing the results of their survey work with us; their work was integral in helping to locate and interpret our geophysics results.

I would like to thank everyone we met whilst staying in Montenegro for the hospitality extended to us, and in particular thank Zorica Mrvaljevic, the Director of the Museum of Podgorica, for involving us in the "New Ancient Doclea" project. Also, I extend my greatest thanks to Dragan Radovic for his invaluable help as Project Manager, Press Officer and Guide. We are hugely grateful for his kind attention in making our stay in Montenegro so hugely enjoyable.

Considerable advice and assistance was received from a number of people in the completion of this survey. However, I am particularly grateful to Professors Simon Keay and Andrew Wallace-Hadrill of the British School at Rome for their support and encouragement for this geophysical survey research programme.

Finally, the success of this and many other surveys is to the merit of a dedicated team of professionals based at the British School at Rome and the University of Southampton. I therefore offer my profound thanks to Sophie Hay and Stephen Kay for their immense hard work, unfailing support and infallible good humour.

Appendix 1 : Details of survey strategy

Dates of Survey : 15th – 31st October

Site : Doclea

Location: Podgorica, Montenegro

Longitude/Latitude : 19°15'55.77"E /
42°28'6.98"N

Surveyor : British School at Rome and Archaeological Prospection Services of Southampton

Personnel : Sophie Hay (APSS), Stephen Kay and Leonie Pett (BSR)

Geology : Conglomerate Strata

Soil condition : Well drained

Land use : Mixed, Pasture

Survey Type : Magnetometer survey

Instrument : Bartington Grad 601-2 Dual Fluxgate Gradiometer

Area size : 5 hectares

Grid size : 30 x 30

Traverse Interval : 0.5m

Reading Interval : 0.25m

Dodatak 2: Arheološke istraživačke tehnike koje koriste Britanska škola u Rimu (BSR) i Arheološke istraživačke usluge u Sautemptonu (APSS)

Sledeći dodatak predstavlja sažetak istraživačkih metoda, implementiranih od BSR i APSS da bi se odredila veličina i priroda podpovršinskih arheoloških struktura, ostataka i pojava. Metodologija koju koriste BSR i APSS ističe integraciju geofizičkog, geohemijskog i topografskog istraživanja da bi se dobilo dublje razumijevanje određenog nalazišta ili pejzaža.

2.1 Geofizičko istraživanje

Velik broj različitih geofizičkih istraživačkih tehnika arheolozi mogu primijeniti da bi se zabilježili ostaci podpovršinskih arheoloških struktura. Magnetometrijsko istraživanje se uglavnom koristi kao relativno brza i efikasna istraživačka tehnika. (Gaffney *et al.* 1991: 6), pogodna za otkrivanje peći, ognjišta i rovova, ali takođe i zidova, posebno kada je keramički materijal korišten za izgradnju. Na područjima modernih narušavanja, međutim, tehnika je ograničena količinom materijala od gvožđa. Istraživanje otpornosti koristi više vremena i uglavnom je uspješno u lociranju zidova, rovova, popločanih područja i ograda, a aplikacija otpornosti tomografije dozvoljava da se ove pojave snime na različitim dubinama. BSR i APSS takođe implementiraju topografsko istraživanje na potencijalnim područjima, da snime važne informacije koje se tiču lokacije nalazišta.

2.1.1 Istraživanje otpornosti

Istraživanje otpornosti se zasniva na sposobnosti podpovršinskih materijala da provode električnu energiju. Svi materijali će dozvoliti prolazak električne energije kroz njih u manjem ili većem obimu. Postoje ekstremni slučajevi provodnih i neprovodnih materijala (Scollar *et al.* 1990: 307), ali razlike u strukturalnom i hemijskom sastavu tla znače da postoje različiti stepeni otpornosti ka električnoj energiji (Clark 1996: 27).

Tehnika je bazirana na propuštanju struje iz sondi u zemlju da bi se izmjerile varijacije u otpornosti na području istraživanja. Otpornost se mjeri u omima (Ω), otpor u datom volumenu zemlje se mjeri om-metrima (Ω/m).

Četiri sonde se uglavnom koriste za električno profilisanje (Gaffney *et al.* 1991: 2), dvije u toku, a dvije potencijalne sonde. Istraživanje se

Appendix 2: Archaeological prospection techniques utilised by the British School at Rome (BSR) and the Archaeological Prospection Services of Southampton (APSS)

The following appendix presents a summary of prospection methods, implemented by the BSR and the APSS to determine the extent and nature of sub-surface archaeological structures, remains and features. The methodology usually applied by the BSR and APSS places an emphasis on the integration of geophysical, geochemical and topographic survey to facilitate a deeper understanding of a particular site or landscape.

2.1 Geophysical Prospection

A number of different geophysical survey techniques can be applied by archaeologists to record the remains of sub-surface archaeological structures. Magnetometer survey is generally chosen as a relatively time-saving and efficient survey technique (Gaffney *et al.* 1991: 6), suitable for detecting kilns, hearths, ovens and ditches, but also walls, especially when ceramic material has been used in construction. In areas of modern disturbance, however, the technique is limited by distribution of modern ferrous material. Resistivity survey, while more time consuming is generally successful at locating walls, ditches, paved areas and banks, and the application of resistance tomography allows such features to be recorded at various depths. The BSR and APSS also implement topographic surveys over areas of prospection, to record important information concerning the location of the site. A summary of the survey techniques is provided below.

2.1.1 Resistivity Survey

Resistivity survey is based on the ability of sub-surface materials to conduct an electrical current passed through them. All materials will allow the passing of an electrical current through them to a greater or lesser extent. There are extreme cases of conductive and non-conductive material (Scollar *et al.* 1990: 307), but differences in the structural and chemical make-up of soils mean that there are varying degrees of resistance to an electrical current (Clark 1996: 27).

The technique is based on the passing of an electrical current from probes into the earth

može izvesti korišćenjem različitog broja nizova sonde: dupla sonda, Wenner, Double-Dipole, Schlumberger i četvrtasti niz.

Niz koji koriste BSR i APSS koristi Geoscan istraživački RM15 otpornost metar u formaciji sonde sa duplim elektrodama. Ovaj niz je najpopularnija konfiguracija koja se koristi u britanskoj arheologiji (Clark 1996; Gaffney *et al.* 1991: 2), i obično podrazumijeva 0.5m razmaka između mobilnih sonde. Detalji metodologije istraživanja se razmatraju svuda (Geoscan Research 1996).

Brojni faktori mogu uticati na interpretaciju rezultata kod istraživanja sa duplim sondama, uključujući prirodu i dubinu struktura, tip tla, teren i lokalne klimatske uslove. Odziv na nearheološke pojave može voditi ka pogrešnoj interpretaciji rezultata, ili skrivanju arheoloških anomalija. Niz od dvije sonde od 0.5m će rijetko prepoznati pojavu ispod dubine od 0.75m (Gaffney *et al.* 1991). Bitnije pojave može registrovati do dubine od 1m. Sa nizovima duplih sonde između 25m i 2m, procedure su slične onim od 0.5m. Mada promjene u vlažnosti sadržaja tla, isto kao i temperaturne varijacije, mogu uticati na oblik anomalija koje su prisutne u rezultatima istraživanja otpornosti, generalno govoreći, pojava sa većom otpornošću se interpretiraju kao strukture koje imaju ograničen sadržaj vlage, na primjer zidovi, humke, rupe, šljunkovite jame, i popločana ili kaldrmisana područja. Anomalije sa nižom otpornošću obično predstavljaju pokopane rovove, temelje, jame i jarkove. Kao dodatak normalnoj metodi istraživanja sa dvije elektrode, Geoscan istraživački MPX15 multiplexer se može koristiti sa otpornostmetrom, dopuštajući da se višestruki profili otpornosti snime istovremeno, ili da se tomografija otpora izvede na dubini od 1.5m. APSS uglavnom istražuje, sa konfiguracijom duplih elektroda, do rezolucije od 1 ili 0.1 Ω , sa očitavanjem na svakih metar, ili pola metra.



Plate. 8: Setting the parameters and balancing the Bartington Grad 601-2 at Doclea (photo: S.Hay)

to measure variations in resistance over a survey area. Resistance is measured in ohms (Ω), whereas resistivity, the resistance in a given volume of earth, is measured in ohm-metres (Ω/m).

Four probes are generally utilised for electrical profiling (Gaffney *et al.* 1991: 2), two current and two potential probes. Survey can be undertaken using a number of different probe arrays; twin probe, Wenner, Double-Dipole, Schlumberger and Square arrays.

The array used by the BSR and APSS utilises a Geoscan Research RM15 Resistance Meter in twin electrode probe formation. This array represents the most popular configuration used in British archaeology (Clark 1996; Gaffney *et al.* 1991: 2), usually undertaken with a 0.5m separation between mobile probes. Details of survey methodology are dealt with elsewhere (Geoscan Research 1996).

A number of factors may affect interpretation of twin probe survey results, including the nature and depth of structures, soil type, terrain and localised climatic conditions. Response to non-archaeological features may lead to misinterpretation of results, or the masking of archaeological anomalies. A twin probe array of 0.5m will rarely recognise features below a depth of 0.75m (Gaffney *et al.* 1991). More substantial features may register up to a depth of 1m. With twin probe arrays of between 0.25m and 2m, procedures are similar to those for the 0.5m twin probe array.

Although changes in the moisture content of the soil, as well as variations in temperature, can affect the form of anomalies present in resistivity survey results, in general, higher resistance features are interpreted as structures which have a limited moisture content, for example walls, mounds, voids, rubble filled pits, and paved or cobbled areas. Lower resistance anomalies usually represent buried ditches, foundation trenches, pits and gullies. In addition to the normal twin electrode method of survey, a Geoscan Research MPX15 multiplexer can be utilised with the Resistance Meter, allowing multiple profiles of resistivity to be recorded simultaneously, or resistance tomography to be carried out up to a depth of 1.5m. APSS generally survey, as with the twin electrode configuration, to a resolution of 1 or 0.1 Ω , with readings every metre or half metre.

2.1.2 Magnetno istraživanje

Magnetno istraživanje tla se zasniva na mjerenju razlika u magnitudama zemljinog magnetnog polja na tačkama specifičnog područja. Posebno sadržaj sa gvožđem u tlu obezbjeđuje osnovu za postojanje magnetizma. Prisustvo magnetita, maghemita i hematita gvožđe oksida utiču na prisustvo magnetita u tlu. Mada su varijacije u zemljinom magnetnom polju koje se povezuju sa arheološkim pojavama slabe, posebno kada se uzme u obzir ukupna snaga magnetnog polja od oko 48,000 nanoTesla (nT), one mogu biti otkrivene korišćenjem specifičnih instrumenata (Gaffney *et al.* 1991).

Tri osnovne vrste magnetometra su dostupne arheolozima: proton magnetometri, fluksgejt gradiometri i alkalni parni magnetometri (takođe poznati kao cezijum magnetometri, ili optički magnetometri). Fluksgejt instrumenti se zasnivaju na visoko propustljivom niklovanom čeličnom jezgrovitom nizu, (Scollar *et al.* 1990: 456), koji je magnetisan zemljinim magnetnim poljem, zajedno sa naizmjeničnim poljem koji se koristi preko primarnog namotavanja. Jedan fluksgejt ne može biti korišten sam, pošto ne može da se drži pod konstantnim uglom prema zemljinom magnetnom polju. Gradiometri zato imaju dva fluksgejta, pozicionirana vertikalno i učvršćena jedan prema drugom. Ovo smanjuje efekte orijentacije instrumenta na očitavanje.

Arheološke pojave kao što su zid od cigala, ognjišta, peći i građevinski materijal će se predstaviti u rezultatima, isto kao kratkoročne promjene u tlu, dozvoljavajući lociranje temelja, jama i jarkova. Rezultati su, međutim, krajnje zavisni od geologije određenog područja, i da li su arheološki ostaci napravljeni od istog materijala. Za istraživanje fluksgejt gradiometrom koristi se Bartington Grad601-2. Ovo je sonda sa dva niza, tako da nosi dva fluksgejt gradiometra koji rade istovremeno da bi se ubrzalo istraživanje. Istraživanje se izvodi na rezoluciji 0.1nT, sa očitavanjima na svakih 0.5m do 0.25m. Na ravnoj i otvorenoj teritoriji, oko 1 hektar na dan se može istražiti svakim instrumentom.

2.2 Topografsko istraživanje

Moderna površina tla ili topografija često sadrži važne informacije o stanju i prirodi arheološkog nalazišta, i potencijalno postojanje struktura koje se nalaze ispod tla (Bowden 1999). Promjene u

2.1.2 Magnetic Survey

Magnetic prospection of soils is based on the measurement of differences in magnitudes of the earth's magnetic field at points over a specific area. Principally the iron content of a soil provides the basis for its magnetic properties. Presence of magnetite, maghaemite and haematite iron oxides all affect the magnetic properties of soils. Although variations in the earth's magnetic field which are associated with archaeological features are weak, especially considering the overall strength of the magnetic field of around 48,000 nanoTesla (nT), they can be detected using specific instruments (Gaffney *et al.* 1991).

Three basic types of magnetometer are available to the archaeologist; proton magnetometers, fluxgate gradiometers, and alkali vapour magnetometers (also known as caesium magnetometers, or optically pumped magnetometers). Fluxgate instruments are based around a highly permeable nickel iron alloy core (Scollar *et al.* 1990: 456), which is magnetised by the earth's magnetic field, together with an alternating field applied via a primary winding. Due to the fluxgate's directional method of functioning, a single fluxgate cannot be utilised on its own, as it cannot be held at a constant angle to the earth's magnetic field. Gradiometers therefore have two fluxgates positioned vertically to one another on a rigid staff. This reduces the effects of instrument orientation on readings.

Archaeological features such as brick walls, hearths, kilns and disturbed building material will be represented in the results, as well as more ephemeral changes in soil, allowing location of foundation trenches, pits and ditches. Results are however extremely dependent on the geology of the particular area, and whether the archaeological remains are derived from the same materials. For fluxgate gradiometer survey, the Bartington Grad601-2 is used. This is a twin array probe, so carries two fluxgate gradiometers which work simultaneously to increase the speed of a survey. Survey is carried out at 0.1nT resolution, with readings taken every 0.5m by 0.25m. In flat and open territory around 1 hectare per day can be surveyed by each instrument.

2.2 Topographic Survey

The modern ground surface or topography often contains important information on the

topografiji takođe imaju veliki uticaj na određivanje prirode pojava u geofizičkom istraživanju. Zato je od vitalnog značaja da se uradi detaljno i kompletno topografsko istraživanje, kao dio istraživanja u polju na bilo kom nalazištu. Ovo uglavnom iziskuje snimanje podizanja iznad koordinata određene rezolucije, na primjer 5 ili 10m intervala, ali i snimanje tačaka na poznatim kosinama, da bi se naglasila arheološka pojava u predjelu.

Istraživanje obično rade BSR/APSS, koristeći ukupnu stanicu ili elektronski teodolit, mada se koriste i globalni pozicionirajući satelitski sistemi (GPS), da bi se snimile tačke istraživanja. Kompiuterski softver se tada koristi da bi proizveo digitalne modele rezultata. Uglavnom se istraživanje izvodi korištenjem Leica stanice (BSR – TC805), sa očitavanjima na svaka 4 metra, kao i na kosinama svake važne topografske pojave. Rezolucija se može povećati gdje je neophodno. Do 5 hektara dnevno može biti pokriveno.

2.3 Integrisana metodologija istraživanja

Istraživački rad BSR/APSS je uvijek dio integrisane istraživačke strategije, zacrtane da primijeni sve geofizičke tehnike istraživanja u istom koordinatnom sistemu, koji bi se koristio za geohemijsko uzimanje uzoraka zemlje i kolekciju površina. Istraživanje se odnosi na neograničen koordinatni sistem, povezan u nacionalni sistem ili u seriju tačaka na zemlji koje odgovaraju tačkama na karti. Set od 30m koordinata se tada obilježava da bi se obezbijedila pozadina za magnetometriju, otpornost i druge istraživačke tehnike koje će komplementirati sa rezultatima, na primjer geohemijsko uzimanje uzoraka.

Bibliografija

- Bowden, M. 1999: Odgonetanje pejzaža: istraživački pristup arheologiji. Stroud, Tempus.
- Clark, A., 1996, Pogled ispod tla: Istraživačke metode u arheologiji. Drugo izdanje, London, Batsford.
- Gaffney, C. and Gater, J. 2003: Otkrivanje zakopane prošlosti: Geofizičari za Arheologe
- Gaffney, C., Gater, J., Ovendon, S. 1991: Korištenje tehnika geofizičkih istraživanja u arheološkim evaluacijama. Institut Terenskih Arheologa, Tehnički List, br.9.
- Geoscan Research 1996: Fluxgejt Gradiometar: Priručnik, verzija 1.2.
- Munro, J.A.R., Anderson W.C.F., Milne, J.G. i Haverfield, F. 1894: O Rimskom gradu Duklji u Crnoj Gori u Arheologiji LV 33-92
- Scollar, I., Tabbagh, A., Hesse, A., Herzog, I. 1990: Arheološko istraživanje i udaljeno odstupanje, Cambridge University Press.
- Sticotti, P 1913: Rimski grad Duklja u Crnoj Gori (Kaiserliche Akademie der Wissenschaften, Schriften der Balkankommission, Antiquarische Abteilung, 6) Wien
- Wilkes, J.J. 1969 Dalmacija. Routledge London

conditions and nature of an archaeological site, and the potential existence of structures buried beneath the soil (Bowden 1999). The changes in topography can also have a great influence on determining the nature of features in a geophysical survey. Therefore it is vital to produce a detailed and complete topographic survey as part of the field survey of any given site. This generally entails the recording of elevations across a grid of certain resolution, for instance 5 or 10m intervals, but also the recording of points on known breaks of slope, to emphasis archaeological features in the landscape.

Survey is usually undertaken by the BSR/APSS using a total station or electronic theodolite, although Global Positioning Satellite systems (GPS) are also utilised, to record the survey points. Computer software is then used to produce Digital Elevation Models of the results. Normally, survey is carried out using a Leica total station (BSR – TC805), with readings taken every 4 metres, and also on the breaks of slope of important topographical features. The resolution can be increased where necessary. Up to 5 hectares per day can be covered.

2.3 Integrated Survey Methodology

The survey work carried out by the BSR/APSS is always produced as part of an integrated survey strategy, designed to affiliate all of the geophysical survey techniques to the same grid system, which would be used for geochemical soil sampling and surface collection. Surveys are normally based on an arbitrary grid coordinate system, tied into a national system or to a series of hard points on the ground corresponding to points on a map. A set of 30m grids are then set out to provide the background for the magnetometry, resistivity, and other survey techniques which will complement the results, for instance fieldwalking and geochemical sampling.

Bibliography

- Bowden, M. 1999: *Unravelling the landscape: an inquisitive approach to archaeology*. Stroud, Tempus.
- Clark, A., 1996, *Seeing beneath the soil: Prospecting methods in Archaeology*: Second edition, London, Batsford.
- Gaffney, C. and Gater, J. 2003: *Revealing the Buried Past: Geophysics for Archaeologists*
- Gaffney, C., Gater, J., Ovendon, S. 1991: The use of geophysical survey techniques in archaeological evaluations. *Institute of Field Archaeologists Technical Paper No.9.*
- Geoscan Research 1996: *Fluxgate Gradiometer: Instruction Manual* Version 1.2.
- Munro, J.A.R., Anderson W.C.F., Milne, J.G. and Haverfield, F. 1894: On The Roman Town Of Doclea In Montenegro in *Archaeologia LV* 33-92
- Scollar, I., Tabbagh, A., Hesse, A., Herzog, I. 1990: *Archaeological prospecting and remote sensing*, Cambridge University Press.
- Sticotti, P 1913: Die römische Stadt Doclea in Montenegro (Kaiserliche Akademie der Wissenschaften, Schriften der Balkankommission, Antiquarische Abteilung, 6) Wien
- Wilkes, J.J. 1969 *Dalmatia*. Routledge London