

# Misiewicz, Krzysztof

---

## Non-invasive survey of Christian Basilicas at Ptolemais : geophysical prospection

---

Światowit 8 (49)/Fasc.A, 31-39

---

2009-2010

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

KRZYSZTOF MISIEWICZ

**NON-INVASIVE SURVEY OF CHRISTIAN BASILICAS AT PTOLEMAIS  
– GEOPHYSICAL PROSPECTION\***

(PLS. 34–51)

A surface of over 30 hectares in the vicinity of Christian basilicas inside the city walls of Ptolemais was surveyed by geophysical methods in the years 2007–2010. The aim of the surveys was to localize remains buried beneath the surface and recognize their position inside the city grid. Data obtained with the use of mainly non-invasive methods were also the basis of analyzing and reconstructing the plans of the buildings and their functions within the church complexes.

Registration of the changes of values of the intensity of the natural magnetic field of the Earth was the main method of survey. Observations of the changes in the total intensity of the magnetic field and their components (horizontal and vertical) have been carried out in the field. The geo-electrical method was used in profiling and pseudotomography mode in order to gain information on the depth of archaeological features causing magnetic anomalies and allowed us to recognize their layout and stratigraphy.

A Geometrics G-858 cesium magnetometer with two sensors, a PMP – 8 proton precision magnetometer and a Bartington Grad 601-2 single axis dual sensor fluxgate gradiometer were used in the field to measure the vertical and horizontal pseudo-gradient of the magnetic field. All devices were operated in similar conditions, using a uniform grid with samples taken moving from the west to the east, sensors positioned at heights of 0.3–0.5 m (depending on the relief of the surface). The line spacing was either 0.5 or 1 m (depending on the size of the archaeological features which were sought for), and the sample interval was 0.25 m. The obtained data were processed and visualized as a 25×25 cm interpolated raster. The exact location of the archaeological remains responsible for magnetic sampling anomaly (even as deep as 4 m below the modern ground level) was specified by measuring the vertical gradient (in the case of the fluxgate device) and pseudo-gradient (cesium and proton precision magnetometers) by setting the sensors in a horizontal and vertical setup. We were aware that the penetration range of the fluxgate device was limited in general to a depth which corresponded to the distance between the fluxgate sensors (in this particular study, 1.2 m).<sup>1</sup>

The prospecting depth for the cesium and proton precision magnetometers was much greater, but it would also supply data on the geological changes of the substrate, which in many cases were similar to anomalies caused by buried archaeological features.

Tests were also made using an additional magnetometer as a base station to make corrections, i.e., record variation in the strength of the magnetic field not dependent on natural long-term (24 h) and short-term causes. This helped us distinguish with high precision only the anomalies caused by architectural remains. At the same time, the described operations made it necessary to integrate different types of measuring devices into the survey thus substantially reducing the efficiency of fieldwork and also increasing at the same time the weight of the portable system. For these reasons we decided that this type of survey would not be widely used, especially taking into consideration that the brief sampling time of the cesium magnetometer and the fluxgate gradiometer (0.1 s for the cesium magnetometer, 0.2 s for the fluxgate gradiometer) practically made us independent from natural changes of the magnetic field.

The cesium magnetometer, which measures the values of all vectors of the total magnetic field, was very effective when connected and operated together with a RTK GPS localization system. The Geometrics G-858 with two sensors was used to measure pseudo-gradient; sensors were configured horizontally, 0.5 m apart, and vertically 0.3 and 1.3 m above the ground. In both settings the sampling rate at normal walking speed made it possible to register observation points a mere 0.1 m apart. The line spacing was 0.5 m. This made it possible for us to cover an area of c. 1.5–2 ha daily and repeat the surveys of the same area with a different sensor configuration and using a different sampling grid. We were able to work out the best possible method of carrying out the survey in order to guarantee recording of the highest possible number of anomalies caused by buried archaeological remains. In most cases the presence of features caused magnetic anomalies recorded at both configurations of sensors.

\*The papers dealing with the basilicas in Ptolemais, namely the papers by K. Misiewicz, J. Kaniszewski, M. Bogacki and W. Małkowski, E. Wipszycka, were written in the framework of a project sponsored by the Ministry of Science and Higher Education

(grant no. 109 02331/1521).

<sup>1</sup> A. TABBAGH, *Total Field Magnetic Prospection: Are Vertical Gradiometer Measurements Preferable to Single Sensor Survey?*, "Archaeological Prospection" 11, 2003, 75–82.

Consequently, for most areas we selected an option in which we recorded the horizontal pseudo-gradient, as a quicker and easier alternative. At the same time we continued to record the variation of the vertical gradient, especially where results from the fluxgate gradiometer were inconclusive.

The electric survey was conducted using pole-dipole electrodes disposition with measuring probes MN on a 1-meter frame, a current probe A at the distance of 6 meters from MN, and a current probe B 100 meters apart. This measuring system made it possible to change the depth of current penetration by changing the distance between the AB and MN electrodes.<sup>2</sup> In theory the depth of the survey should be calculated as a half distance between the measuring and current probes. In the case of Ptolemais this distance was equal to 6 meters and made it possible to register values of apparent resistivity to a depth of 3 meters. Another method used in the field was geo-electrical soundings in a 1 meter grid collecting the information on the values of vertical disposition of apparent resistivity.<sup>3</sup> This allowed to prepare maps of the horizontal disposition of values of apparent resistivity with different depth similar to these obtained with resistivity tomography.<sup>4</sup>

Observations in the field during geo-electric surveys were carried out with an ARA 03 alternative current multi-frequency microprocessor controlled resistance meter. Internal memory of the instrument allowed the storage of 10 000 measurements with coordinates in XY grids enabling easy data transmission to a computer in order to prepare preliminary results of survey already in the field.<sup>5</sup> Measurements were taken in the field with the use of 230 V, 10 mA and 128 Hz current in a 1 meter grid. Results of the survey (both magnetic and electric) were prepared as maps and 3D models of the disposition of values of the changes of the intensity of the magnetic field or apparent resistivity with the use of Surfer 9 Golden Software inc. program.

All maps illustrating results of geophysical surveys are localized in the local coordinate system (the geodesic

grid prepared for Ptolemais) as well as in the global coordinate (WGS84), which allows to prepare mega data files collecting data from geophysics, satellite images and aerial photography processed to the form of ortho-photo maps. All collected data will be presented in a spatial information system similar to Geographical Information System.

### Location of basilicas on the hypothetical reconstructed plan of the city

Analysis of preserved characteristic elements of architecture – apses, pillars, and columns decorated with typical Christian elements such as crosses, palmettos, fishes etc. was the main basis for the identification of buildings as Christian basilicas. Pottery dated to Byzantine times found on the surfaces often provided additional data for such interpretation. Last but not the least we used information from former researchers of Ptolemais: Kraeling, Stucchi, Caputo or Goodchild.<sup>6</sup>

It is clear that even the presence of all elements mentioned above does not form a case for undoubted identification<sup>7</sup> and it is also necessary to gain other elements for this purpose, for example data allowing to place preserved buildings on a reconstructed plan of the city. We have found that for this purpose non-invasive methods offer the best possibilities of gaining information from large areas in a relatively short period of time.

Unfortunately in the same casus it was impossible to use a full spectrum of these methods due to unfavorable conditions of preservation of localized remains limiting possibilities of effective using of such methods, especially geophysical ones. This concerns remains located outside of the city walls (marked 1 and 9 on Fig. 1) but also those in the city itself (complexes marked as 2 or 7 on Fig. 1). In the case of these complexes we had to limit our activity only to topographical measurements or analysis of data obtained from using aerial photography with pictures transformed to the

<sup>2</sup> A. HESSE, Y. SPAHOS, *The evaluation of Wenner and Dipole-dipole resistivity measurements and the use of a new switch for archaeological field works*, "Archaeo-Physika" 10, 1979, 647–655.

<sup>3</sup> A. ASPINALL, J.G. CRUMMETT, *The electrical pseudo-section*, "Archaeological Prospection" 4, 1997, 37–47.

<sup>4</sup> J.E. SZYMAŃSKI, P. TSOURLOS, *The resistive topography technique for archaeology: an introduction and review*, "Archaeologia Polona" 31, 1993, 5–32.

<sup>5</sup> T. HERBICH, K. MISIEWICZ, L. MUCHA, *The „ARA” resistivity meter and its application*, (in:) H. von der Osten-Woldenburg (ed.), *Unsichtbares sichtbar machen. Geophysikalische Prospektions-*

*methoden in der Archäologie – Kolloquium vom 27. Oktober 1994 in Leipzig*, Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 41, Stuttgart 1998, 127–131.

<sup>6</sup> C.W. KRAELING, *Ptolemais. City of the Libyan Pentapolis*, Chicago 1962; S. STUCCHI, *Architettura Cirenaica*, Monografie di Archeologia Libica IX, Roma 1975; G. CAPUTO, *Una Basilica Cristiana in Tolemaide*, (in:) *Atti del III convegno nazionale di storia dell'architettura*, Roma 1941, 159–162; R.G. GOODCHILD, *Chiese e Battisteri Bizantini della Cirenaica*, Corsi di Cultura sull'arte Revenate e Bizantina XIV, Ravenna 1966, 205–223.

<sup>7</sup> Rooms with apses were present in Ptolemais also in Bath's complexes or in villas dated to the late period of existence of the town.

form of ortho-photomaps. We have to mention that analyzed results presented below concern not all of the sacred complexes from Christian times in Ptolemais but only those remains which were possible to identify beyond any doubt.

As it is visible on **Fig. 1**, analyzed complexes appear irregularly in different parts of the city. Some of them were erected close to buildings of public character or in the neighborhood of main streets (2, 3, 8 on **Fig. 1**). The others were constructed inside insulae with typical domestic architecture (for example the West-Central Basilica, the Western Basilica or remains of a possible monastery – 4, 5 and 7 on **Fig. 1**). This phenomenon is well visible on the map of anomalies in the intensity of the magnetic field detected in the central part of the city (**Fig. 2**). Anomalies caused by the remains of the Central Basilica (1 on **Fig. 2**) are visible close to buildings erected on the Forum, occupying two or even three insulae,<sup>8</sup> while anomalies being the result of the presence of remains of the West-Central Basilica are limited to only one insula, probably with earlier – Hellenistic – domestic architecture.

It is not clear whether this phenomenon is connected with the function or character of detected remains. We will return to this question in detailed analysis of data (which is presented below) concerning not only the reconstruction of original plans but also the surroundings of the described Basilicas.

### Central Basilica

Values of the vertical component of the full vector of the total intensity of the Earth's magnetic field in the range from -10 to +10 nT/m were registered in the survey carried out with a proton magnetometer in the neighborhood of the remains of the Central Basilica in 2007. Part of the detected anomalies (**Fig. 3**) were caused by surface irregularities. They are visible on the map as narrow linear features with higher values appearing on a border of pits with relatively low registered values (see anomalies A and B on **Fig. 3**). Other linear anomalies appeared in the places where the stone foundations of the church or borders of paved streets have been preserved (see anomaly C on **Fig. 3**). The last one was registered as 3ipole-dipole anomalies with lower values from the north and higher from the south of their stricter source. Anomalies in the places of preserved architectural remains also appear as narrow linear features (D on **Fig. 3**), when they have been caused by single stone foundation or as large zones with higher registered

values in the places where rooms filled with stones or collapsed walls have been preserved (E on **Fig. 3**).

Regular character of anomalies (linear structures with right angles) allows not only to localize precisely the structures preserved in the field but also to reconstruct a plan of the Basilica and buildings connected with the church. However, we must remember that detected anomalies could be caused by remains laying on a different depth and coming from different periods of existence of buildings preserved here. It is not excluded that part of linear anomalies could be caused by the remains of watering and drainage system (e.g. F on **Fig. 3**).

A survey carried out in the same area (close to the Central Basilica) in 2010 using a cesium magnetometer and a flux-gate gradiometer tried to supplement the picture and to distinguish anomalies caused by structures laying close to the surface (**Figs. 4, 5**).

As it is visible on the map, remains being sources of detected anomalies lie within one insula and sometimes occupy all or a large part of the surface between streets (see anomalies in the south-western or the south-eastern part of the surveyed area). Detected features can be part of a complex of the Central Basilica (marked in blue on **Fig. 5**) or may belong to a complex of domestic architecture (marked in red on **Fig. 5**). It is not excluded that the last anomalies were caused by deeper buried structures because they appear clearer in surveys conducted with a proton and cesium magnetometer than those from a flux-gate one.

A map of the possible preserved architectural complex of the Central Basilica (marked in yellow on **Fig. 6**) has been prepared on the basis of information described above. The map has been completed by data obtained due to topographical measurements of all elements visible on the surface as well as aerial photography (**Fig. 7**) and the final product is a map with the hypothetical plan of the complex based on all collected data (**Fig. 8**).

It seems that the complex of preserved remains occupied an area of 32×22 m. A street formed its south-eastern border and it was probably enclosed by a wall from the north-east. Two symmetrical rows of rooms 4 m wide were built along outer walls of the complex from the east and the west. A narrow room – 2.5 m wide and 12 m long occupying a part of the street was constructed from the south-west to the main block of the complex. Area far to the south is occupied by the remains of a hexagonal construction 11 m in diameter with a surface about 75 m<sup>2</sup>. This construction was probably connected with the Basilica

<sup>8</sup> K. MISIEWICZ, *At search of Forum at Ptolemais. Interpretation of results of geophysical surveys at the central part of the city*, (in:) E. Jastrzębowska, M. Niewójt (eds.), *Archaeologia a Tolemaide*.

*Giornate di Studio in occasione del primo anniversario della morte di Tomasz Mikocki, 27–28 maggio 2008, Roma 2009, 133–145.*

complex<sup>9</sup> but it is not excluded that it formed a free standing building or was part of a domestic complex laying far to the south in neighboring insula. Remains of the last complex situated close to the surfaces and causing anomalies especially well visible on the flux-gate gradiometer survey map can be dated to the last period of the city's existence. The complex could be also connected with the church and accompanying buildings. Our hypothesis is that these are the remains of the bishop's residence. The size of the complex and its location near the vicinity of the Forum and buildings of public character confirm this hypothesis.<sup>10</sup>

Results of analysis of all anomalies registered with the use of different instruments are illustrated in **Fig. 9**. The key for interpretation of this hypothetical plan is the question of the existence and function of the street situated south-west to the church at the time when the full complex of the Central Basilica was erected. Only large scale archaeological excavations or well planned trial pits within the complex can give a certain answer to this question.

### West-Central Basilica

The layout of anomalies similar to those described above was registered in the area close to the West-Central Basilica in result of a survey carried out in 2007 with the use of a proton precision magnetometer (**Fig. 10**). Likewise anomalies caused by surface irregularities (A), borders of a street (dipole-dipole anomalies C) and architectural remains were registered. Narrow anomalies caused probably by single walls and its foundations (D) and larger irregular zones with higher registered values resulted from the presence of collapsed walls or rooms filled with stones (E).

Surface undulations mainly appear close to preserved fragments of buildings (**Fig. 11**) and are not as visible on survey results as in the case of the Central Basilica. Due to this fact the map of the intensity of the magnetic field is clearer and the interpretation of the detected anomalies easier. Results of the flux-gate gradiometer survey of 2010 (**Fig. 12**) are useful rather in supplementing information concerning the urban context than in localizing single structures. However, some of the registered anomalies, especially those located close to visible architectural elements, can be caused by the presence of archaeological features. The most visible dipole-dipole anomalies have been detected on the borders of streets (marked in orange on **Fig. 13**). In the south-western area close to these borders

narrow linear anomalies caused probably by the foundations of walls of two rooms (5.4×7.6 m. and 4×6 m.) appear. Another long narrow anomaly was registered at the north-eastern border of the surveyed area. It can be caused by a wall enclosing the entire complex from this side. It is rather certain that the outer wall of the church visible in the vicinity of the preserved apse formed the southern border of the complex. The northern border is visible on the map in the place of a linear anomaly going east-west (marked with strips line on **Fig. 14**). The dimensions of all complexes of the West-Central Basilica could be 18.4×22 m. or 18.4×32.4 m if we interpret another linear anomaly visible on the map as the northern border of the complex. It is possible that the complex achieved the line marked on the map by dipole-dipole anomaly laying 6 m. to the north from the last described anomalies. It is not excluded that anomalies detected close to the complex of the West-Central Basilica in the south-western part of the surveyed field are caused by the presence of older relicts and are not connected with the basilica complex itself. This hypothesis must be tested only by archaeological excavation or trial pits.

### Basilica close to remains of the Paulus House at Via Monumentale

The same kinds of anomalies as described above have been detected in the field surveyed in this part of the city (**Fig. 15**). Surface undulations (A), the presence of buried single foundations (D), rooms with collapsed walls (E), borders of the street (C) can be treated as sources of registered changes in the intensity of the magnetic field. A strong dipole-dipole anomaly (F) caused probably by the remains of a canalization or water supply system is a new element appearing on the magnetic map. Also the relatively low dynamics of anomalies closed in the range from -3 to +3 nT/m is different from the other surveyed areas. It is probably due to the leveling of the surface and the presence of an additional layer of earth taken out during the excavation of one of the main streets on the line East-West called by Italian researchers Via Monumentale.

Metal objects in the subsurface layer create local dipole-dipole anomalies disturbing the obtained picture of disposition of the intensity of the magnetic field registered both by gradient measurements of its vertical component with a flux-gate gradiometer in 2010 and by pseudo-gradient registrations of changes of total field fulfilled with a proton

<sup>9</sup> Building has been interpreted by Stucchi as ruins of Baptistery, see S. STUCCHI, *Architettura Cirenaica...*, 397–398.

<sup>10</sup> W. MAŁKOWSKI, K. MISIEWICZ, M. MUSZYŃSKA, *The Topography of Ptolemais. Preliminary results of geophysical surveys, "Archeologia"* (Warsaw) LIX (2008), 2010, 73–80.

precision magnetometer in 2007. However the picture is clear enough for certain localization of sources of anomalies – in this case the remains of buildings erected close to the structure with apse, and for the reconstruction of the original plan of this complex (Fig. 16).

As shown in Fig. 17 and 18, the complex occupied a surface of 18×22.5 m and did not cross the borders of the insula. It is not excluded that in the central part of the building two rows of columns or pillars were erected in order to support the roof. Their existence can be confirmed due to punctual anomalies visible on the magnetic map (Figs. 15, 17). A border of the street limited the complex from the south-west. In the corners square form anomalies caused probably by the presence of foundations and collapsed walls of small rooms (Pastophorias?) (3.90 m wide and 4.85 m long) were registered. Higher values of anomalies in the place of the north-eastern room can suggest that a layer of rubbish is thicker here than in the other parts of the building and it is possible that the remains of a staircase can be the source of detected anomalies.

### Western Fort

A field situated close to the Italian Western Fort was the most difficult area to survey. The original surface of the ground was modified and practically destroyed when military installations were constructed here at the end of the 19<sup>th</sup> and the beginning of the 20<sup>th</sup> c. Additionally the terrain was covered with bushes, scrap metal and other rubbish (Fig. 19). Well elaborated fragments of architectural decorations, probably taken away from their original context during the process of the 19<sup>th</sup> c. building activity, appeared on the surface (Fig. 20). Although metal objects were collected from the surface before the survey, a lot of punctual dipole-dipole anomalies, signaling the presence of metals were still visible on the magnetic map illustrating the survey results carried out in 2007 with the use of a proton magnetometer (Figs. 22, 23). Larger zones with dipole-dipole anomalies were registered in the vicinity of heavily burned structures that exist to this day (e.g. anomaly G on Fig. 22). Similar to other surveyed regions, also here linear narrow anomalies created by single walls foundations appear (D). There were larger zones with higher values registered in the place where a lot of stones and other rubbish material were buried (E) and also round structures on borders of pits and other surface undulations (A, B on Fig. 22). That rather complicated picture rendered the identification of the sources of detected anomalies impossible. Localization of buried remains was so complicated that most of the reconstructed plan of the remains preserved here was hypothetical (Fig. 23). However it seems that remains of at least two different buildings, among them one with an apse (Figs. 21, 23), were preserved here, probably on a different depth. It is difficult to find the limits of the architectural complex because part of the field was situated on a slope which can be the cause of slope effect anomalies

especially in the part of the surveyed field located close to the Italian fort (Fig. 24). This survey was repeated with the use of a cesium magnetometer and a flux-gate gradiometer (Fig. 25) and unfortunately did not collect any more information which would be helpful during interpretation. Moreover the picture of the disposition of detected anomalies obtained with the use of a proton magnetometer was clearer and the results from this instrument were used to prepare the interpretation map (Fig. 26).

As shown on the map (Fig. 26), preserved remains occupy a surface of 50×52.5 m and it is rather doubtful that all of them belong to one building. It is more likely that these buried on different depths were erected in different times. However, anomalies detected in the north-eastern part of the surveyed area seem to be created by remains of a single building (marked in green on Fig. 26). Also the presence of foundations could produce anomalies in the southern part of the prospected field (marked in yellow on Fig. 26). It is probable that the buildings were founded on different axes (north-south and west-east). A fragment of a wall visible on the surface with an apse rather belongs to the southern building than to the northern one. However precise interpretation is difficult without obtaining data from excavations.

Very interesting it is the location of the remains of the building with the apse on the reconstructed plan of this part of the city (A on Fig. 27). Reconstruction based on data obtained with the use of a flux-gate gradiometer shows that the apse lay close to one of the main streets going east-west (borders of the street were marked with blue lines). The street is larger than the other passages between insulae with domestic architecture. It is possible that along this street public buildings (e.g. the complex of anomalies C on Fig. 27) were erected. It is not excluded that the building with the apse belonged to the last category.

### Western Basilica

Prospections of the terrain situated close to the partly reconstructed Western Basilica have the purpose of reconstruction of the plan of this part of the city and examination of the urban context of the Basilica. Carrying out measurements in the direct neighborhood of the building and inside the church was practically impossible. On the one hand there are many architectural fragments collected for future reconstruction that make the observations in the field impossible. On the other hand, only few preserved features are in their original position *in situ*. As it is visible on the reconstructed plan of the city (Figs. 28, 29), the complex of the Western Basilica, situated between two main streets going east-west toward the city wall with the Toca Gate, was one of the most important buildings in this part of the city. The original – Hellenistic – city grid (marked 1 on Fig. 28) was preserved in that part of the site but its later reconstructions with many changes of axes and courses of the streets (marked 2 on Fig. 28) are also visible. In result

of these reconstructions a large square of 30×30 m occupying two insulae (3 on Fig. 28) appeared as the main element of this western part of the city. A large street (probably the city's main artery) leads to the central part of the square from the north. The basilica is linked with the square by a narrow road parallel to the northern wall of the church. Buildings of the insula inside which the Western Basilica complex was erected (and also the neighboring insulae) probably originally had domestic character. In the part south to the Western Basilica remains of a minimum of three complexes with rooms constructed around a central courtyard – atrium – can be traced. These are similar both in plans and dimensions to the “Four Seasons of the Year Villa”,<sup>11</sup> to Leucactios' house which was excavated by the Polish mission or to other houses from the Hellenistic or the Roman period. However, remains of another complex with small rooms with a much bigger courtyard (occupying two insulae) of probably public or military character caused anomalies detected in the southern part of the surveyed field. The street limiting the Western Basilica from the west is traced about 5 meters to the west from the original Hellenistic street, which is visible on the map to the north and the south from the complex. The location of the church inside the insula (Fig. 29) is also interesting. The church respected the main east-west axis and was placed parallel to the walls of other buildings inside the insula but its eastern part was built in the middle of the insula, while the western one was erected on the former Hellenistic street which occupied the eastern part of the neighboring insula.

It is impossible to reconstruct the character of this part of the city basing only on the results of non-invasive surveys. The question is whether the function of nearby situated buildings was still domestic at the time of erecting of the Basilica or they were incorporated into the complex and became part of a representative or rather a sacral setting. It is also possible that the buildings did not exist and even their remains were not visible on the surface when the Basilica was constructed. Reconstructed plans could suggest that the complex of the Western Basilica was the main building in that part of the city but the reconstruction of the function of this complex in the frame of this new urban concept is practically impossible. The only information we got from the non-invasive survey is that the new central square appeared east to the Basilica and the course of the streets but also that the dimensions of the insulae were changed in comparison with their original Hellenistic plan. It is even hardly possible to reconstruct the exact dimensions of buildings only on the base of topographic measurements, aerial photographs and ortho-photo maps of their

visible remains. In our opinion the area close to the remains of the Western Basilica is one of the most reasonable places where large scale excavations should be carried out. Only this way we can get more precise information on the history of late antique Ptolemais which is very important for understanding the role of this city in Byzantine Cyrenaica.

### **Monastery (?) complex in the south-western part of the city**

Interpretation of the remains visible on the surface in the south-western part of the town as a monastery complex is based mainly on field observations. Many fragments of architectural decoration with Christian symbols and large number of pottery dated to the late period of existence of Ptolemais are visible here on the surface. An additional argument is a plan of the complex which is possible to reconstruct on the base of magnetic measurements carried out in 2009 and 2010 with a cesium magnetometer and a flux-gate gradiometer. As it is visible on the map presented on Fig. 30, registered anomalies are caused by the presence of the remains situated mainly in the subsurface layer with a very readable plan. All rooms were constructed symmetrically round two courtyards. The complex is limited from the south by the street going in the direction east-west towards the defensive wall. It is not excluded that the foundations of two square 5×5 m rooms erected partly on the street formed originally the main entrance to the complex. The complex occupied the full width of the insula and was limited from the west and east by two narrow streets corresponding to the original Hellenistic grid. In the northern part of the surveyed field remains of six rectangular 5×6 m rooms with three larger rooms extending to the south caused linear positive anomalies. This part of the complex lay close to a rectangular courtyard closed from the south by the remains of a long building on the east-west axis. Remains of an apse are visible on the surface in the eastern part of the room. Anomalies detected far to the south are caused by another u-shaped courtyard with a row of rooms similar to those causing anomalies registered in the northern part of the surveyed field. In this part the complex was probably limited by a wall on the east-west axis, parallel to the street going 2–3 m further to the south on the same axis. The plan described above may be interpreted as a monastery complex. However, it can be also interpreted as a complex of baths. The last hypothesis is supported with its location close to the other complex situated next to the north on the opposite side of the street having a layout typical for Hellenistic or Roman gymnasia. It is possible that

<sup>11</sup> C.W. KRAELING, *Ptolemais...*, 129, fig. 48.

in Byzantine time the complex lost its original function, was rebuilt and transformed into a monastery. For undoubted reconstruction of the history of the complex archaeological excavations are necessary for gaining data on stratification and dating of the remains preserved here.

This concerns practically all results of surveys presented above. It is evident that non-invasive methods are a very powerful tool allowing to collect information from very large areas (data on the disposition of archaeological remains from an area of over 300 000 m<sup>2</sup> have been

presented in this study) in a relatively short time but are not able to answer all questions posed by the archaeologist. However, due to the use of these methods, the most expensive, time consuming and destructive process – excavations – are limited to the necessary minimum.

Dr hab. Krzysztof Misiewicz  
Institute of Archaeology  
University of Warsaw  
geomis@iaepan.edu.pl

KRZYSZTOF MISIEWICZ

### NIEINWAZYJNE BADANIA CHRZEŚCIJAŃSKICH BAZYLIK W PTOLEMAIS – PROSPEKCJA GEOFIZYCZNA

W latach 2007–2010 przebadano 30 hektarów w obrębie murów miejskich Ptolemais za pomocą prospekcji geofizycznych, w ramach realizacji grantu dotyczącego bazylik chrześcijańskich. Prospekcje miały na celu z jednej strony rozpoznanie położenia budowli w kontekście planu miasta, z drugiej zaś lokalizację zachowanych pozostałości niewidocznych na powierzchni i odtworzenie ich oryginalnego planu oraz wyodrębnienie prawdopodobnych przebudów w okresie ich użytkowania.

W badaniach zastosowano metodę magnetyczną, umożliwiającą stosunkowo szybkie rozpoznanie znacznych obszarów, oraz metodę elektrooporową, dostarczającą danych o głębokości zalegania i kontekście stratygraficznym lokalizowanych pozostałości. Wszystkie mapy ilustrujące rezultaty rozpoznania geofizycznego przygotowano w koordynatach lokalnych (siatce geodezyjnej stanowiska Ptolemais) i globalnych (WGS84), co pozwoliło na ich łączenie zarówno z planami topograficznymi, jak i zdjęciami z powietrza wykonywanymi dla potrzeb prospekcji nieinwazyjnych. Dało to także podstawę do wykorzystania danych z prospekcji nieinwazyjnych w przygotowywanym systemie informacji przestrzennej o stanowisku Ptolemais. Identyfikację budowli, które można było interpretować jako bazyliki chrześcijańskie, przeprowadzono w oparciu o analizę zachowanych na powierzchni fragmentów zabudowy, posiadających cechy charakterystyczne dla tego typu architektury – absydy, filary i kolumny z dekoracją w postaci krzyży, palmet i innych symboli chrześcijańskich. Przeprowadzona analiza uzyskanych danych nie dotyczy wszystkich istniejących tu kompleksów zabudowy o charakterze sakralnym z okresu chrześcijańskiego, ale tylko tych, których pozostałości udało nam się jednoznacznie zidentyfikować. Analizowane zespoły architektoniczne są rozmieszczone nieregularnie w różnych częściach miasta (**Ryc. 1**). Niektóre z nich znajdują się w sąsiedztwie

budynków o charakterze publicznym, czy głównych traktów komunikacyjnych (**Ryc. 1:2,3,8**), inne wśród zabudowy o cechach typowo mieszkalnych (dotyczy to Bazyliki Centralno-Zachodniej, Bazyliki Zachodniej czy prawdopodobnego zespołu klasztornej (**Ryc. 1:4,5,7**). W artykule omówiono wyniki rozpoznania z zastosowaniem metod nieinwazyjnych w następujących rejonach prac: w sąsiedztwie Bazyliki Centralnej, przy Bazylice Centralno-Zachodniej, przy ulicy centralnej – Via Monumentale, w rejonie Fortu Zachodniego, w otoczeniu Bazyliki Zachodniej, przy murach obronnych w południowo-zachodniej części miasta.

#### Bazylika Centralna

Regularny układ anomalii (struktury liniowe z kątami prostymi) pozwala na lokalizację zachowanych pozostałości w terenie i hipotetyczne odtworzenie planu tak samej bazyliki, jak i budowli towarzyszących. Analizując mapy przedstawione na **Ryc. 3** musimy brać pod uwagę fakt, że anomalie magnetyczne mogą być wywołane przez pozostałości z różnych epok, zalegające zarówno pod powierzchnią gruntu, jak i na znacznych głębokościach (powyżej 2 m) i niekoniecznie muszą odnosić się do jednego okresu chronologicznego. Musimy również uwzględnić to, że część obserwowanych anomalii w rozkładzie pola magnetycznego jest wywołana nie przez pozostałości architektoniczne, a przez zachowane w terenie fragmenty systemu doprowadzania i odprowadzania wody – rury kamienne i terakotowe (**Ryc. 3:F**), cysterne, studzienki rewizyjne. Pozostałości zabudowy wywołują anomalie o regularnym kształcie. Generalnie mieszczą się one w siatce ulic, zajmując całą szerokość insuli. Mogą one wiązać się zarówno z zespołem Bazyliki Centralnej, jak i z pozostałościami zabudowy, prawdopodobnie mieszkalnej, z wcześniejszego okresu. Uwzględniając powyższe obserwacje, przygotowano mapę



(Ryc. 6) i wyznaczono położenie przypuszczalnych pozostałości architektonicznych. Wydaje się, że kompleks zabudowy w rejonie pozostałości bazyliki obejmował obszar ok. 32×22 m, od strony południowo-zachodniej przylegający do ulicy, a od północno-wschodniej zamknięty murem. Od wschodu i zachodu mógł istnieć tu symetrycznie ułożony ciąg pomieszczeń o szerokości ok. 4 m, przylegający do zewnętrznych ścian. Do głównego bloku zabudowy od południowego zachodu przylegało wąskie (ok. 2,5 m) pomieszczenie możliwe do wyznaczenia na długości ok. 12 m, zajmujące część ulicy. Dalej na południe zalegają pozostałości sześciokątnej budowli o średnicy prawie 11 m i powierzchni ponad 75 m<sup>2</sup>. Przypuszczalnie była ona związana z głównym kompleksem Bazyliki, ale nie można wykluczać, że była budowlą wolnostojącą lub związaną z wcześniejszą zabudową mieszkalną. Należy podkreślić, że prezentowany na Ryc. 6 i omówiony powyżej plan jest wyznaczony hipotetycznie. Dotyczy to szczególnie połączeń między poszczególnymi fragmentami murów, ale także ich szerokości i stanu zachowania. Dla jego weryfikacji konieczne są sondáže archeologiczne zarówno przez ulicę przebiegającą na południowo-zachodniej granicy kompleksu, jak i w obrębie poszczególnych wydzielonych pomieszczeń.

#### Bazylika Centralno-Zachodnia

W tym rejonie badań zarejestrowano bardzo podobny układ anomalii w rozkładzie wartości gradientu natężenia pola magnetycznego jak w opisywanym wcześniej rejonie Bazyliki Centralnej. Również tutaj występują anomalie, które mogą być wywołane zarówno przez nierówności powierzchni (Ryc. 10:A), granice ulic (anomalie dipolowe – Ryc. 10:C), jak i pozostałości architektury. Wśród tych ostatnich wydzielają się wąskie anomalie liniowe w miejscach, gdzie zachowały się przypuszczalnie pojedyncze mury i ich fundamenty (Ryc. 10:D), oraz szersze, nieregularne strefy podwyższeń wartości natężenia pola magnetycznego tam, gdzie występują zwalone ściany lub zagruzowane pomieszczenia (Ryc. 10:E). Wyniki pomiarów przeprowadzonych w 2010 roku z zastosowaniem magnetometru cezowego i gradientometru transduktorowego (Ryc. 11) pozwoliły na uzupełnienie danych dotyczących bardziej kontekstu urbanistycznego niż lokalizacji samych elementów konstrukcyjnych budowli. Jak widać na mapach interpretacyjnych (Ryc. 12, 13) obok zarejestrowanych jako anomalie dipolowe granic ulic występują fundamenty ścian dwóch prostokątnych pomieszczeń (o wymiarach 5,4×7,60 i 4×6 m) nieco odsuniętych od ulicy na południowym zachodzie, i mur na skraju ulicy od północnego wschodu. Biegący wzdłuż ulicy mur mógł stanowić zewnętrzną ścianę kościoła. Przypuszczalne rozmiary budowli wynosiłyby 18,4×22 m. Nie jest wykluczone, że pozostałości zabudowy wywołujące anomalie w południowo-zachodniej części badanego rejonu pochodzą z wcześniejszej fazy i nie są związane z widocznymi na powierzchni reliktaami bazyliki, ale tego nie da się jednoznacznie rozstrzygnąć wyłącznie na podstawie analizy badań geofizycznych.

#### Via Monumentale (Paulus)

Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że budowla z absydą w pobliżu willi Paulusa przy Via Monumentale, której relikty widoczne były na powierzchni jeszcze w XIX wieku i są wciąż częściowo zachowane, miała pierwotnie formę prostokąta i zajmowała obszar o wymiarach 18×22,5 m. Nie jest wykluczone, że w centralnej części istniały dwa ciągi filarów (kolumn?) podtrzymujących sklepienie. Od strony południowo-zachodniej budowla przylegała do ulicy, zajmując ponad połowę szerokości insuli. W narożnikach występują anomalie, które mogą być wywołane przez pozostałości fundamentów ścian pomieszczeń (Pastoforia?), o wymiarach 3,90×4,85 m. Pomieszczenie północno-wschodnie wydaje się być mocno zagruzowane. Nie jest wykluczone, że zalegają tam pozostałości wyższej kondygnacji (klatka schodowa?).

#### Fort Zachodni

Rejon położony w pobliżu Fortu Zachodniego był najtrudniejszy do przebadania za pomocą pomiarów magnetycznych. Wzniesiony tu pod koniec XIX i na początku XX wieku kompleks militarny praktycznie zniszczył oryginalny układ powierzchni terenu. Ponadto obszar ten był wyjątkowo zaśmiecony zalegającymi na powierzchni gruntu przedmiotami metalowymi, zarówno współczesnymi, jak i pochodzącymi z okresu budowy fortu. Jak widać na Ryc. 25, zabudowany obszar zajmował powierzchnię ok. 50×52,5 m. Nie jest jednak pewne, czy zachowane pozostałości pochodzą z tej samej fazy budowlanej. Bezsprzecznie można wydzielić prostokątny budynek w północno-wschodniej części przebadanego terenu (Ryc. 26 – zaznaczony kolorem zielonym). Nie da się jednak rozstrzygnąć, czy widoczne fragmenty absydy, powiązane zapewne z zaznaczonym na żółto fundamentem muru w południowej części rejonu prac, należały do tej samej budowli, której fragmenty widoczne są w części centralnej i północnej. Można uznać za prawdopodobną hipotezę, że widoczne na powierzchni fragmenty architektoniczne oraz zalegające na różnych głębokościach pozostałości wywołujące anomalie w rozkładzie wartości pola magnetycznego, należały do budowli rozplanowanych na odmiennych osiach (wschód-zachód i północ-południe).

#### Bazylika Zachodnia

Prospekcja magnetyczna przeprowadzona w rejonie Bazyliki Zachodniej miała na celu przede wszystkim lokalizację ewentualnych innych konstrukcji w bezpośrednim sąsiedztwie tego częściowo zrekonstruowanego obiektu. Wydaje się, że Bazylika stanowiła jedną z centralnych budowli w rejonie zamkniętym między murami miejskimi na zachodzie, ulicą prowadzącą do Bramy Tokryjskiej na południu, ulicą ograniczającą insule z zabudową mieszkalną na wschodzie i szeroką ulicą wiodącą w kierunku muru obronnego na północy. Jak wynika z analizy rezultatów pomiarów magnetycznych (Ryc. 27, 28), w tej części miasta zachowały się pozostałości oryginalnej hellenistycznej

siatki ulic (**Ryc. 28:1**) z widocznymi śladami przebudowy z późniejszego okresu (**Ryc. 28:2**). Na podstawie danych uzyskanych wyłącznie metodami nieinwazyjnymi nie możemy oczywiście stwierdzić, jak zmienił się charakter zabudowy tej części miasta w momencie wzniesienia Bazyliki. Nie odpowiemy na pytanie, czy pozostałości dawnej zabudowy w jej sąsiedztwie nadal pełniły swoją pierwotną – mieszkalną – funkcję, czy też zmieniły swój charakter, włączone w kompleks budowli towarzyszących Bazylice. Z samego planu zabudowy tej części miasta może wynikać, że Bazylika była centralną wzniesioną tutaj budowlą, ale nie jesteśmy w stanie odtworzyć sposobu funkcjonowania powstałego, nowego założenia urbanistycznego.

#### **Zabudowania klasztorne (?) w południowo-zachodniej części miasta**

Interpretacja zarejestrowanych anomalii w natężeniu pola magnetycznego, w południowo-zachodniej części miasta, jako pozostałości zabudowań klasztornych, opiera się zarówno na analizie zachowanych tutaj reliktyw, jak i na obserwacjach terenowych. W miejscu występowania anomalii, na powierzchni, widoczne są liczne elementy architektoniczne wykonane z dobrej jakości kamienia, z fragmentami dekoracji o symbolice chrześcijańskiej, oraz znaczne

ilości ceramiki, którą można datować ogólnie na okres bizantyjski. Jak widać na **Ryc. 29**, zarejestrowane anomalie magnetyczne są najprawdopodobniej wywołane przez pozostałości fundamentów kompleksu pomieszczeń skupionych wokół dziedzińca centralnego. Od południa kompleks jest ograniczony szeroką ulicą, wytyczoną na osi wschód-zachód i prowadzącą w kierunku muru obronnego. Niewykluczone, że w miejscu, gdzie ulica dochodziła do muru, zachowały się pozostałości bramy, widoczne jako fundamenty dwóch pomieszczeń prostokątnych, o wymiarach ok. 5×5 m, wychodzących przed lico muru.

Dla jednoznacznej weryfikacji charakteru i funkcji budowli, których pozostałości wywołują zarejestrowane w tym miejscu anomalie w rozkładzie natężenia pola magnetycznego, konieczne są dalsze analizy danych, uzupełnione sondażami archeologicznymi, które pozwolą na ustalenie stratygrafii zachowanych reliktyw i ich datowanie bezwzględne.

Powyższa uwaga dotyczy wszystkich rejonów badań, których wyniki tu omówiono. Jest bowiem oczywiste, że dane dostarczone dzięki zastosowaniu metod nieinwazyjnych, chociaż stanowią istotny element prowadzonych analiz, nie są jednak w stanie udzielić odpowiedzi na wszystkie pytania stawiane w archeologicznym procesie badawczym.

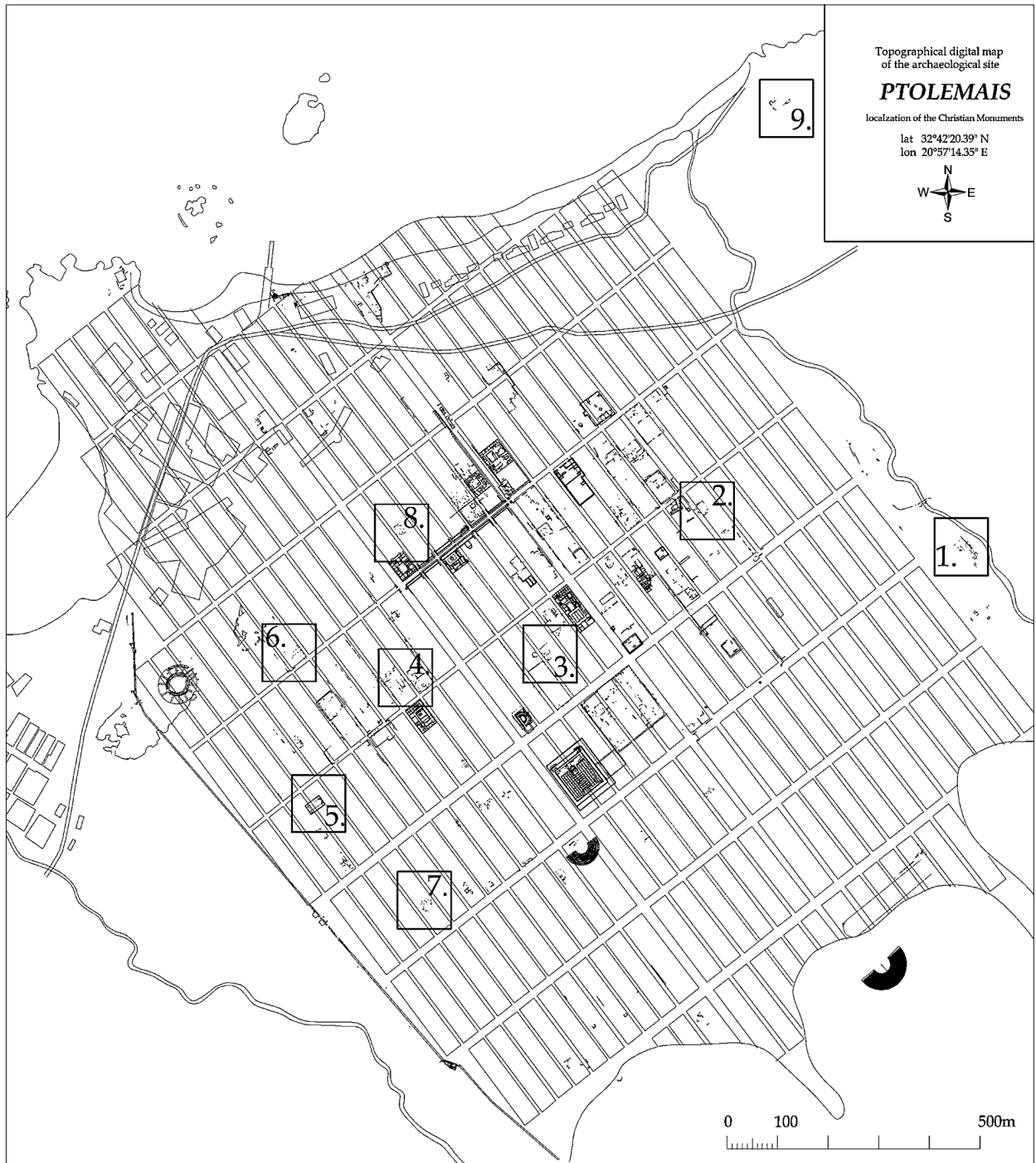


Fig. 1. Location of basilicas on the reconstructed plan of the city. 1. Basilica Extra Muros; 2. Building with the apse; 3. Central Basilica; 4. West-Central Basilica; 5. Western Basilica; 6. Building close to the Italian Fort; 7. Monastery complex (?) 8. Basilica close to Via Monumentale (Paulus); 9. Harbor Basilica (by W. Małkowski).

Ryc. 1. Lokalizacja bazylik na odtworzonym planie miasta. 1. Bazylika Za Murami; 2. Budowla z absydą; 3. Bazylika Centralna; 4. Bazylika Centralno-Zachodnia; 5. Bazylika Zachodnia; 6. Budowla przy Forcie Włoskim; 7. Zespół klasztorny (?) 8. Bazylika przy Via Monumentale (Paulus); 9. Bazylika Portowa.

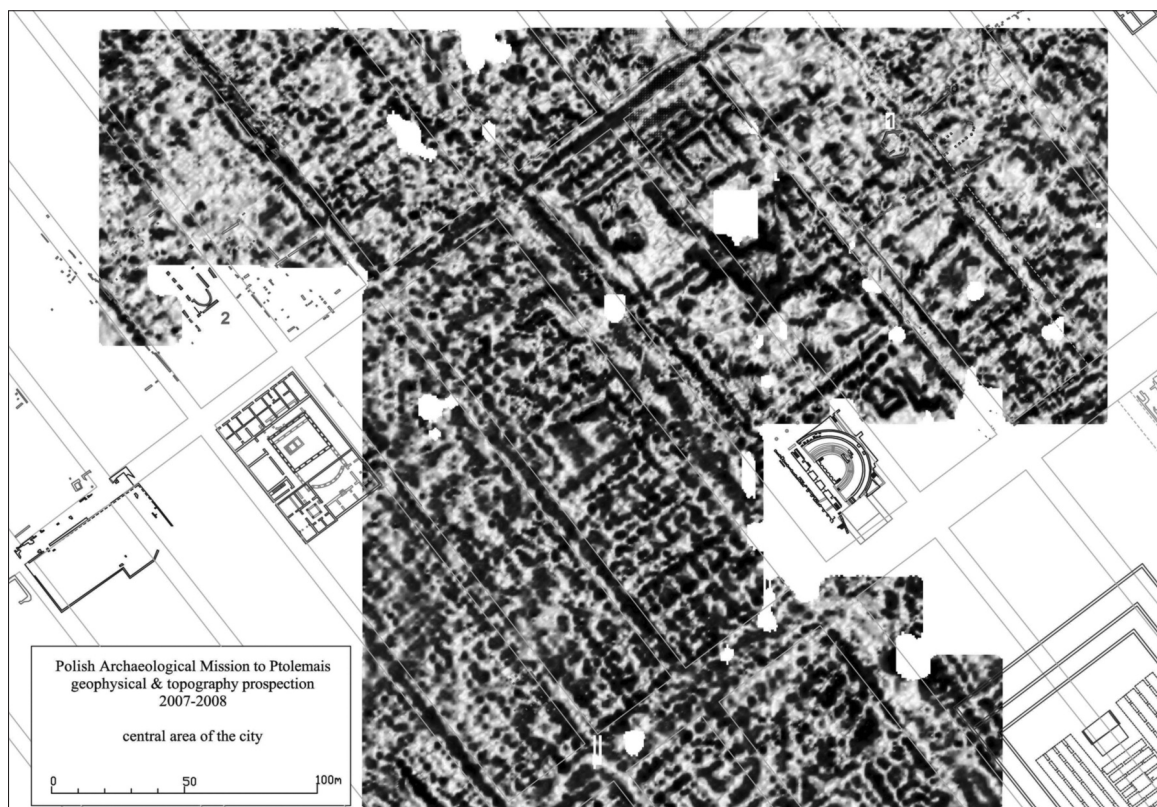


Fig. 2. Disposition of magnetic anomalies in the central part of the city (by W. Małkowski and K. Misiewicz).  
Ryc. 2. Rozkład anomalii magnetycznych w centralnej części miasta.

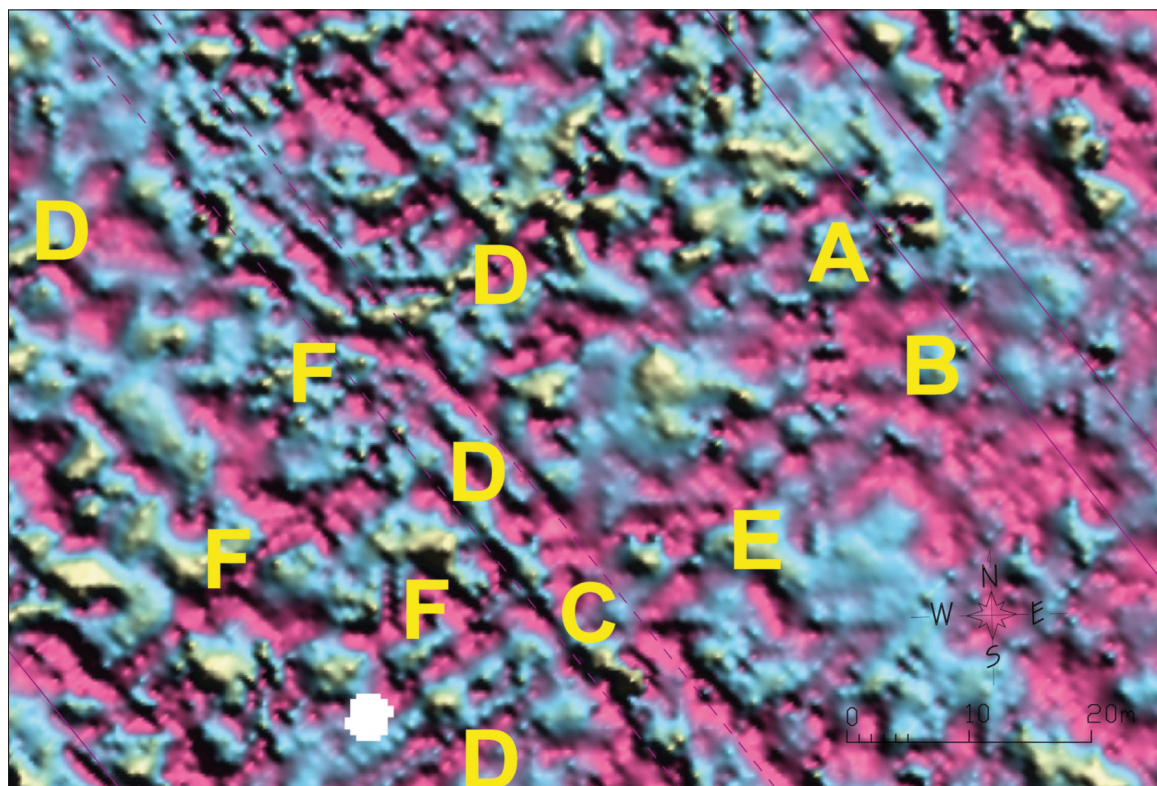


Fig. 3. Ptolemais 2007. Anomalies in disposition of the intensity of the magnetic field close to the Central Basilica (by K. Misiewicz).  
Ryc. 3. Ptolemais 2007. Rejon Bazyliki Centralnej. Anomalie w rozkładzie wartości natężenia pola magnetycznego.

## PLATE 36

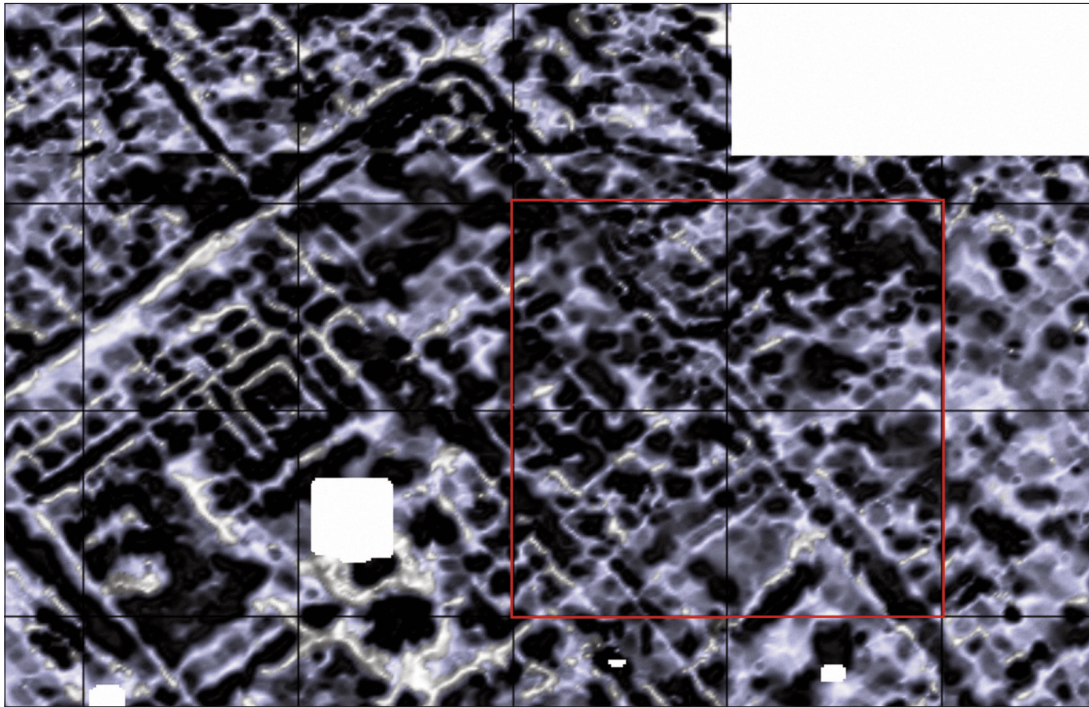


Fig. 4. Ptolemais 2007. Area close to the Central Basilica (marked with square) on the map of remains localized in the central part of the city. Measurements carried out with a flux-gate gradiometer (by K. Misiewicz).

Ryc. 4. Ptolemais. Rejon Bazyliki Centralnej (zaznaczony kwadratem) na mapie pozostałości zlokalizowanych w centralnej części miasta. Pomiar gradientometrem transduktorowym.

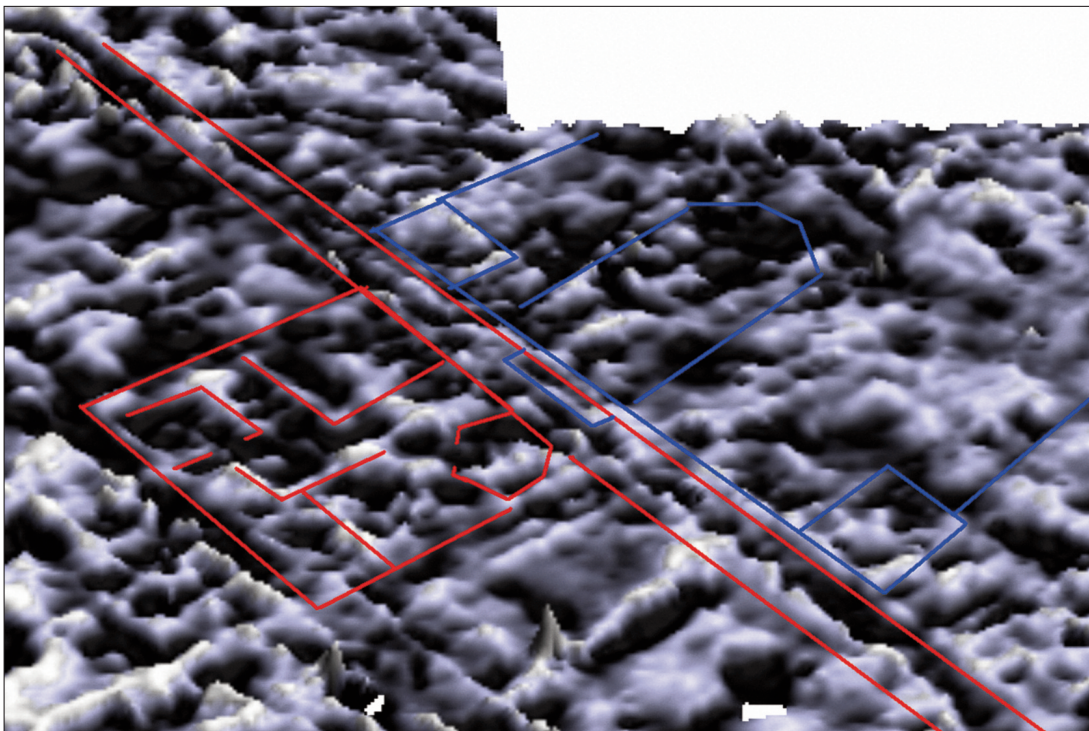


Fig. 5. Ptolemais 2010. Area close to the Central Basilica. 3-D model of the disposition of values of the horizontal component of the vector of the total intensity of the magnetic field. Measurements carried out with the use of a cesium magnetometer (by K. Misiewicz).

Ryc. 5. Ptolemais 2010. Rejon Bazyliki Centralnej. Trójwymiarowy model rozkładu wartości składowej poziomej gradientu poziomego wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego. Pomiar magnetometrem cezowym.



PLATE 38

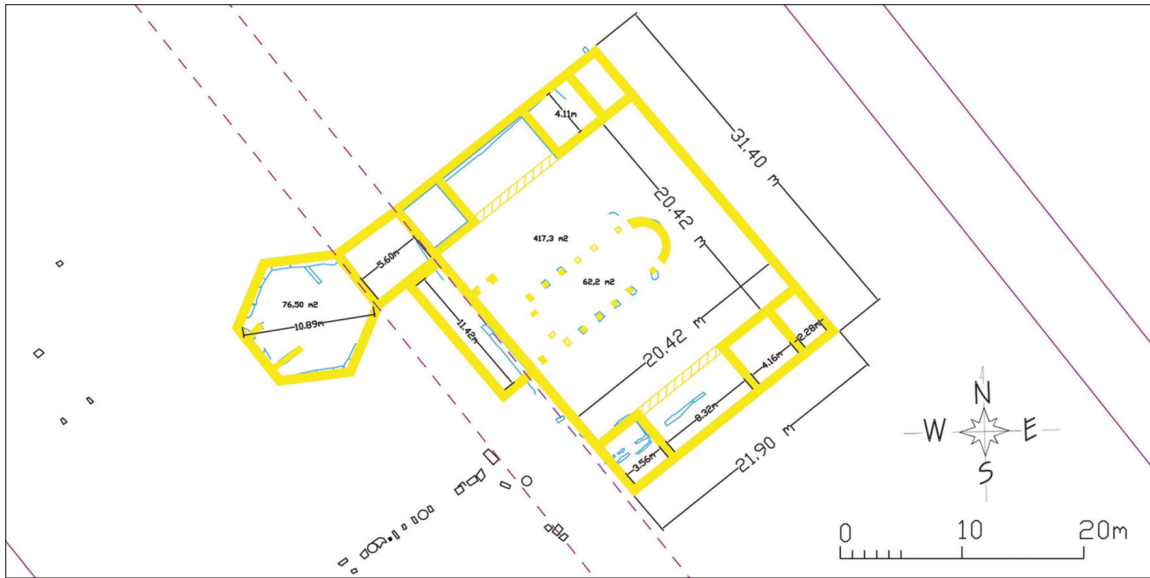


Fig. 8. Ptolemais. Area close to the Central Basilica. Hypothetical plan of preserved remains prepared on the base of the results of geophysical surveys, analysis of aerial photography and topographical measurements (by W. Małkowski).  
 Ryc. 8. Ptolemais. Rejon Bazyliki Centralnej. Hipotetyczny plan pozostałości architektonicznych wyznaczony na podstawie analizy anomalii magnetycznych, zdjęć lotniczych i pomiarów topograficznych.

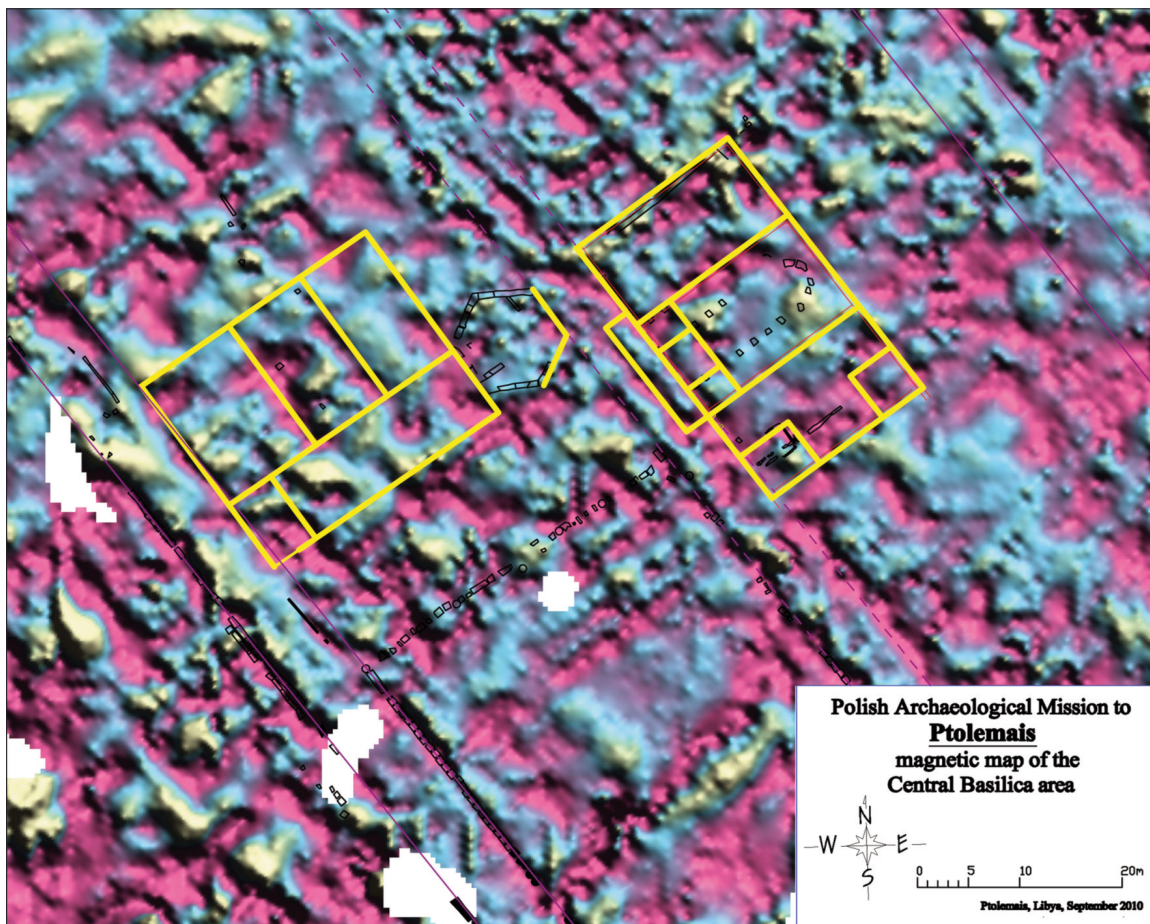


Fig. 9. Ptolemais. Interpretation of magnetic anomalies registered close to the Central Basilica (by W. Małkowski and K. Misiewicz).  
 Ryc. 9. Ptolemais. Interpretacja anomalii magnetycznych zarejestrowanych w rejonie Bazyliki Centralnej.

Fig. 10. Ptolemais 2007. Area close to the West-Central Basilica. Anomalies in disposition of the intensity of the magnetic field in the range from  $-10$  to  $+10$  nT/m (by W. Małkowski and K. Misiewicz).

Ryc. 10. Ptolemais 2007. Rejon Bazyliki Centralno-Zachodniej. Anomalie w rozkładzie wartości natężenia pola magnetycznego w paśmie od  $-10$  do  $+10$  nT/m.

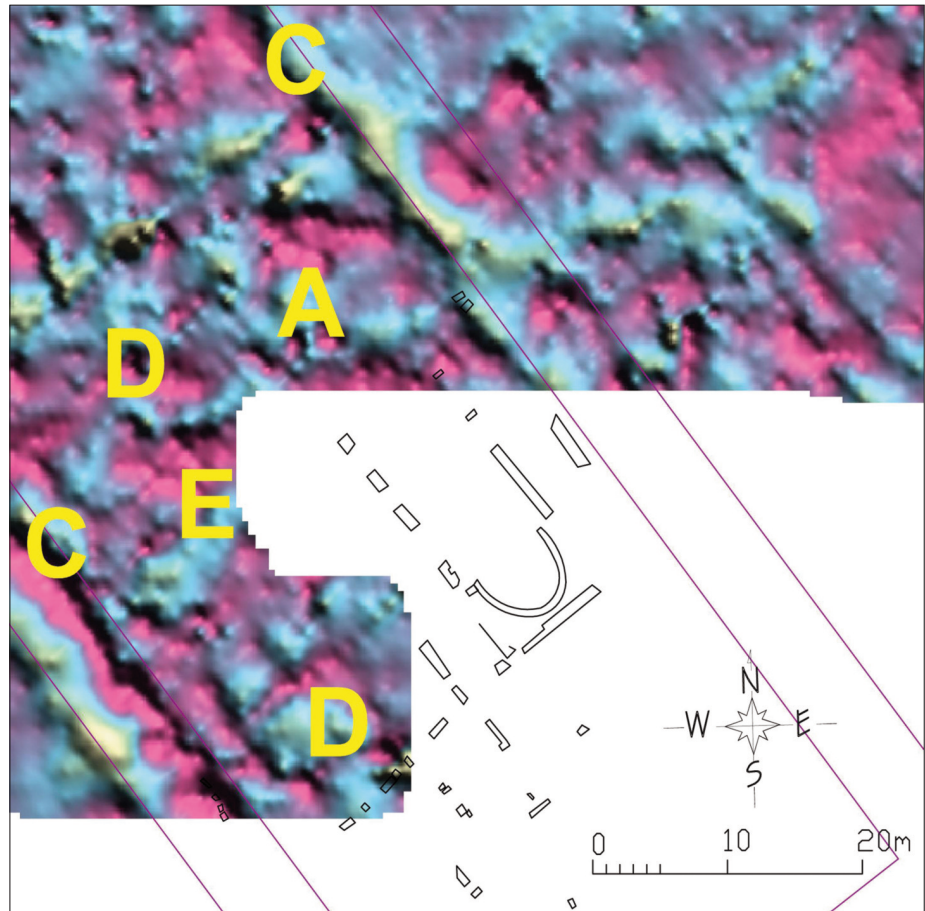
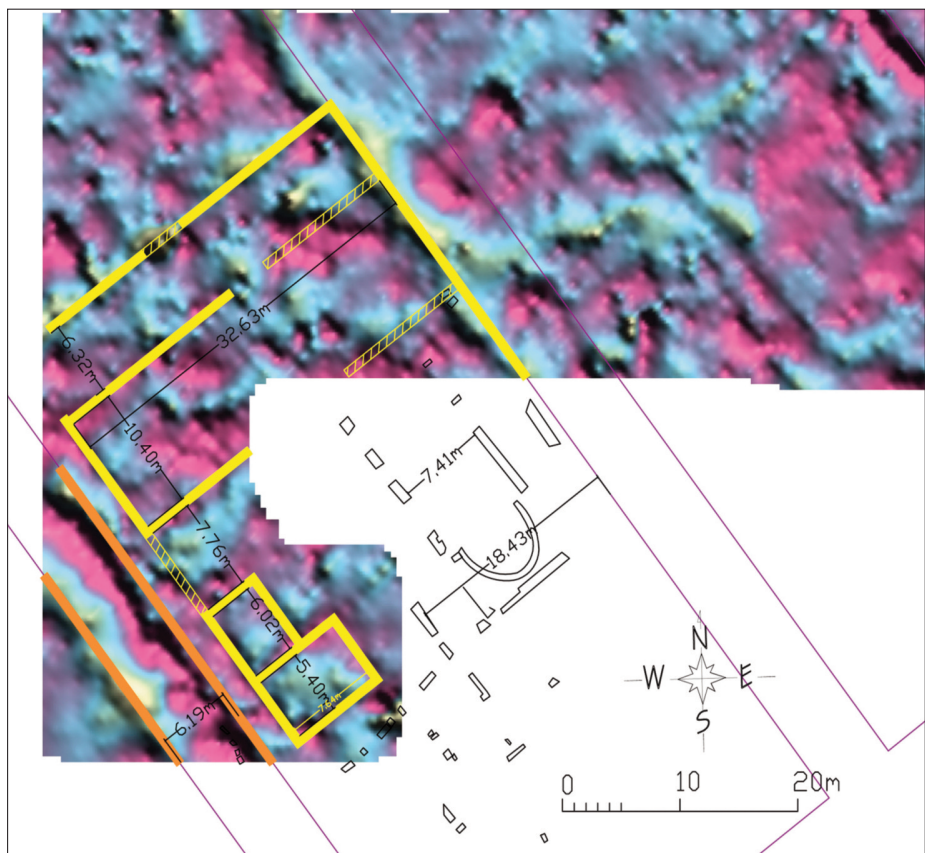


Fig. 11. Ptolemais 2007–2010. Area close to the West-Central Basilica. Interpretation of anomalies detected during measurements of the disposition of values of the pseudo-gradient vertical component of the total vector of the magnetic field. Measurements carried out with a cesium magnetometer (by K. Misiewicz).

Ryc. 11. Ptolemais 2007–2010. Rejon Bazyliki Centralno-Zachodniej. Interpretacja anomalii magnetycznych. Pomiarzy wykonane magnetometrem cezowym w konfiguracji pseudo-gradient składowej pionowej wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego.





## PLATE 40

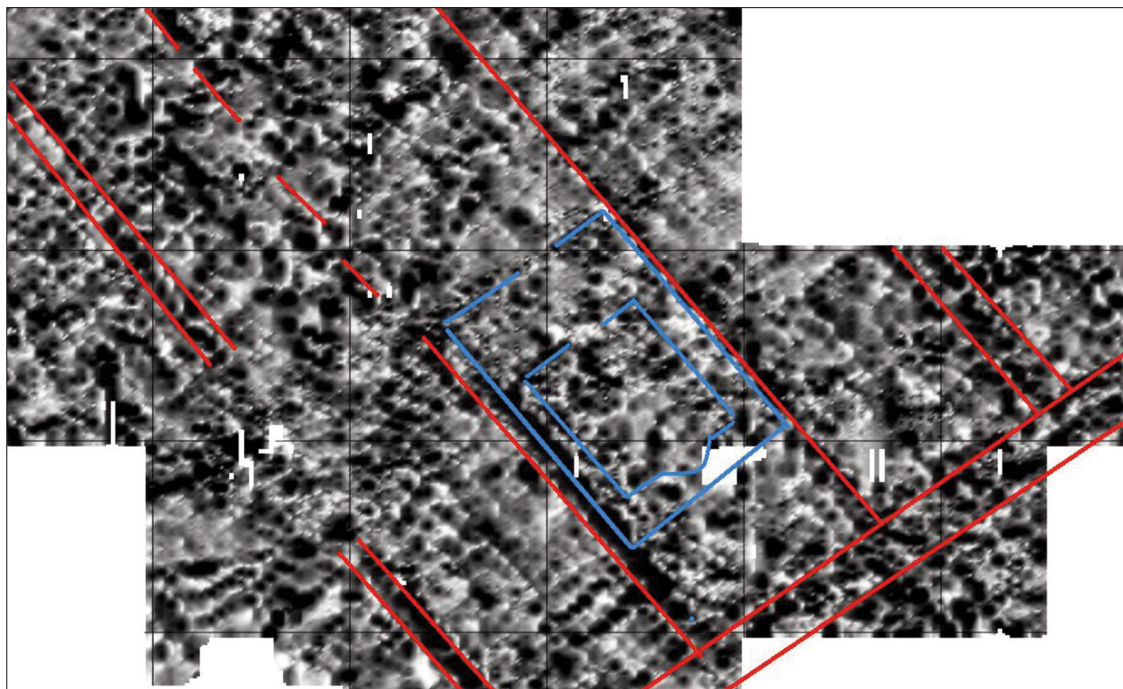


Fig. 12. Ptolemais 2010. Area close to the West-Central Basilica. Map of anomalies registered on the basis of values of the pseudo-gradient horizontal component of the total vector of the magnetic field. Measurements carried out with a cesium magnetometer (by W. Małkowski).

Ryc. 12. Ptolemais 2010. Rejon Bazyliki Centralno-Zachodniej. Mapa anomalii magnetycznych wydzielonych na podstawie pomiarów pseudo-gradienteu składowej poziomej wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego zmierzonych magnetometrem cezowym.

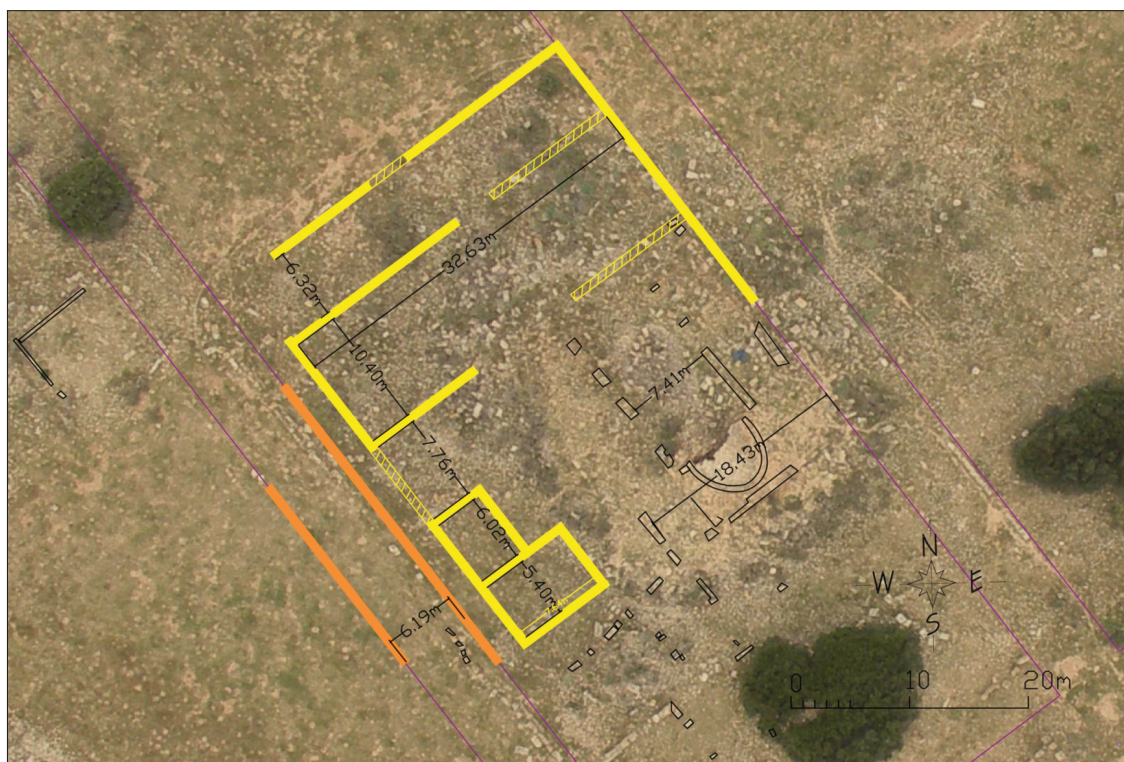


Fig. 13. Ptolemais 2007. Area close to West-Central Basilica. Interpretation of geophysical anomalies (by W. Małkowski, Photo M. Bogacki).

Ryc. 13. Ptolemais. Rejon Bazyliki Centralno-Zachodniej. Interpretacja anomalii geofizycznych.



Fig. 14. Plan of possible preserved remains in the area close to the West-Central Basilica (by W. Małkowski).  
Ryc. 14. Ptolemais 2007. Plan przypuszczalnych pozostałości zabudowy w rejonie Bazyliki Centralno-Zachodniej.

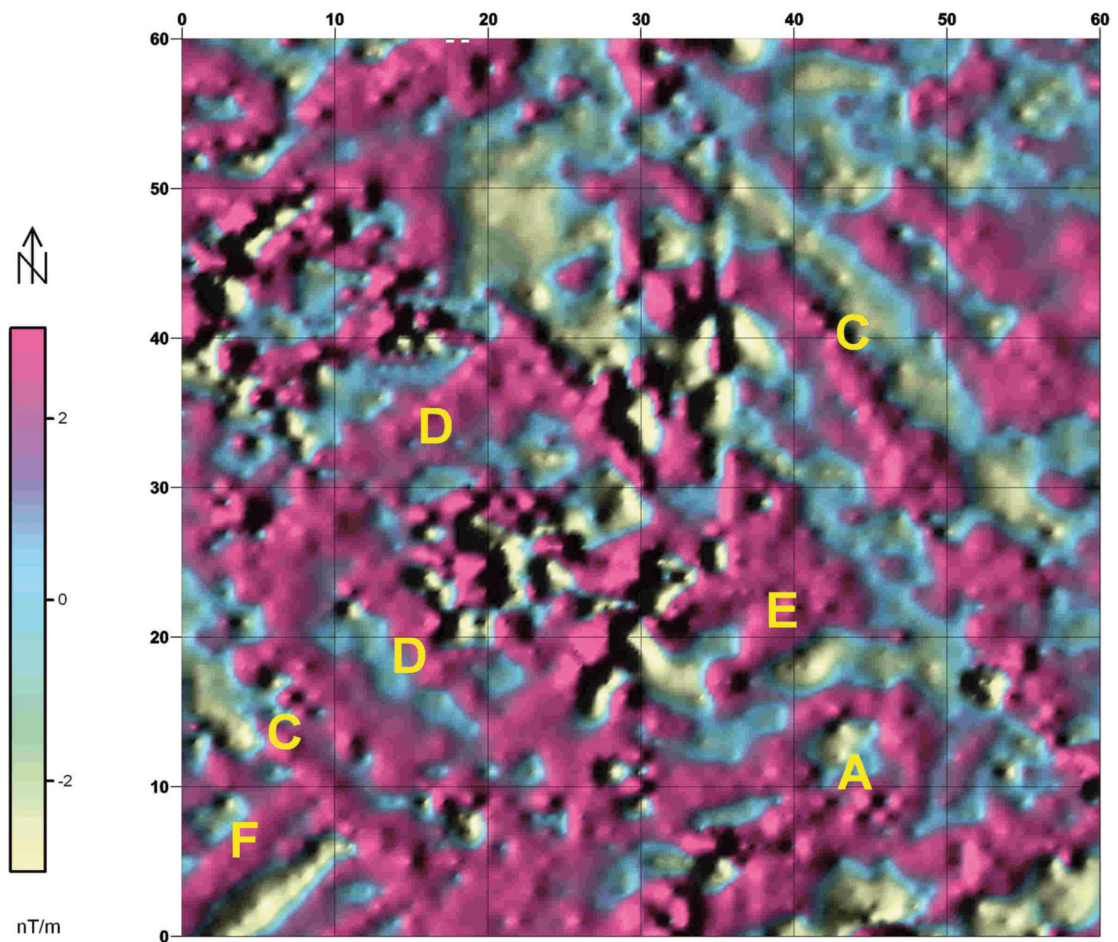


Fig. 15. Ptolemais 2007. Region Via Monumentale. Magnetic map of measurements carried out with the use of a PMP-8 proton precision magnetometer (by K. Misiewicz).

Ryc. 15. Ptolemais 2007. Rejon Via Monumentale. Mapa rozkładu wartości pseudo-gradientu składowej pionowej wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego zmierzonego magnetometrem protonowym PMP-8.

PLATE 42

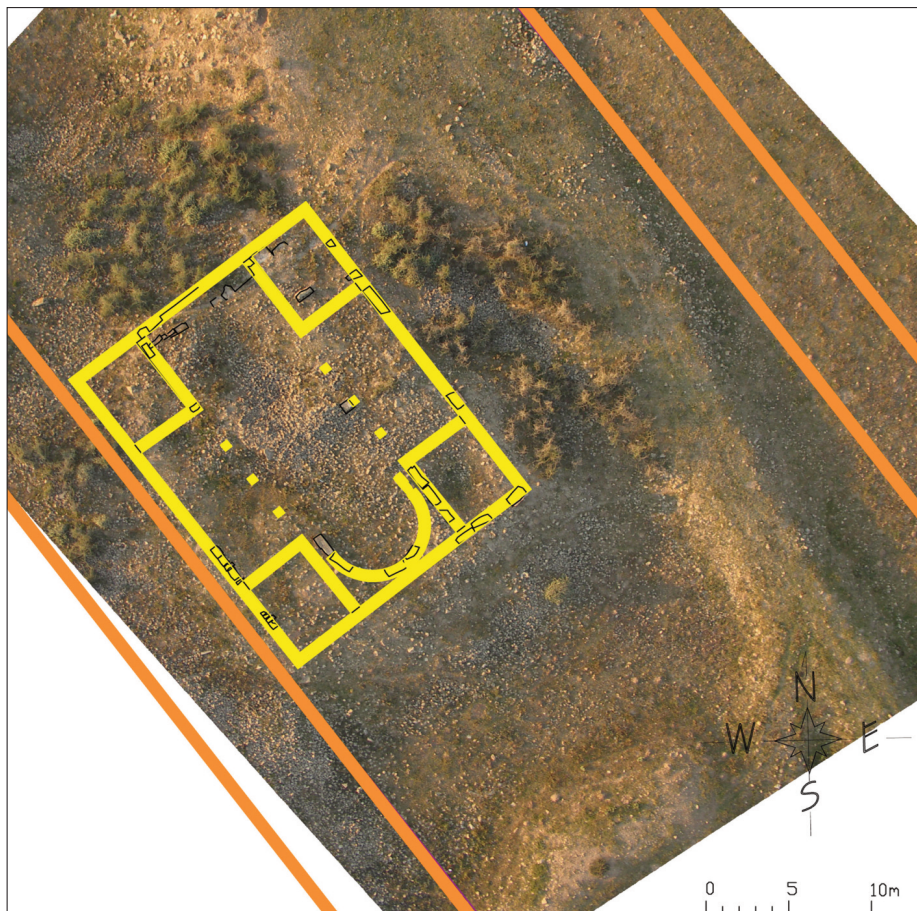


Fig. 16. Ptolemais 2007. Region Via Monumentale. Vertical aerial photograph of the surveyed field (by M. Bogacki and W. Małkowski).

Ryc. 16. Ptolemais 2007. Rejon Via Monumentale. Pionowe zdjęcie lotnicze terenu objętego pomiarami geofizycznymi.

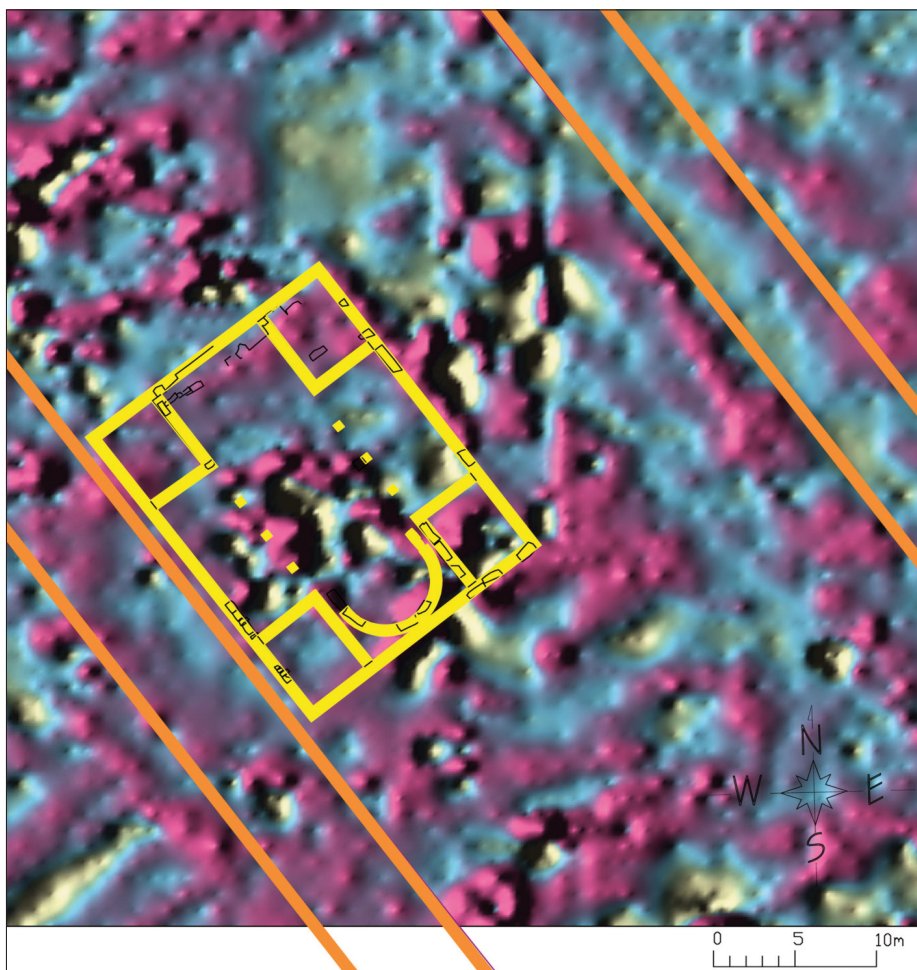


Fig. 17. Ptolemais 2007. Region Via Monumentale. Hypothetical reconstruction of the plan of architectural remains (by K. Misiewicz and W. Małkowski).

Ryc. 17. Ptolemais 2007. Rejon Via Monumentale. Hipotetyczne odtworzenie planu budowli z absydą.



Fig. 18. Ptolemais 2007. Region Via Monumentale. Hypothetical reconstruction of the plan of preserved remains prepared with the use of all data from non-invasive surveys (by W. Małkowski).

Ryc. 18. Ptolemais 2007. Rejon Via Monumentale. Hipotetyczna rekonstrukcja pozostałości zabudowy.



Fig. 19. Ptolemais 2007. Western Fort. General view of the surveyed area (by M. Bogacki).

Ryc. 19. Ptolemais 2007. Rejon Fortu Zachodniego. Ogólny widok terenu badań.

PLATE 44



Fig. 20. Ptolemais 2007. Western Fort. Architectural details visible on the surface (by M. Bogacki).

Ryc. 20. Ptolemais 2007. Rejon Fortu Zachodniego. Widoczne na powierzchni detale architektoniczne.



Fig. 21. Ptolemais 2007. Western Fort. Remains of the building with the apse as visible on the surface (by M. Bogacki).

Ryc. 21. Ptolemais 2007. Rejon Fortu Zachodniego. Widoczne fragmenty budowli z absydą.

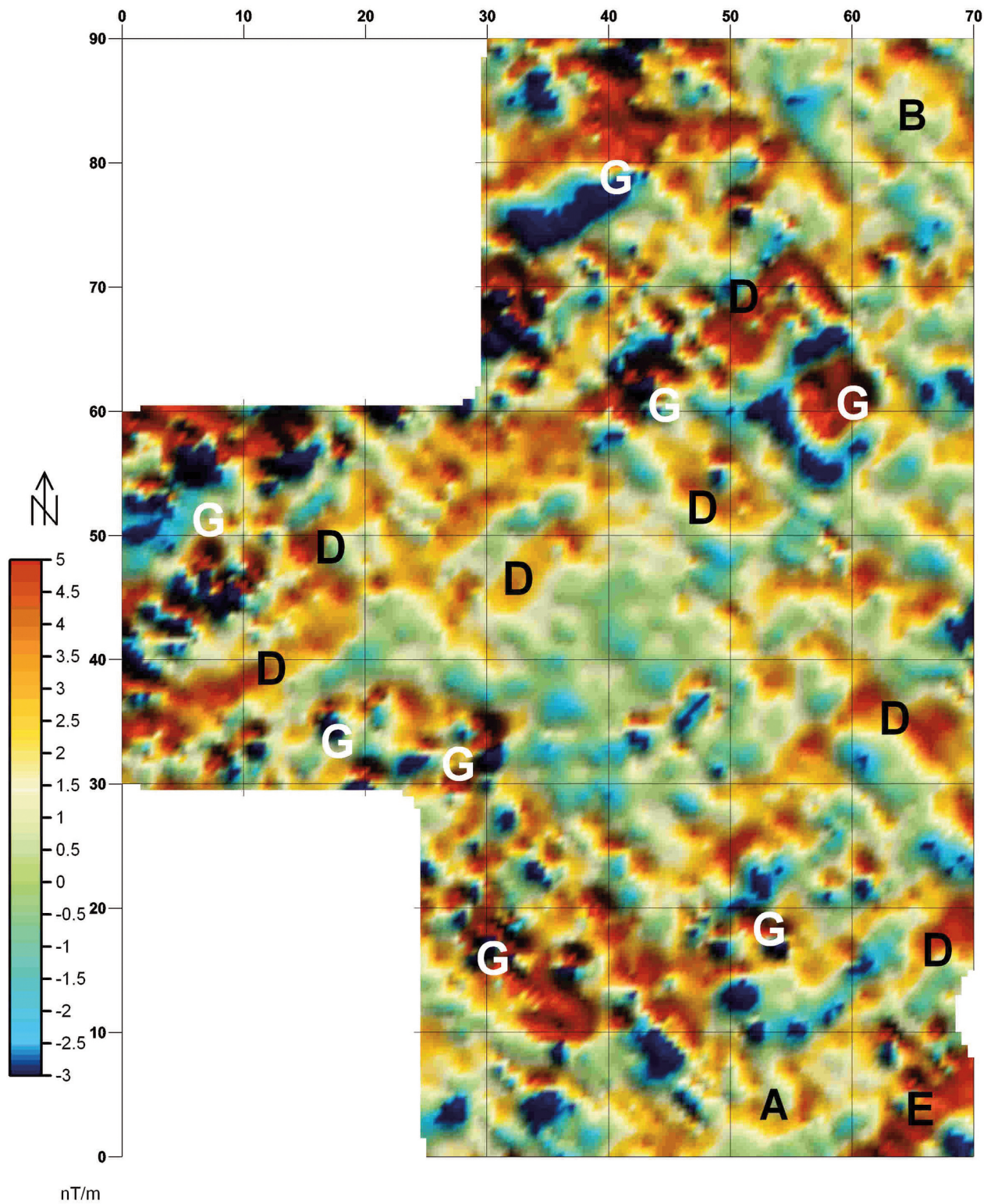


Fig. 22. Ptolemais 2007. Western Fort . Map of detected magnetic anomalies (by K. Misiewicz).

Ryc. 22. Ptolemais 2007. Rejon Fortu Zachodniego. Anomalie w rozkładzie pola magnetycznego.

## PLATE 46

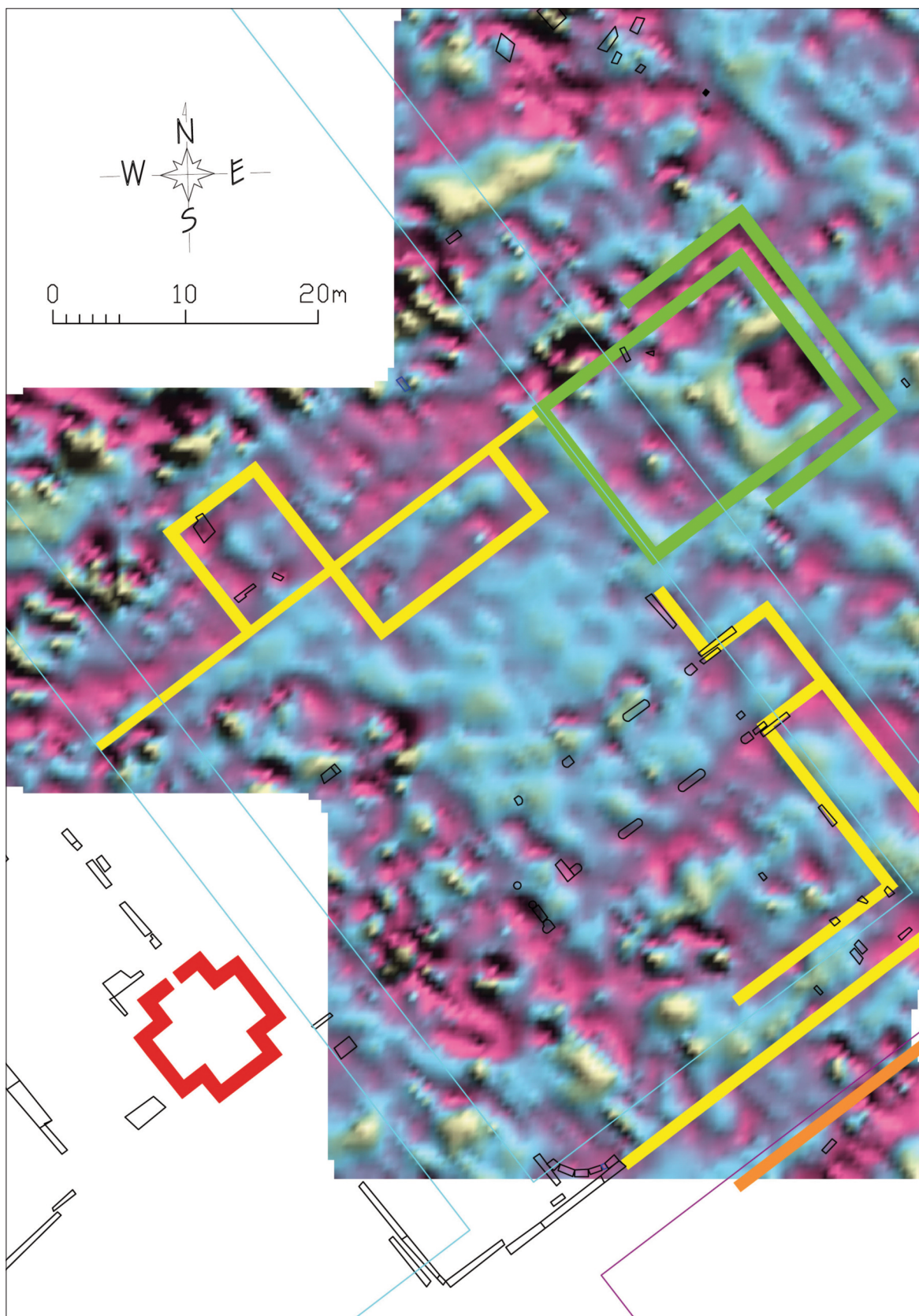


Fig. 23. Ptolemais 2007. Western Fort. Interpretation of detected magnetic anomalies (by. K. Misiewicz and W. Małkowski).

Ryc. 23. Ptolemais 2007. Rejon Fortu Zachodniego. Interpretacja anomalii w rozkładzie pola magnetycznego.



Fig. 24. Ptolemais 2007. Western Fort. Hypothetical plan of preserved remains prepared on the base of the results of geophysical surveys, analysis of aerial photography and topographical measurements (by W. Małkowski, Photo M. Bogacki).

Ryc. 24. Ptolemais 2007. Rejon Fortu Zachodniego. Hipotetyczny plan pozostałości architektonicznych wyznaczony na podstawie anomalii magnetycznych, zdjęć lotniczych i pomiarów topograficznych.



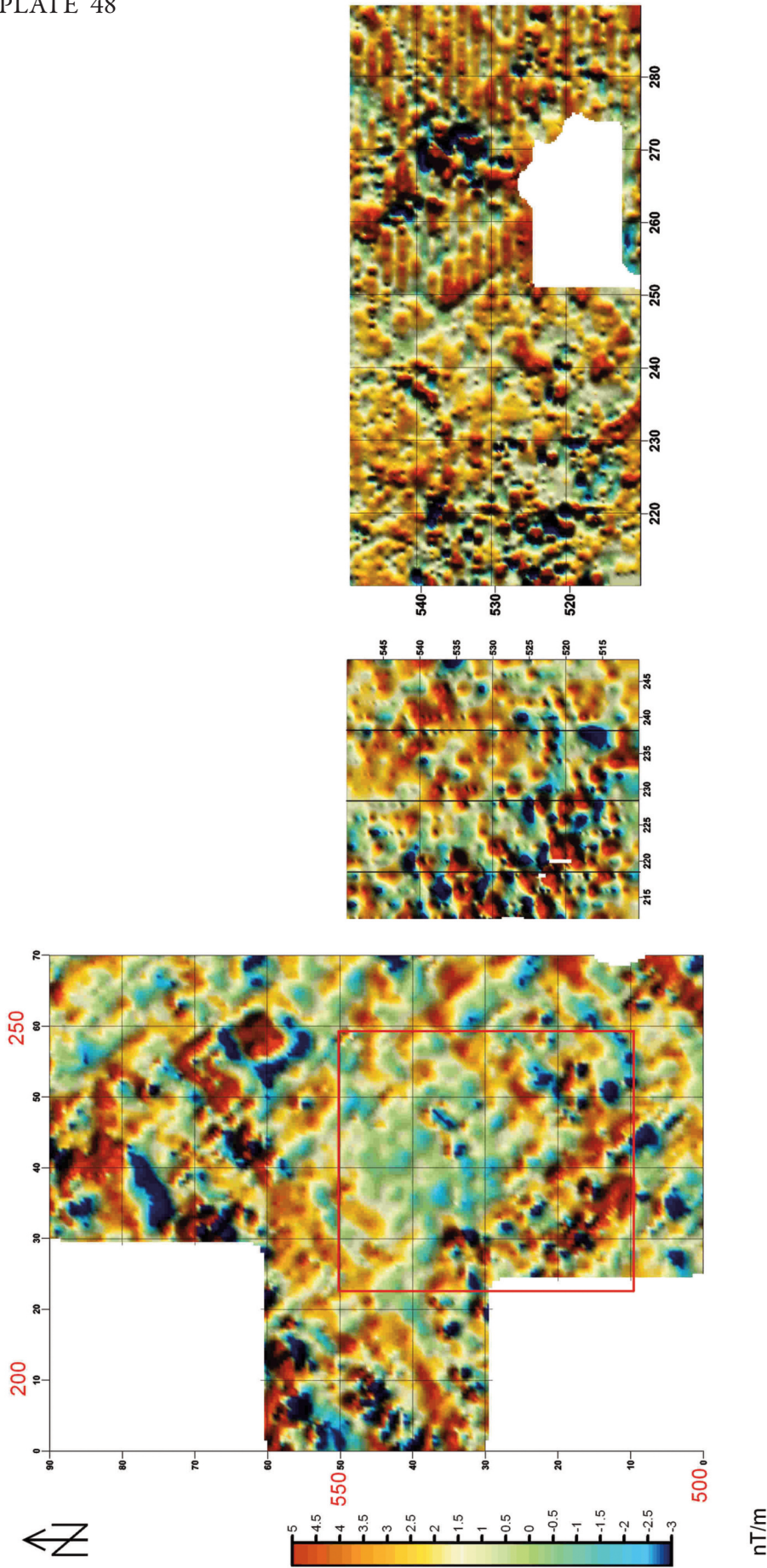


Fig. 25. Ptolemais 2007. Western Fort. Comparison of the results obtained with the use of different magnetometers (from left to right hand): proton-precision magnetometer, cesium magnetometer, flux-gate gradiometer (by K. Misiewicz).  
 Ryc. 25. Ptolemais 2007. Rejon Fortu Zachodniego. Porównanie map rozkładu wartości natężenia pola magnetycznego uzyskanych w wyniku pomiarów (od lewej do prawej): magnetometrem protonowym, magnetometrem cezowym i gradiometrem transduktorowym.



Fig. 26. Ptolemais 2007. Western Fort. Hypothetical plan of the remains preserved close to the Italian Fort (by W. Małkowski).

Ryc. 26. Ptolemais 2007. Rejon Fortu Zachodniego. Hipotetyczna lokalizacja i rozplanowanie pozostałości zabudowy zachowanych w pobliżu budynku fortu.

PLATE 50

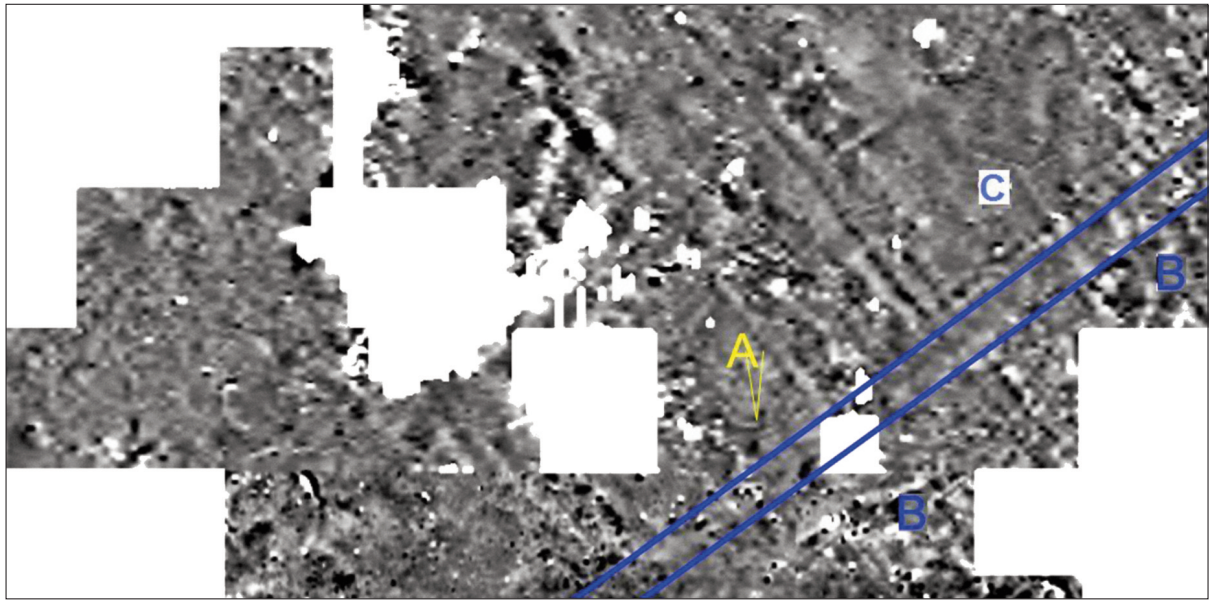
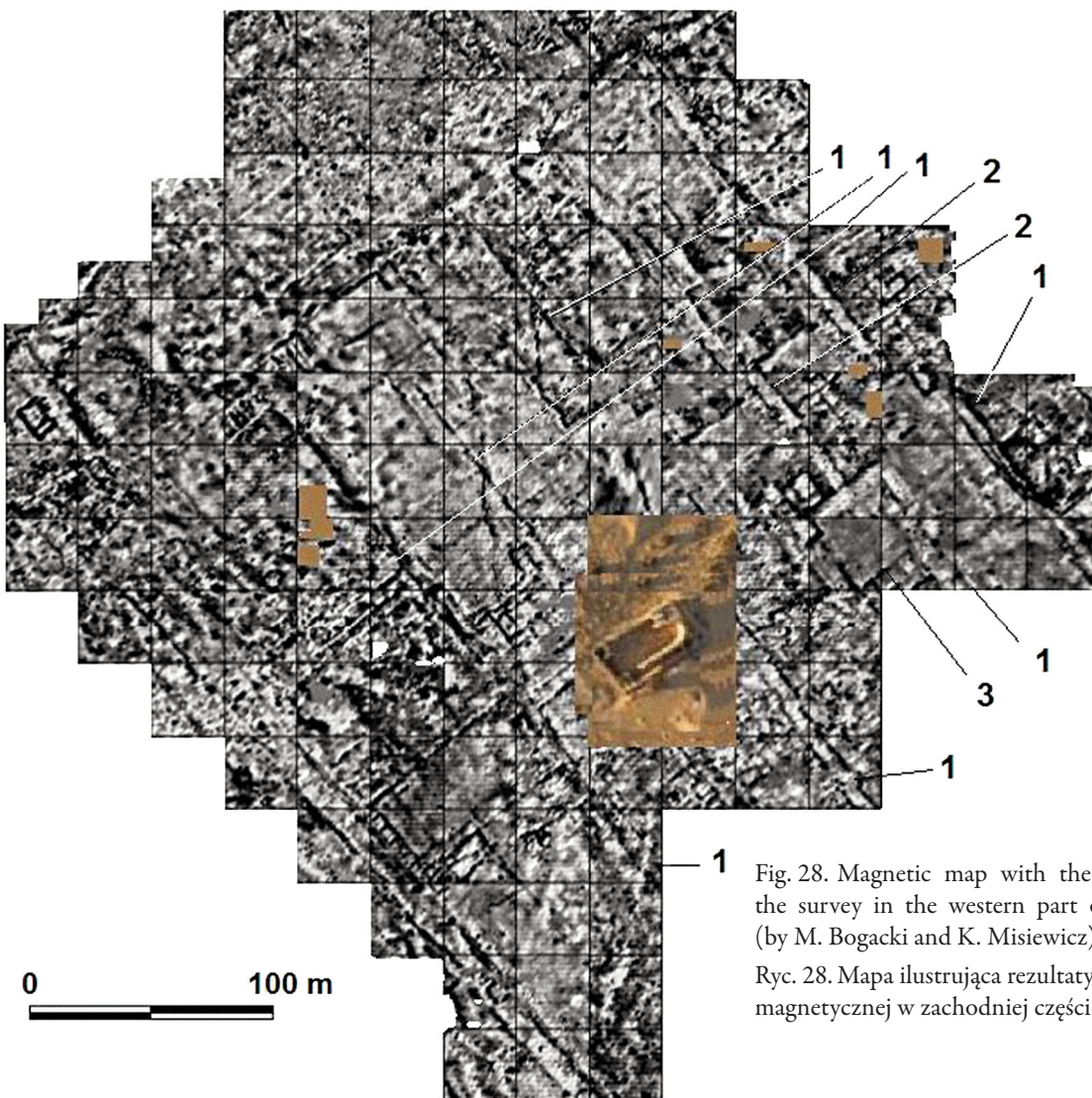


Fig. 27. Western Fort . Map of the disposition of values of gradient of the vertical component of the total vector of intensity of the magnetic field. Measurements carried out with the use of a flux-gate gradiometer (by K. Misiewicz).  
 Ryc. 27. Mapa rozkładu wartości gradientu składowej pionowej wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego w rejonie Fortu Zachodniego. Pomiary gradientometrem transduktorowym.



1 Fig. 28. Magnetic map with the results of the survey in the western part of the city (by M. Bogacki and K. Misiewicz).  
 Ryc. 28. Mapa ilustrująca rezultaty prospekcji magnetycznej w zachodniej części miasta.

Fig. 29. Location of the Western Basilica and other remains causing anomalies in the intensity of the magnetic field in the western part of city (by K. Misiewicz and W. Małkowski).

Ryc. 29. Lokalizacja Bazyliki Zachodniej i innych reliktyw powodujących anomalie pola magnetycznego w zachodniej części miasta.

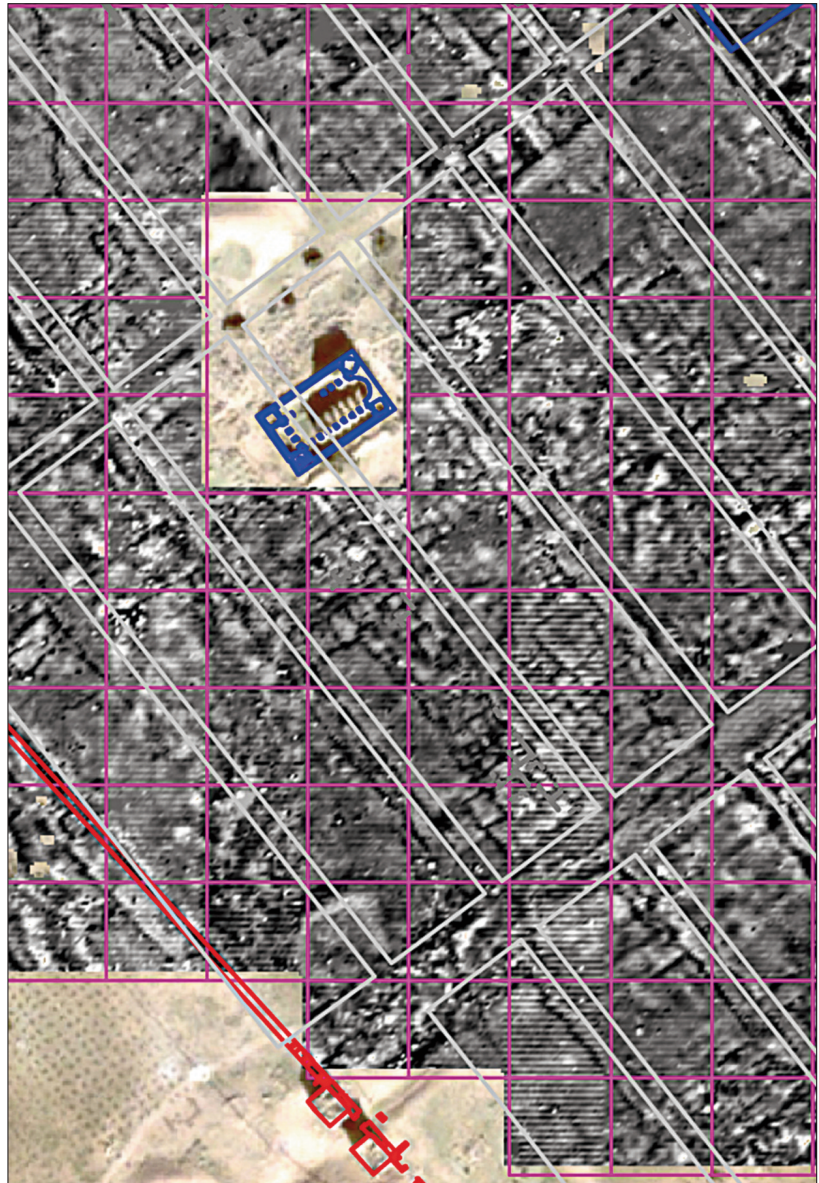


Fig. 30. Map of the disposition of values of the intensity of the magnetic field registered close to the monastery (?) complex (marked 1) in the south-western part of Ptolemais (by K. Misiewicz).

Ryc. 30. Anomalie w natężeniu pola magnetycznego w południowo-zachodniej części miasta z zespołem zabudowy klasztornej (?) (1).

