

ARCHITECTURA MILITARIS

FILIP SUCHOŃ

PhD Arch.

Cracow University of Technology
Faculty of Architecture
e-mail: suchonfilip@gmail.com
ORCID: orcid.org/0000-0002-3098-0025

REINFRID VERGEINER

PhD

Vice-President
Österreichische Gesellschaft für Festungsforschung
e-mail: rv@kuk-fortification.net

CODE NAME *CHAMELEON*; AUSTRO-HUNGARIAN TRIALS WITH THE CAMOUFLAGE PAINTING OF FORTIFICATION OBJECTS

KRYPTONIM „KAMELEON”. O AUSTRO-WĘGIERSKICH PRÓBACH MALOWANIA MASKUJĄCEGO OBIEKTÓW FORTYFIKACYJNYCH

ABSTRACT

This paper presents the attempts carried out at the start of the twentieth century by Austro-Hungarian Army specialists in camouflage painting. Consideration to the landscape features of the surroundings helped the army to protect the fortifications from enemy observation. Against the background of global and European trends, where the development of camouflage came only after the outbreak of the First World War, these experiments were innovative and pioneering. This topic is important because of the international and European context of the research and introducing practical issues for a proper approach to reconstructing and conserving historic fortifications. The research was conducted in Austria, Poland, Italy, Croatia, Montenegro, and Bosnia and Herzegovina.

Previous studies of camouflage with paint in Austro-Hungarian fortifications are incidental and contributory, hence the need for a cross-sectional approach and practical recommendations. Inquiries, literature studies, analysis of available archival sources and the limited iconographic material, and field research were conducted. The results indicate that there was no general camouflage painting scheme in Austria-Hungary and each site was treated individually within its unique context.

The study aims to conclude how to properly read the relics of camouflage painting and preserve and protect this specific engineering heritage. It is also possible to formulate guidelines on the basis of the results. The restoration of such paintings for educational purposes might be a part of conservation work programs, and the more extensive reevaluation of *architecturae militaris* monuments that has recently been taking place both in Poland and abroad.

Keywords: landscape study, mimeticism, fortified landscape, European heritage

STRESZCZENIE

Artykuł dotyczy prób prowadzonych na przełomie XIX i XX wieku przez specjalistów armii austro-węgierskiej w zakresie malowania maskującego, które miało chronić fortyfikacje przed obserwacją nieprzyjaciela przez uwzględnienie cech krajobrazowych otoczenia. Na tle tendencji światowych i europejskich, gdzie rozwój kamuflażu nastąpił dopiero po wybuchu I wojny światowej, eksperymenty te były nowatorskie i oryginalne. Temat jest istotny ze względu na międzynarodowy, europejski kontekst badań oraz konserwatorskie

zagadnienia praktyczne, służące właściwemu podejściu do rekonstrukcji i konserwacji zabytkowych fortyfikacji. Badania prowadzono w Austrii, Polsce, Włoszech, Chorwacji, Czarnogórze, Bośni i Hercegowinie. Dotychczasowe opracowania dotyczące maskowania z wykorzystaniem farb w fortyfikacjach austro-węgierskich mają charakter incydentalny i przyczynkowski, stąd potrzeba przekrojowego ujęcia i zaleceń praktycznych.

Przeprowadzono kwerendy, studia literatury, analizę dostępnych źródeł archiwalnych i nielicznego materiału ikonograficznego, oraz badania w terenie. Wyniki wskazują, że w Austro-Węgrzech nie istniał ogólny schemat malowania maskującego, a każdy obiekt był traktowany indywidualnie i z uwzględnieniem swojego niepowtarzalnego kontekstu.

Celem pracy jest sformułowanie wniosków dotyczących właściwego odczytywania reliktyw malowania maskującego oraz zabezpieczenie i ochrona tego specyficznego dziedzictwa inżynierskiego. Możliwa jest również aplikacja wyników przez wytyczne do ewentualnego odtworzenia takiego malowania w celach edukacyjnych, w ramach programów prac konserwatorskich i szerzej zakrojonej w ostatnim czasie — w Polsce i poza jej granicami — rewaloryzacji zabytków *architecturae militaris*.

Słowa kluczowe: studium krajobrazowe, mimetyzm, krajobraz warowny, dziedzictwo europejskie

1. INTRODUCTION

A few contemporary researchers have taken up the subject of fortress camouflage. Archival research, expanded by in situ, stratigraphic and laboratory studies, requires specialized knowledge, familiarity with the language (archaic, filled with technical terminology) and access to historical documentation and preserved sites.

Efforts to make fortification buildings similar to their surroundings required a keen awareness of environmental conditions. The methods of matching the colour of a building to the colours of its surroundings, discussed further in the text, resulted from careful studies. Landscape analyses, evaluation of the buildings' sunlight illumination, and accompanying vegetation surveys were conducted. Thus, it was an interdisciplinary issue, both architectural because of the perception of fortification buildings in their context and within the field of natural sciences. The trials, covered by military secrecy and conducted by qualified officers, took place at the start of the twentieth century. These represented pioneering experiments in the study of the environment, the aggregation of its features, the creation of visual messages and manipulation at the interface of science, psychology and abstract art. Camouflage paint was used to cover not only elements of fort buildings but also artillery batteries or relatively small structures — fortress gate guardhouses, pillboxes, rangefinder positions, and ammunition depots. Within the former territory of Austria-Hungary, which is now in several European countries, at least several dozen fortification structures have survived to modern times (Brosch von Aarenau and von Steinitz, 1937; Rolf, 2011), the state of preservation of which allows one to hope for revaluation or adaptive reuse. These are unique resources in terms of numbers, indicating the European context of the research undertaken.

The purpose of the paper

From a conservation point of view, the preserved elements of camouflage painting have a very considerable historical value, reflecting the character of the fortified landscape from its heyday and as an essential component of engineering the preparation of the battlefield. In the revaluation, adaptation and management of historical fortifications, historical-landscape studies and architectural analyses play a significant role. Through these, a holistic approach is possible, ensuring the adequate protection of tangible and intangible values. Deficient exploration of a monument causes some information about the historical matter of the building and its surroundings to escape the researcher's attention. It should be emphasized that elements unnoticed by researchers are often irretrievably lost (Kwaśniewski, 2019). As a result of findings disconnected from the historical, social and landscape context, it is not possible to build a complete picture of the historical values of the building. As a result, conservation guidelines are incomplete and can lead to actions that destroy values that have not been recognized (Kwaśniewski, 2019). Therefore, one of the aims of this article is to draw attention to a once important aspect of the appearance and reception of fortification buildings, specifically those covered with camouflage paint.

Another key goal is to enhance the state of the art by exploring a hitherto unexplored or marginalized topic, present a cross-section analysis of the phenomenon, and attempt to synthesize the findings.

Currently, there are few relics of camouflage painting preserved on Austrian forts — they should be well investigated and preserved. Furthermore, the authors want to provide the necessary knowledge to restorers and designers who are involved in their adaptive reuse and the preservation of Austrian fortifications in Europe.

Methods

Due to the specificity of the topic, the authors adopted a research methodology corresponding to historical-architectural research. Available studies (published and unpublished) were analysed. Stationary searches were conducted at the Kriegsarchiv in Vienna (2014 and 2021), the Državni arhiv u Splitu (2014), and the Museo Storico Italiano della Guerra in Rovereto (2021). Conclusions from the search regarding transformations of fortification structures and their functioning as well as modifications of their surroundings were necessary to determine the scope of field research and its subsequent interpretation. Field research was primarily conducted in the area of the Kraków and Przemyśl fortresses (2018–2021), and surveying work in the Pula and Trebinje fortresses (2014) and Kotor (2022) was also included.

The results of field research (based on visual inspection, excavations and expert opinions) concerning the fortification objects and their surroundings (elements of land development and functional-compositional relationships) are given separately for individual elements of the structures. In addition, a classification was applied to take into account findings relating to materials and construction, findings concerning elevations, and the results of accompanying research (including the stratigraphy of paint-coating relics).

The conclusions of the research (inquiries and field work) are academic proposals — identifying elements of the fortification or insufficiently recognized research aspects.

This is followed by an analysis of the historical value of camouflage painting — a constitutive element for the structure and its surroundings. Finally, conservation recommendations are given.

Scope

The scope of the research included the theoretical foundations of the application of camouflage painting, experiments, tests and pioneering attempts in this field, historically applied techniques and materials, and issues related to conservation and the protection of preserved camouflage elements.

The temporal scope of the research covers fortifications erected by the Austro-Hungarian monarchy, built from the 1890s until the outbreak of the First World War.

The territorial range coincides with the former borders of the monarchy — forts of Przemyśl and Kraków in Poland, forts on the Adriatic coast in Croatia and Montenegro, and mountain fortifications in Italy, and Bosnia and Herzegovina.

Literature review

Chronologically, the earliest studies — primarily on the theory of permanent fortification construction — were written while the Habsburgs were still in power as textbooks and articles by practicing army engineering officers, Ernest Leithner (Leithner, 1894a; Leither, 1894b) and Moriz Brunner (Brunner, 1909). Following the design methodology, the theory presented in them was consistent with practice; the manuals provided a record and a valuable collection of solutions.

The progress of the work and experiences were continuously reported in the Austrian trade press of the time in a series of articles in the journal *Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens* (Leithner, 1894a; Leithner, 1894b; Škwor, 1898; Novotny, 1904).

After the the First World War, Fritz Heigl published two articles. The first, an extensive text, was an attempt to typify and describe the general principles of disinformation, camouflage and camouflage painting used during the First World War (Heigl, 1924). Another article was a kind of errata and supplemented the earlier one with quite extensive information on the camouflage painting of Austro-Hungarian forts before the First World War. The name ‘chameleon painting’ appears in the context of camouflage techniques and treatments used in Austria-Hungary (Heigl, 1925).

An unpublished typescript describing the general history of Austro-Hungarian fortifications includes a subsection on camouflage (Schneider and Immendorfer, 1941–1942).

No thorough study devoted to the issue of the camouflage painting of Austrian forts prior to the First World War could be found in contemporary literature. In a Polish study on the history of Austrian fortifications on Polish soil by Bogdanowski — a significant paragraph is quoted below (Bogdanowski, 1966).

The architecture of the fort remained unchanged — simple, functional with red brick walls, grey arches of concrete vaults or slabs visible outside. New is the paint-masking, introducing a light sand color for the walls, sometimes with black spots, and a dark grey colour for the towers and armour¹.

The subject of reconstruction of historical camouflage painting, based on conservation research, appeared in the context of the adaptation of forts Węgrzce and Grębałów in Kraków. Additionally, the variability of historical painting dependent upon season was indicated (Janczykowski, 2015). Researchers

¹ Here and further in the text — the authors’ own translation.

focused primarily on using greenery for camouflage purposes, both in the Austrian fortifications school (Idzikowski, 2014; Środulska-Wielgus, 2005; Środulska-Wielgus, 2014) and outside Austria-Hungary during a comparable historical period (Narewski, 2006; Pardela, 2017; Wilkaniec, 2006).

Contemporary studies on mountain fortifications in the Italian-Austrian borderland include archival photographs of masked buildings and brief references which only superficially touch on the subject but at the same time, provide information on interesting details. These include the use of camouflage stripes or spots in red-brown, green, and white, as well as painting intended to imitate a fir forest (on the sloping ceiling of the Posten Vezzena, in the modern-day northern Italian province of Trento); protruding elements, such as armoured cupolas lying amidst the snow cover, were painted white (Bortot, 2005; Hentzschel, 2016).

2. FINDINGS

The results of the study were reported following original sources. A critique of written sources and study papers was conducted as well as a review of archival materials and iconography of the fortifications. Laboratory tests of samples of preserved paint relics were also conducted.

Results of the literature survey

The increase in the range of guns and the introduction of the demolition projectile (filled with explosive material) around 1885 caused a serious crisis with regard to fortification construction in all militarily significant countries. The existing means of protection were unable to cope with the destructive power of the new weapon and thus became ineffective.

The plan and profile of fortifications, irrespective of the influence of the chosen type, had to be established each time in such a way as to enable the fullest possible shelling of the surroundings, taking into account the directions from which the enemy could fire and the optimal silhouette of the fortification. The latter was achieved mainly by rounded contour forms and smooth profile transitions. Finally, the effectiveness of enemy observation — and therefore the area adjustment and range corrections of artillery fire — could be reduced through the strategic planting of greenery on earth ramparts and the appropriate painting of concrete surfaces and armour (Leithner, 1894a; Leithner, 1894b).

Until the First World War, Austro-Hungarian fortification design only used the term ‘Maskierung’. This encompassed measures later called camouflage,

which were intended to adapt the shape and colour of a structure to its surroundings in such a way that it could not be recognized by an observer from the ground or air — at least with regard to its character — and to mask its silhouette (Schneider and Immendörfer, 1941–1942). Natural and vegetational camouflage involved the use of natural terrain features (e.g., poor visibility: mountain forts at high altitude were shrouded in fog for most of the year) and live and cut vegetation. Live vegetation — trees, shrubs — camouflaged permanent structures, while cut vegetation was used only temporarily, mainly to reinforce obstacles and in field fortification.

It should be emphasized that the locations of individual forts and fortifications along the borders of the monarchy had very different environments in terms of geography, altitude, soil and climatic conditions, relief, vegetation, and landscape colours. For the purposes of this study, sample sites with similar conditions were grouped together (Novotny, 1904):

- coastal — Pula, Kotor;
- foothills area — Kraków, Przemyśl;
- high mountains — Trento, Bressanone, Riva del Garda, Klagenfurt;
- karst landscapes — Sarajevo, Mostar, Trebinje, Bileća;
- water-rich lowlands — Komárom, Alba Iulia, Petrovaradin.

Since the mid-nineteenth century, Austria used plant camouflage for fortifications on plains and uplands that presented a challenge to spies in peacetime, planting them with trees and shrubs. For the time of mobilization, it was assumed that the foreground would be ‘cleared’ by felling, leaving tree trunks 1 to 1.5 m high, which would then be wired together to form an obstacle around the fortifications.

Even at an early stage of design, great importance was attached to the careful shaping of the silhouettes of permanent works and batteries (Leithner, 1894b). This eventually evolved to dispersed fortifications and increasingly small fortification structures (Brunner, 1909). Due to the development of military technology, there has also been a reduction in the functions of individual structures, the specialisation of types of weapons, and the provision of effective command through telephone communication and optical signalling. The optimal silhouette was intended to make the target difficult to identify and capture, to make it inconspicuous in the field, and to make it look indistinct from a distance. This was facilitated by the planting of greenery to the flanks or rear of the target, which — as long as they did not interfere with one’s own observation — could be left in place in the case of mobilisation.

From the late nineteenth century, structured

planting studies began to be conducted, initially locally, but in 1903, The Ministry of War ordered all engineering directorates to prepare reports on their work to date (Novotny, 1904; see ill. 1). The engineering directorates were the military institutions responsible for the defensive capability and the fortification equipment of fortified sites (fortification facilities), and later for conducting research on the attack on and the defence of fortified sites, and for making all kinds of preparations aimed at increasing the defensibility of fortifications (K.u.k. Kriegsmministerium, 1907). After analysing the submitted materials, an instruction on camouflage of forts, intervals and communications was issued in 1904. The Masking Instruction (K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1904; Idzikowski, 2014) systematized knowledge about masks, defined the objectives of planting, their division, and recommended plant species. To a large extent, it was based on the report from works carried out at the Kraków Fortress; thus, the general recommendation was to use species used in mid-field shelterbelts, i.e., those that were natural for the agricultural landscape. Rightly, an attempt was made to use native species occurring as close as possible to the place of use, which seemed to be the best guarantee of the proper flourishing of this flora. This was necessary, moreover, in cases where atypical climatic and soil conditions enabled the development of only very specific plant species, characteristic of given regions. The question of the use of camouflage plantings is briefly described in the instructions for permanent fortifications by Moriz Brunner (Brunner, 1909). In the chapter ‘Other Additional Devices and Measures’ (*Sonstige ergänzende Anlagen und Maßnahmen*), item 31 ‘Camouflage Plantings’ (*Maskenanlagen*) indicated plantings as a necessary element to be implemented even in peacetime. It also recommended that evergreen species be used wherever possible.

This otherwise advantageous camouflage method encountered great difficulties in mountain forts. The tops of mountains and hills rarely had large and flat tops on which masks of trees and shrubs could be placed in addition to fortifications. There were also observation points from which an enemy observer could get an unobstructed view. The effective end result of plant camouflage required careful maintenance and care, and it had the disadvantage of being slow to achieve the right result. In the Alps of North Tyrol and Carinthia, plantations of Osage oranges, *Robinia pseudoacacia*, black and white pine, spruce, larch, maple, and willow were attempted even at high altitudes. However, 50–70% of the conifers, 30% of the *Robinias* and about 20–25% of the

Osage orange died due to snow and rock avalanches, and about 40–60% of the maple and willow seedlings died due to adverse soil and climatic conditions (Novotny, 1904). The trunks of the *Robinia* trees were expected to reach the size required for use as supports for wire entanglements after about 4–6 years. In general, upland plantations needed about 8–10 years to reach a size to make the trunks usable as stakes for stretching wire and nearly ten years to make them suitable for branching. These conditions were much more favourable when such plantings were used in broad mountain valleys. As for the time required for the previously mentioned plants to be suitable for staking or branching, plantations of Christ’s thorn (*drače*) needed 6 to 10 years, blackberries 3 years, *Robinia pseudoacacias* 6 years, fruit trees 8 years, conifers 10 years, and holm oaks and *Phillyreas* 20 years. As a result, the Austro-Hungarian army began to use paint-based camouflage (Schneider and Immendörfer, 1941–1942). Usually 2–3 colours were used for painting, selected according to the colours of the surrounding terrain and sometimes the season (winter and spring camouflage in the high mountains). The specific pattern should have worked best in places and at times when there were no natural structures facilitating camouflage, e.g., lush vegetation — as in the mountains and karst uplands.

The theory of camouflage painting types

Camouflage is used to blend in with the environment by confusing the visual reading so that the object remains hidden in the area in which it was built. It also serves to intentionally mislead, making correct interpretation more difficult by using features responsible for visual perception to intentionally misrepresent an object’s properties (Dojlitko, 2015). The essence of how camouflage works is to force the observer to unconsciously treat the masked object as a set of environmental components that do not attract attention to themselves. The tool used for this purpose is the camouflage pattern, and its colour characteristics should be as close as possible to the landscape colours of the area (Dojlitko, 2015). Proper camouflage was usually not limited to one pattern, but used several methods. It was possible to distinguish the following three main trends of camouflage painting strategies, systematized by Heigl (1924):

A. Painting natural objects to represent the artistic reality of a fragment of the landscape (illusionist painting). The first mention of mural painting, giving the illusion of reality, dates back to antiquity, but this military application

was something new. This method of painting was intended to create the illusion that the representation shown on a two-dimensional surface was three-dimensional. The pattern referred to one particular place. It was a reproduction of the image of a given area in order to assimilate the object and avoid detection through the sense of sight. Realistic paintings on large wall surfaces depicted tree silhouettes in a linear perspective (based on archival photographs: forts Corno, Garda, Strino in northern Italy-Trento; Bortot, 2005).

B. The first type of proper camouflage — small spots (mimetic camouflage). In order to reduce the contrast between the object and the surroundings, mimetic camouflage was used. It can also be described precisely as the ‘chameleon effect’ or ‘blending into the background’. Its simplest form was a uniform colour, which was an averaging of the dominant colour palette in a given space (Dojlitko, 2015). Observation and analysis of views of various landscapes led to the conclusion that they were a mosaic of small, differently coloured patches. Thus, camouflage patterns consisted of small patches of size and shape similar to natural elements of the environment (twigs, leaves, small stones, patches of snow), referring to the layout and colours of vegetation typical for a given geographical region. Compositions consisting of small-sized patches could only be distinguished when observed from a close distance (based on archival photographs of Przemyśl forts, see ill. 6).

C. The second type of proper camouflage — large spots (deforming camouflage). This was the easiest way to deform the silhouette of an object by dividing it into several shapes using large, irregular spots in contrasting colours. The more the created patches diverged from the contours of the camouflaged object, the stronger the effect became (Dojlitko, 2015). Deformation camouflage was effective mainly from a greater distance (based on archival photos: forts Carriola, Mero, Tonale, Verle in northern Italy, Lombardy and Trento; Bortot, 2005; Hentzschel, 2016; see ill. 8) and the structures visible to the enemy against a bright horizon were camouflaged in such a way as to not arouse their suspicion. The idea was that the image of the object would be visually deformed beyond recognition: *as is well known, one does not pay attention to what is completely foreign to the mind unless it has been prepared for it beforehand* (Heigl, 1924).

Optical illusion resulted from the mechanisms of perception, which usually help to perceive the object under certain conditions but create only false impressions. The observers’ brains were led

to misinterpreting what they saw by the appropriate use of colours, contrasts, and shadow distribution. Case B sought to deceive the mind by deceiving the eye, while case C, forgoing the deception of the eye, went directly to the mind itself in an effort to lead the observer to false conclusions. In the animal kingdom, case B is exemplified by the coloration of toads and snakes, and case C by the contrasting colours of fire salamanders (Heigl, 1924).

Timeline

The first use of colour camouflage in Austria-Hungary can be considered the frog-green overalls of sappers taking part in fortress manoeuvres in Olomouc in 1895 (Stützenstein, n.d.). The first described experiments with *camouflage paints for visible wall surfaces* were conducted at the Kotor Fortress (Cattaro, Montenegro) in 1897 (Škwor, 1898; Schneider and Immendörfer, 1941–1942), under the direction of Colonel Schlögelhofer. It was observed that the old crumbling stone walls of Fort Spagnola blended visually with their surroundings. However, after the renovation and the cleaning of the walls and joints, they suddenly became visible and stood out brightly from the rocky background. Painting the walls with a dark (grey-green) lime paint brought the desired camouflage effect. Further attempts were made on the Vermač, Goražda and Mamula forts, by painting with coal tar and applying a sealing layer at the same time; the masonry was not painted uniformly, but covered in a completely irregular manner with different shades of colour. The masking of the visible surfaces of the walls by painting meant that gun holes and other openings, which would have appeared dark in the light-coloured masonry and would have been recognizable from a distance, were no longer visible.

In all the cases tested, full success was achieved not only by the means used but also by considering the colour of the surroundings as appropriate for the background (open sea, bare karst devoid of vegetation, or vegetated terrain). The basic conclusion was drawn that the final choice of colour tone must be preceded by practical experimentation (Škwor, 1898; see ill. 9).

At the start of the century, the turrets of the heavy coastal cannons in Pula (Pola, Croatia), the massive silhouettes of which stood out clearly against the background of their surroundings, were covered with camouflage paint, the anti-corrosion Schuppenpanzer paint in the colour of forest green (Schneider and Immendörfer, 1941–1942).

The Austrians had already equipped the forts on the Dalmatian coast and later in the Tyrolean mountains with so-called ‘chameleon painting’

(original *Chamäleonanstrich*) between 1907 and 1909. Therefore, Heigl credits them with the invention; he gives the example of German naval forts that received a camouflage coating before the war, but in a single colour (Heigl, 1925). In 1909, the small blockhouse Pejo in Tyrol was painted in tri-coloured patches of brown, green and grey. According to consensus accounts, the mimetic camouflage effect was excellent even up close, especially against the rocky background. The massive barrack block of Fort Tonale was painted in 1912 in large, irregular patches of brown, green, grey and black, with additional red insets (ill. 7, 8). The complex problem of masking such a large structure against the horizon could probably not be fully solved, but the painting was nevertheless interesting and not without a deforming effect. Reserved for top-secret use in engineering troops, the ‘chameleon pattern’ remained a secret for other arms of the Austrian army and was completely forgotten after the war ended (Heigl, 1925).

Results of archive queries

Reports on camouflage painting from local engineering directorates were summarized in an annual statement. As reported in the 1911 report, this information also shows that almost all colours faded within two to three years and had to be renewed. The Military Technical Committee (one of the subsidiary

branches of the War Ministry) asked for a description of the experience gained and further data at the end of each year in order to be able to draft a manual for designers, which was prepared in 1914 (K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914a). The reports listed the paints used, their durability over time, their resistance to weathering, and the effectiveness of colour selection in the observation. Efforts were made to use commercially available facade and corrosion inhibiting paints, and cost also played an important role. It was recommended to use only the cheapest lime and tar paints, which proved to be as effective as more expensive agents (K.u.k. Kriegsministerium, 1912; K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914b). Depending on the surface to be painted (stone wall, concrete wall, brick wall, tin roof covering, armoured elements), different specifications were investigated (see Tab. 1). The main problem was the remaining gloss of the paint coating, which revealed the unnatural origin of the colours, as well as the fading and damage of the layers during use.

For both mimetic camouflage (B) and deformation camouflage (C), efforts were made to select colours that occurred in the environment. Trial reports list shades of dark green (corresponding to vegetation), grey or beige (corresponding to rocks, stones, or sands and dirt roads), brown fading into red, or black (corresponding to tree branches and arable fields). The contrast of individual colours was desired for a deforming

Structure part	Tested in	Painting media
Concrete flat roofs	Przemyśl, Pula, Trento	Hydrochromin Torpedo Coloured plasters Cement-based paints Facade paints Oil-based enamels
Concrete walls	Klagenfurt, Przemyśl, Pula, Riva del Garda, Trento	Hydrochromin Torpedo Frico Basalt Coloured plasters Cement-based paints Facade paints Oil-based enamels Water-based paints Tarring
Stone masonry	Kotor, Pula	Facade paints Oil-based enamels Tarring
Brick masonry	Kraków, Przemyśl	Hydrochromin Torpedo
Armour	Klagenfurt, Kraków, Trento	Oil-based enamels

Structure part	Tested in	Painting media
Flat roofs covered with sheet metal	Kotor, Kraków, Przemyśl, Riva del Garda	Hydrochromin Schuppenpanzer Bessemer Amboss (Lutz) PEF (Lutz) Anticorrosivum Oil-based enamels
Flat roofs covered with sheet metal (used as potable water retainment)	Trento, Riva del Garda	Frico

Tab. 1. Overview of camouflage painting experiments, 1910–1914.

Compiled by the authors, based on (K.u.k. Geniedirektion in Przemyśl 1911; K.u.k. Kriegsministerium 1912; K.u.k. Geniedirektion in Krakau, 1913; K.u.k. Technisches Militärkomitee 1914a; K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914b).

effect, while soft contours of spots and smooth transitions between colours were used for a mimetic effect.

The description of painting works in the Przemyśl Fortress in 1914 also presents the technology and cost of camouflage. A primer of cement wash and a mixture of colours was made on the walls of the forts. It was then painted: *imitation of shades of trees, bushes and ground texture depending on the surrounding terrain, usually done in three or four colour layers* (Kreinczes, 1914; ill. 6).

Individual colour layers were applied with mineral paints (silicate paints, *Erdfarben*) mixed with liquid boiled glue, varnish and soft soap, and mineral paint pigments with the addition of lime, milk and varnish. In Przemyśl, a facade protective paint Hydrochromin, resistant to weather conditions and fire, advertised as *the cheapest paint for all uses* (Fröde, 1910; K.u.k. Geniedirektion in Przemyśl, 1911) was also used. The metal sheets of the ceiling coverings were painted with oil paints (enamels).

The painting works were performed in accordance with the guidelines of the c. k. Directorate of Engineering and commanders of individual forts, received by the forts' commanders, and inspected by the Director of Engineering in Przemyśl, Colonel Schwalb and his deputy. The total cost of painting 48,000 square metres of wall surface was 19,280 Austrian crowns (Kreinczes, 1914).

Results of on-site study

In December 1913, Kraków Engineering Directorate reported on trials carried out in 1911–1912. Several painting chemicals and techniques were used, comparing the costs and effectiveness of camouflage coatings. Coating the brick walls with grey-green water-based paint from Winter & Weinmann (trade name Torpedo) was tested on exposed sections of the Noyau

gate guardhouse walls. The resulting colour shade did not quite match the colour of the surroundings. Concrete and tin flat roofs, on the other hand, were coated with Lutz oil paint (Diamant and PEF enamel, tri-colour camouflage: grey-brown-dark green spots; ill. 2 and 3) and Bessemer Amboss anti-corrosion paint in green. A layer of tar rubbed off by sandblasting was the primer for painting the concrete walls. The walls were then painted with green facade paint from the Kronsteiner company, giving a very effective camouflage effect. Fortunately, this attempt's traces remain on flanking casemate (traditor) in Winnica fort (ill. 4 and 5). The reports, signed by Colonel Eugen Kastner, also mentioned attempts on the sheet metal-covered flat roofs of forts Kosocice, Podchruscie, Skotniki-South, Sudół, Tonie, Winnica and Wróblowice (K.u.k. Geniedirektion in Krakau, 1913). During the renovation work carried out in 2015 at the Wróblowice fort in Kraków, it was possible to examine the uncovered parts, take samples of the facade plastering and perform laboratory analysis of its layers. Stratigraphic studies conducted in 2018 determined the colour of concrete and metal elements and surface treatment technology (Gyurkovich et al., 2022). Plaster samples were subjected to stratigraphic-microscopic examinations at the studio of B. Sowa-Holewińska's laboratory conservation research in Kraków. A USB Levenhuk DTX 90 microscope with a magnification of 50–200× was used for the study. Microscopic and microchemical methods were used in the identification of the layering. The samples contained fragments of viridian green, grey (white with black), and traces of ochre iron pigment. Samples taken from the masonry joints were rigid grey lime-cement mortar with a layer of tar on the surface.

In 2022, during conservation work, samples of paint coating relics were taken from the flat

roof and the banquette of the Mistrzejowice fort in Kraków. Microscopic and microchemical methods were used to examine the pieces in the Laboratory of Dr. P. Karaszkiewicz. A Nikon F.F. stereoscopic microscope with a photographic option and a Nikon Eclipse E200 chemical microscope with a polarization option were used for the study. The tested samples of dark green, light green, and ochre yellow turned out to be natural mineral pigments: viridian green (hydrated chromium oxide) mixed with lime white and ochre yellow (iron yellow).

3. CONCLUSIONS

Painting a fortification structure so that it did not stand out from its surroundings as a disharmonious element but was integrated into the landscape, required a special site study. The Austrian technical manual for designers explicitly recommended recognizing the characteristic tones and colour shades of the background, thus consciously analysing the environment and systematizing the design process (K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914a). In turn, the design process responded innovatively to the challenges caused by the development of artillery and the means of observation. Pioneering attempts to conceal structure in the environment in which they were present employed both the concealment and highlighting of features as well as the deliberate misleading of observers to impede the correct interpretation of the visual reading. These techniques required an in-depth reading of the context. Because local environmental conditions had a significant impact on initial assumptions, it was advisable to analyse and evaluate them as carefully as possible, and it was not advisable or possible to establish generally applicable guidelines. Very contemporary is the conclusion of the historical instruction that any interference involves increased funding and for best results, they follow nature (K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1904).

After obtaining the results of the survey, the authors determined what agents were used for camouflage painting. These were primarily rust preventatives and weatherproof commercially available facade paints. Some of these were tested shortly after their introduction to the civilian market (Fröde, 1910). Interestingly, some brands and manufacturers are still on the market today (e.g., Lutz).

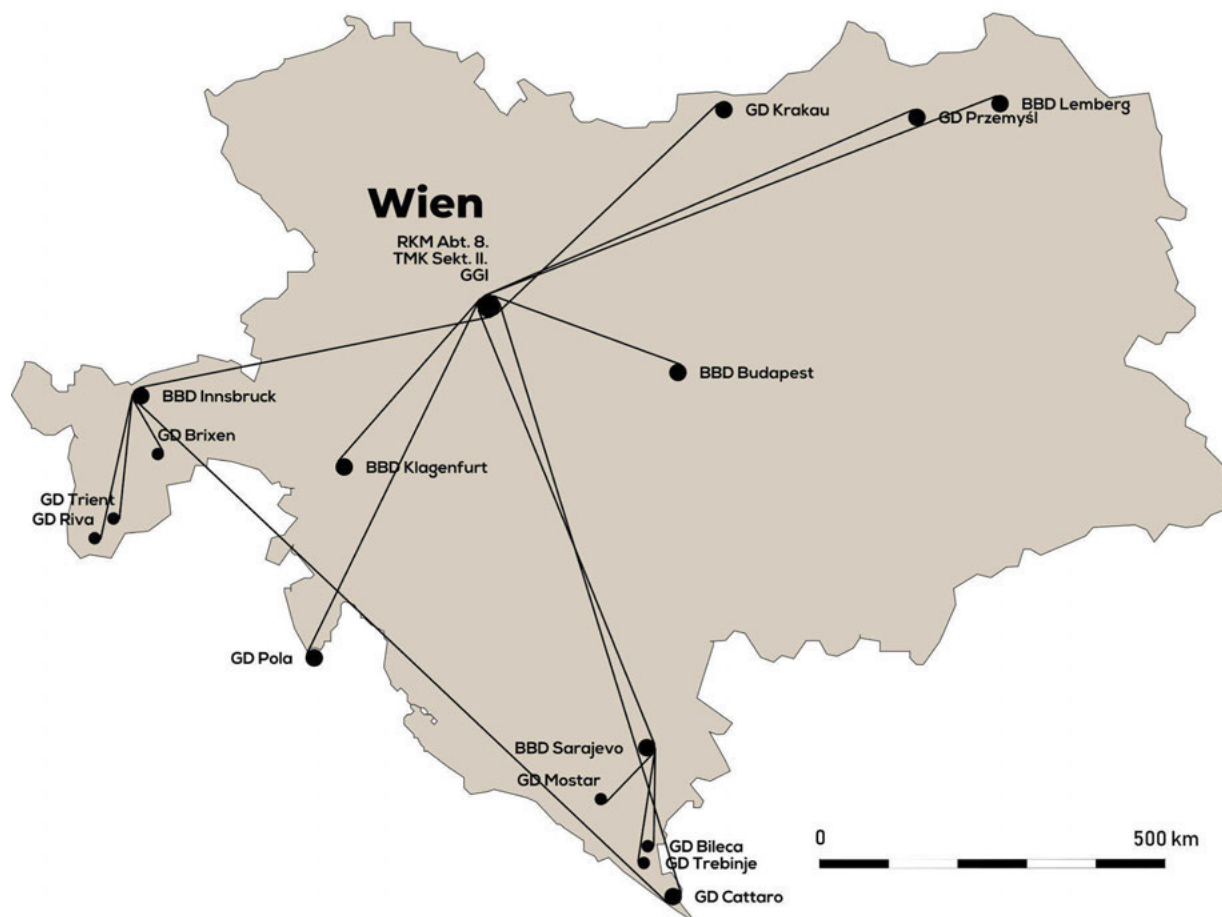
Based on the review of iconographic materials, the analysis of design manuals and reports, it can be

concluded that there was no general scheme for camouflage painting in Austria-Hungary. The selection of colours depended on the colours of the surrounding landscape and the colours of local vegetation. Each structure was treated individually and in its unique environmental context.

In consideration of the above findings, the listing of several guidelines comes to mind. They can be useful for architects, conservators and all others involved in the process of revaluation and management of historic fortifications:

- Reconstructing or creating contemporary camouflage paintings requires careful research, primarily looking for surviving relics so that they are not destroyed. Some activities, such as the tar painted stains on the facade of the Winnica fort in Kraków, are surprising. The armoured turrets in Kraków forts were painted with grey oil paint and sprinkled with ash, brick dust and sawdust.
- It is also necessary to determine whether historically a particular structure was covered with camouflage — not all elements were painted. On some forts, other means were successfully applied (e.g., camouflage nets).
- The selection of colours for the reconstruction of camouflage patterns should be based on samples of preserved relics of painting, indications of catalogue numbers from manufacturers of facade paints of the period and on contemporary colour analysis of the surrounding landscape.
- The pattern and size of masking patterns can only be determined from archival photographs or possibly from original drafts, although the authors have not yet been able to find such documentation in the archives. This issue certainly requires further research.
- Finally, contemporary painting should not be too permanent and should not penetrate deeply into the building's structure.

Such actions can, with a slight investment effort, support the achievement of the integrity of the fortifications and the surrounding landscape. Exposure of authentic elements of the fortified landscape and compositionally coherent contemporary reconstructions of camouflage painting will also ensure the understanding and attractiveness of historical fortifications for audiences outside professional circles. Securing the reversibility of modern interventions reduces the risk of destroying the authentic heritage.



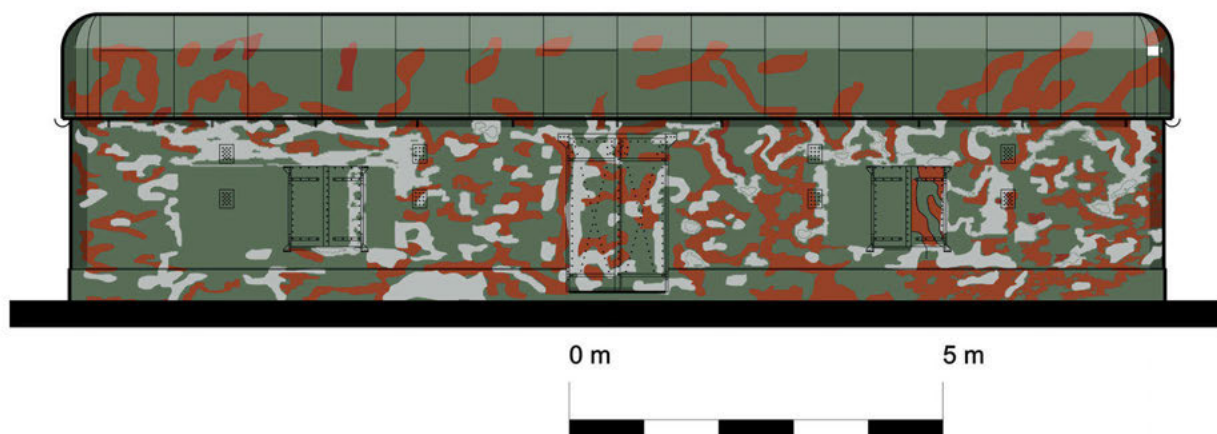
III. 1. Map of Austria-Hungary with locations of fortresses and Directorates of Engineering marked, status as of 1914. By the authors.

II. 1. Mapa Austro-Węgier z zaznaczonymi lokalizacjami twierdz i Dyrekcji Inżynierii, stan na rok 1914. Opracowanie własne.



III. 2. Wolski Las ammunition shelter in Kraków, Poland, c. 1915. The building was erected during the 1914–1915 construction season and covered with tricolour camouflage. Print of the photograph is in the authors' private collection.

II. 2. Schron amunicyjny Wolski Las w Krakowie, ok. 1915. Obiekt wzniesiony w sezonie budowlanym 1914/1915 i pokryty trójbarwnym kamuflażem. Odbitka fotografii w prywatnym zbiorze autorów.



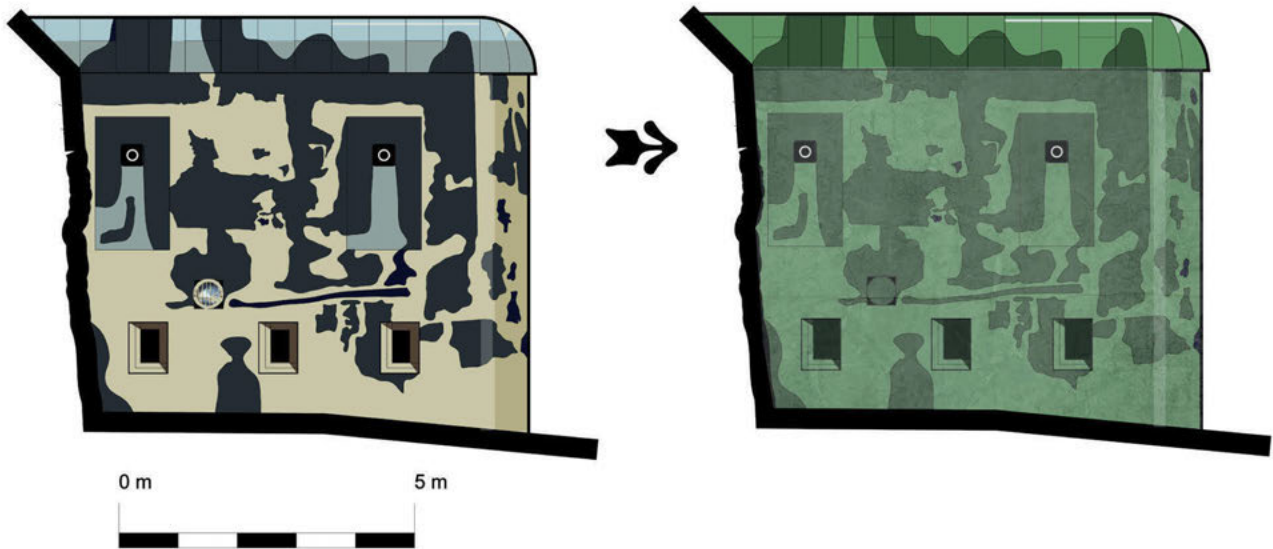
Ill. 3. An attempt to reconstruct the colours of the camouflage on Wolski Las ammunition shelter in Kraków. The pattern of patches was determined by archival photo. The colours were selected according to the Lutz paint catalogue, mentioned in the reports: 'Diamant' 135 grey, 'Diamant' 143 brown, 'PEF' 406 dark green. By the authors.

Il. 3. Próba rekonstrukcji barw kamuflażu na schronie amunicyjnym Wolski Las w Krakowie. Układ plam przyjęto na podstawie fotografii archiwalnej, kolory dobrano zgodnie z katalogiem farb firmy Lutz, numeracja wspomniana w raportach: Diamant nr 135 szary, Diamant nr 143 brązowy, PEF nr 406 ciemnozielony. Rysunek własny.



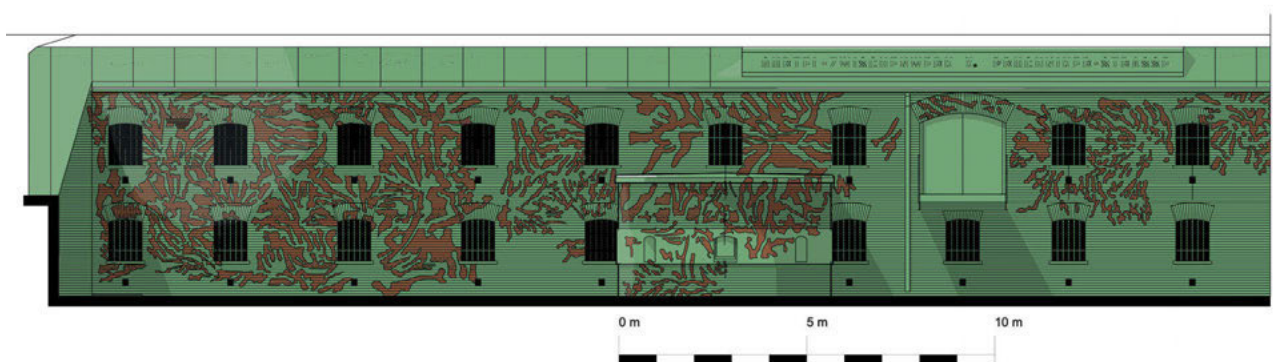
Ill. 4. Fort Winnica in Kraków, Poland, current status (2020). The fort was built between 1898–1899. Visible relics of the tar spots of the primer camouflage layer. Photo by the authors.

Il. 4. Fort Winnica w Krakowie, aktualny stan zachowania (2020). Fort został wybudowany w latach 1898–1899. Widoczne relikty warstwy podkładowej kamuflażu z plam smoły. Fot. autorzy.



III. 5. Attempt at reconstruction of camouflage colours on Winnica fort in Kraków, Poland. The bottom, base layer of tar patches is shown on the left and the top, finishing layer of green facade paint by Kronsteiner company is visible on the right. By the authors.

II. 5. Próba rekonstrukcji barw maskujących na tradytorze fortu Winnica w Krakowie. Po lewej stronie pokazana pierwsza warstwa, podkład z plam nanoszonych smołą, po prawej druga warstwa, wykończeniowa — zielona farba elewacyjna firmy Kronsteiner. Rysunek własny.



III. 6. An attempt to reconstruct the colour scheme and camouflage pattern on the barracks block of fort Xa Pruchnicka Droga (Pruchniker-Straße; built 1895–1897) in Przemyśl, Poland. Example of mimetic camouflage from 1914. Tiny spots in brown or black, imitating the pattern of tree branches applied to a chrome green background. By the authors.

II. 6. Próba odtworzenia kolorystyki i wzoru kamuflażu na bloku koszarowym fortu Xa Pruchnicka Droga (Pruchniker-Straße; zbudowany w 1895–1897) w Przemyślu. Przykład kamuflażu mimetycznego z roku 1914. Drobne plamki w kolorze brązowym lub czarnym, imitujące rysunek gałęzi, naniesione na tło w kolorze zieleni chromowej. Rysunek własny.



Ill. 7. Fort Tonale, present condition (2018). Preserved relics of camouflage paint on the ruins of the fort's concrete barracks. A layer of rubble shielded it from weathering. Larger patches of deforming mask (ca 1–2 m² size) were composed of small mimetic patches (about 20 cm wide). Photo by the authors.

Il. 7. Fort Tonale, stan współczesny (2018). Zachowane relikty farbomaskowania na ruinach betonowych koszar fortu, uprzednio osłonięte warstwą gruzu przed oddziaływaniem warunków atmosferycznych. Z bliskiego dystansu widoczne drobne plamy kamuflażu mimetycznego (szerokości ok. 20 cm), które składały się na większe plamy kamuflażu deformującego (o powierzchni ok. 1–2 m²). Fot. autorzy.



Ill. 8. Archival photograph of Tonale fort barracks (Rhaetian Alps, between Lombardy and Trentino, northern Italy), colourised. The fort was built in 1910. An attempt to reconstruct the colour scheme of the deformation camouflage patches. Large, irregular patches of brown, green, grey, and black, with additional red insets. Own work, based on a reproduced photograph from (Bortot, 2005).

Il. 8. Archiwalna fotografia koszar fortu Tonale (Alpy Retyckie, pogranicze prowincji Brescia i Trydent, północne Włochy), koloryzowana. Fort powstał w 1910 roku. Próba odtworzenia kolorystyki plam kamuflażu deformującego. Duże, nieregularne plamy brązu, zieleni, szarości i czerni, z dodatkowymi czerwonymi wstawkami. Opracowanie własne w oparciu o reprodukcję (Bortot, 2005).



Ill. 9. Archival photograph of Caballa coastal battery (Kotor, Montenegro), colorized. Well-visible combination of two-tone camouflage painting, live vegetation found locally, and supplemental masking with cut branches around the observations post's armored cupola. Authors' own work based on original photo, Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA BS I WK Fronten Serbien, 2499.

Il. 9. Archiwalna fotografia baterii nadbrzeżnej Caballa (Kotor, Czarnogóra), koloryzowana. Dobrze widoczne połączenie dwubarwnego malowania maskującego, żywej roślinności występującej lokalnie i uzupełnienia maskowania ciętymi gałęziami wokół pancernej kopuły stanowiska obserwacyjnego. Opracowanie własne na bazie fotografii ze zbioru Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, sygn. AT-OeStA/KA BS I WK Fronten Serbien, 2499.

1. WSTĘP

Problematykę kamuflażu fortecznego podejmuje niewielu współczesnych badaczy. Badania archiwalne, poszerzone o badania *in situ*, stratygraficzne i laboratoryjne, wymagają specjalistycznej wiedzy, znajomości języka (archaicznego, nasyconego technicznym żargonem), a także dostępu do historycznej dokumentacji i zachowanych obiektów.

Dążenie do upodobnienia budowli fortyfikacyjnych do otoczenia wymagało dużej świadomości uwarunkowań środowiska naturalnego. Omówione dalej w tekście sposoby dopasowywania koloru budowli do barw jej otoczenia wynikały z dokładnych studiów krajobrazu, oświetlenia budowli światłem słonecznym i towarzyszącej jej roślinności. Było to więc zagadnienie interdyscyplinarne, zarówno architektoniczne — ze względu na odbiór budowli fortyfikacyjnych w ich kontekście — jak i z dziedziny nauk przyrodniczych. Próby te, z racji specyfiki badanego zagadnienia objęte tajemnicą wojskową i prowadzone przez wykwalifikowaną kadrę oficerską, miały miejsce na przełomie XIX i XX wieku. Stanowiły pionierskie eksperymenty, zarówno w zakresie badania otoczenia i abstrahowania jego cech, jak i kształtowania przekazu wizualnego oraz manipulacji na pograniczu nauki, psychologii i sztuki abstrakcyjnej. Malowaniem maskującym pokrywano nie tylko elementy budowli fortów, ale również baterii artyleryjskich, czy też całkiem niewielkich obiektów — wartowni bram fortecznych, schronów bojowych, stanowisk dalmierzy, obwodowych schronów amunicyjnych.

Na dawnym terytorium Austro-Węgier, obecnie należącym do kilku państw europejskich, zachowało się do czasów współczesnych co najmniej kilkadziesiąt obiektów fortyfikacyjnych (Brosch von Aarenau i von Steinitz, 1937; Rolf, 2011), których stan pozwala mieć nadzieję na rewaloryzację lub adaptację do nowych funkcji. Jest to imponujący liczebnie zasób, świadczący o europejskim kontekście podjętych badań.

Cel pracy

Z konserwatorskiego punktu widzenia zachowane elementy farbomaskowania mają bardzo dużą wartość historyczną, odzwierciedlającą charakter krajobrazu warownego z czasów jego świetności i istotny element inżynierskiego przygotowania pola walki. W procesie rewaloryzacji, adaptacji i zagospodarowania zabytkowych fortyfikacji niebagatelną rolę odgrywają studia historyczno-krajobrazowe i analizy architektoniczne.

Dzięki nim możliwe jest holistyczne podejście, zapewniające skuteczną ochronę wartości materialnych i niematerialnych. Fragmentaryczna eksploracja zabytku powoduje, że uwadze badacza umyka część informacji z zakresu materii historycznej budynku i jego otoczenia. Należy podkreślić, że elementy niezauważone przez badaczy są często bezpowrotnie tracone (Kwaśniewski, 2019). W wyniku ustaleń oderwanych od kontekstu historycznego, społecznego i krajobrazowego nie jest możliwe zbudowanie pełnego obrazu wartości historycznych budynku. W efekcie wnioski konserwatorskie są niepełne i mogą prowadzić do działań niszczących wartości, które nie zostały dostrzeżone. Dlatego jednym z celów niniejszego artykułu jest zwrócenie uwagi na ważny niegdyś aspekt wyglądu i odbioru obiektów fortyfikacyjnych pokrytych malowaniem maskującym.

Celem poznawczym artykułu jest poszerzenie horyzontu wiedzy w nauce w perspektywie przekrojowej i próba syntezy — poprzez eksplorację dotychczas niezbadanego lub marginalizowanego tematu oraz analizę zjawiska (a nie tylko badanie pojedynczych przypadków).

Obecnie na austriackich fortach zachowało się niewiele reliktyw malowania maskującego. Tym bardziej należałoby je dobrze zinterpretować i uchronić przed zniszczeniem. Ponadto autorzy chcą przekazać niezbędną wiedzę konserwatorom oraz projektantom zajmującym się adaptacjami fortyfikacji austriackich w Europie do nowych funkcji i ich konserwacją.

Metody

Ze względu na specyfikę tematu autorzy przyjęli metodologię odpowiadającą badaniom historyczno-architektonicznym. Przeanalizowano dostępne opracowania (publikowane i niepublikowane). Przeprowadzono kwerendy stacjonarnie w wiedeńskim Kriegsarchiv (2014 i 2021), w chorwackim Državnim Arhivie u Splitu (2014) i w Museo Storico Italiano della Guerra w Rovereto (2021). Wnioski z kwerendy dotyczącej przekształceń obiektów fortyfikacyjnych, ich funkcjonowania oraz modyfikacji ich otoczenia były niezbędne do określenia zakresu badań terenowych i ich późniejszej interpretacji. Badania terenowe prowadzono przede wszystkim na obszarze twierdz Kraków i Przemyśl (2018–2021), ujęto również własne prace inwentaryzacyjne w twierdzach Pula i Trebinje (2014) oraz Kotor (2022). Wyniki tych badań — opartych na oględzinach, odkrywkach i ekspertyzach — odnoszące się do obiektów fortyfikacyjnych i ich otoczenia (elementów zagospodarowania terenu i powiązań funkcjonalno-kompozycyjnych) podano oddzielnie

dla poszczególnych elementów obiektów. Ponadto zastosowano podział uwzględniający ustalenia dotyczące materiałów i konstrukcji, dotyczące elewacji i wyniki badań towarzyszących (m.in. stratygrafia relikwów powłok malarskich).

Wnioski z przeprowadzonych badań (kwerend i prac terenowych) stanowią postulaty badawcze — wskazanie elementów fortyfikacji lub aspektów badawczych niedostatecznie rozpoznanych. Artykuł zamykają analiza wartości historycznej malowania maskującego jako elementu konstytutywnego dla struktury fortyfikacji i jej otoczenia oraz wnioski konserwatorskie.

Zakres

Zakres przedmiotowy badań obejmuje: podstawy teoretyczne stosowania malowania maskującego, eksperymenty, testy i pionierskie próby w tej dziedzinie, historycznie stosowane techniki i materiały oraz zagadnienia związane z konserwacją i ochroną zachowanych elementów kamuflażu.

Zakres czasowy badań obejmuje fortyfikacje wzniesione przez monarchię austro-węgierską, budowane od lat 90. XIX wieku do wybuchu I wojny światowej.

Zasięg terytorialny pokrywa się z przebiegiem dawnych granic monarchii — uwzględnione zostały twierdze Przemyśl i Kraków w Polsce, forty na wybrzeżu Adriatyku w Chorwacji i Czarnogórze oraz fortyfikacje górskie we Włoszech, Bośni i Hercegowinie.

Przegląd literatury

Chronologicznie najwcześniejsze opracowania — dotyczące przede wszystkim teorii budowy fortyfikacji stałych — powstały jeszcze w czasach panowania Austro-Węgier jako podręczniki i artykuły praktykujących oficerów wojsk inżynieryjnych: Ernesta von Leithnera (Leithner, 1894a; Leithner, 1894b) i Maurycego von Brunnera (Brunner, 1909). Zgodnie z metodologią projektowania przedstawiona w nich teoria była zgodna z praktyką; podręczniki stanowiły zapis i cenny zbiór stosowanych rozwiązań.

Postęp prac i doświadczenia były na bieżąco relacjonowane w ówczesnej fachowej prasie austriackiej — w serii artykułów w czasopiśmie „Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens” (Leithner, 1894a; Leithner, 1984b; Škwor, 1898; Novotny, 1904).

Po zakończeniu I wojny światowej inżynier Fritz Heigl opublikował dwa artykuły. Pierwszy z nich to obszerny tekst będący próbą typizacji i opisu ogólnych zasad dezinformacji, maskowania i malowania

maskującego stosowanych w czasie wielkiej wojny (Heigl, 1924). Kolejny artykuł był rodzajem erraty i uzupełniał wcześniejszy o dość obszerne informacje na temat malowania kamuflażowego austro-węgierskich fortów przed I wojną światową. Techniki i zabiegi kamuflażowe stosowane w Austro-Węgrzech zostają tam określone mianem „malowania kameleonowego” (Heigl, 1925). Podrozdział poświęcony kamuflażowi znajduje się ponadto w niepublikowanym maszynopisie opisującym ogólną historię fortyfikacji austro-węgierskich (Schneider i Immenhöfer, 1941–1942).

W literaturze współczesnej brak jest gruntownego opracowania poświęconego zagadnieniu malowania kamuflażowego fortów austriackich przed I wojną światową. Wśród polskich badań nad historią fortyfikacji austriackich na ziemiach polskich należy wymienić artykuł autorstwa Janusza Bogdanowskiego, w którym znalazł się znamienity akapit (Bogdanowski, 1966): *Architektura fortu pozostała bez zmian — prosta, funkcjonalna, o czerwonych, ceglanych ścianach, szarych widocznych na zewnątrz lukach betonowych sklepień lub płyt. Nowość stanowi farbomaskowanie, wprowadzające dla ścian jasnopiaskowy kolor, niekiedy z czarnymi plamami, oraz ciemnougrowy dla wież i pancerzy.*

Aspekt rekonstrukcji historycznego malowania kamuflażowego, w oparciu o badania konserwatorskie, pojawia się w kontekście adaptacji krakowskich fortów Węgrzce i Grębałów. Sygnalizowana zarazem jest zmienność historycznego malowania zależnie od pory roku (Janczykowski, 2015).

Badacze skupiają się przede wszystkim na aspektach wykorzystania nasadzeń zieleni w celach maskujących, zarówno w austriackiej szkole fortyfikacyjnej (Idzikowski, 2014; Środulska-Wielgus, 2005; Środulska-Wielgus 2014), jak i poza Austro-Węgrami, w analogicznym okresie historycznym (Narębski, 2006; Pardela, 2017; Wilkaniec, 2006).

Współczesne opracowania dotyczące fortyfikacji górskich na pograniczu włosko-austriackim obejmują archiwalne fotografie zamaskowanych budowli oraz krótkie wzmianki, które powierzchownie poruszają ten temat, dostarczając zarazem informacji o interesujących szczegółach. Wspomniano o stosowaniu pasów i plam kamuflażu w kolorach czerwono-brązowym, zielonym i białym, a także malowaniu imitującym świerkowy las (na pochyłym stropodachu posterunku Vezzena — współcześnie we włoskiej prowincji Trydent); z opracowań tych wiadomo również, że wystające elementy, takie jak czasze wież i kopuły pancernych leżące wśród pokrywy śnieżnej, były malowane na biało (Hentzschel, 2016; Bortot, 2005).

2. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań zrelacjonowano zgodnie ze źródłami pierwotnymi. Przeprowadzono krytykę źródeł pisanych i opracowań studialnych, a także przegląd materiałów archiwalnych i ikonografii fortyfikacji. Posłużono się także badaniami laboratoryjnymi próbek zachowanych reliktyw malarskich.

Wyniki analizy literatury

O ile zawsze istniała rywalizacja między artylerią a fortyfikacją, o tyle zwiększenie zasięgu dział i wprowadzenie ok. 1885 roku pocisku burzącego (wypełnionego materiałem wybuchowym) spowodowało poważny kryzys budownictwa fortyfikacyjnego we wszystkich znaczących militarnie państwach. Istniejące środki ochrony nie były w stanie sprostać niszczycielskiej sile nowej broni i stawały się przez to nieskuteczne.

Plan i profil fortyfikacji, niezależnie od wpływu wybranego typu, musiał być każdorazowo ustalony w taki sposób, aby umożliwić jak najpełniejszy ostrzał otoczenia, z uwzględnieniem kierunków, z których nieprzyjaciel może prowadzić ogień, oraz korzystnej sylwetki fortyfikacji. Temu ostatniemu celowi służyły przede wszystkim zaokrąglone formy konturów i płynne przejścia profili. Skuteczność obserwacji nieprzyjaciela — a więc i uderzenia ogniem artylerii, obserwacji skutków ostrzału i korekty ogniowej — można było natomiast ograniczyć przez umiejętne nasadzenie zieleni na wałach ziemnych oraz odpowiednie malowanie powierzchni betonowych i pancerza (Leithner, 1894a; Leithner, 1894b).

Do I wojny światowej austro-węgierska sztuka fortyfikacyjna znała jedynie termin „Maskierung”. Obejmował on środki nazwane później kamuflażem, które miały na celu takie dostosowanie kształtu i koloru obiektu do otoczenia, aby nie mógł on zostać rozpoznany (przynajmniej co do jego charakteru) przez obserwatora z ziemi lub powietrza, a także maskowanie sylwetki (Schneider i Immenhöfer, 1941–1942). Kamuflaż naturalny i roślinny polegał na wykorzystaniu naturalnych cech terenu (np. słaba widoczność — forty górskie, położone na dużej wysokości, przez większość roku były spowite mgłą) oraz żywej i ciętej roślinności. Żywa roślinność (drzewa, krzewy) kamuflowała stałe obiekty fortyfikacyjne, natomiast roślinność cięta była stosowana tylko tymczasowo, głównie do wzmacniania przeszkód oraz w fortyfikacji polowej.

Należy podkreślić, że lokalizacje poszczególnych fortów i twierdz wzdłuż granic monarchii charakteryzowały się bardzo zróżnicowanym

środowiskiem — pod względem geograficznym, wysokości bezwzględnej, warunków glebowo-klimatycznych, rzeźby terenu, roślinności i kolorystyki krajobrazu. Na potrzeby opracowań i testów zgrupowano przykładowe stanowiska o podobnych warunkach (Novotny, 1904):

- nadmorskie — Pula, Kotor;
- niziny zasobne w wodę — Komarno, Alba Iulia, Petrovaradin;
- tereny podgórskie — Kraków, Przemyśl;
- wysokie góry — Trydent, Bressanone, Riva del Garda, Klagenfurt;
- wyżyny krasowe — Sarajewo, Mostar, Trebinje, Bileća.

Od połowy XIX wieku Austria stosowała maskowanie roślinne fortyfikacji na równinach i wyżynach, obsadzając je drzewami i krzewami, aby w czasie pokoju utrudnić działanie szpiegów. Po oczyszczeniu przedpoła planowano pozostawić pnie drzew o wysokości od 1 do 1,5 m, które następnie splatane drutem tworzyły przeszkodę wokół fortyfikacji.

Już na wczesnym etapie projektowania dużą wagę przywiązywano do dbałego ukształtowania sylwetek dzieł stałych i baterii (Leithner, 1894b). Ewolucyjnie prowadziło to w końcu do rozproszenia fortyfikacji i coraz mniejszych kubatur struktur fortyfikacyjnych (Brunner, 1909). W konsekwencji rozwoju techniki wojennej nastąpiły również redukcja funkcji poszczególnych budowli, wyspecjalizowanie rodzajów broni oraz wprowadzenie efektywnego dowodzenia przez komunikację telefoniczną i sygnalizację optyczną pomiędzy obiektami.

Odpowiednia sylweta miała utrudnić rozpoznanie i uchwycenie celu, sprawić, że będzie on niepozorny w terenie, a z daleka będzie wyglądał niewyraźnie. Ułatwiały to nasadzenia zieleni na barkach lub w zapole dzieła fortyfikacyjnego, które — o ile nie przeszkadzały własnej obserwacji — można było pozostawić na miejscu w razie mobilizacji.

Od końca XIX wieku zaczęto prowadzić badania nad nasadzeniami maskującymi, początkowo lokalnie, ale w 1903 roku Ministerstwo Wojny nakazało wszystkim Dyrekcjom Inżynierii przygotowanie sprawozdań z dotychczasowych prac (Novotny, 1904; zob. il. 1). Dyrekcje Inżynierii były instytucjami wojskowymi odpowiedzialnymi za zdolność obronną i wyposażenie fortyfikacyjne miejsc umocnionych, oraz wszelkiego rodzaju przygotowania, mające na celu zwiększenie odporności fortyfikacji (K.u.k. Kriegsministerium, 1907). Po przeanalizowaniu nadesłanych materiałów w 1904 roku wydano instrukcję maskowania fortów, międzypól i komunikacji. Instrukcja o maskowaniu (K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1904; Idzikowski, 2014) usystema-

tyzowała wiedzę o maskach, określiła cele nasadzeń, ich podział oraz zalecane gatunki roślin. W dużej mierze opierała się na sprawozdaniu z prac prowadzonych w twierdzy Kraków. Ogólnym zaleceniem było stosowanie gatunków rodzimych i wykorzystywanych m.in. w zadrzewieniach śródpolnych, czyli naturalnych dla krajobrazu rolniczego.

Kwestia stosowania nasadzeń maskujących została krótko opisana w instrukcji do fortyfikacji stałej autorstwa Maurycego von Brunnera (Brunner, 1909). W rozdziale *Inne dodatkowe urządzenia i środki (Sonstige ergänzende Anlagen und Maßnahmen)* w punkcie 31 *Nasadzenia maskujące (Maskenanlagen)* wskazano na nasadzenia jako element konieczny do realizacji już w czasie pokoju. Zalecono także, aby w miarę możliwości stosować gatunki zimozielone.

Wdrożenie tej korzystnej metody kamuflażu napotykało na duże trudności w fortach górskich. Szczyty gór i wzgórz rzadko kiedy były na tyle duże i płaskie, by oprócz fortyfikacji można było na nich umieścić maski z drzew i krzewów. Występowały też punkty obserwacyjne, z których nieprzyjacielski obserwator mógł uzyskać niezakłócony widok. Doskonały końcowy efekt kamuflażu roślinnego wymagał starannej konserwacji i pielęgnacji, a jego wadą była powolność w osiągnięciu właściwego efektu. Na terenach górskich powodzenie takich nasadzeń zależało oczywiście od wysokości bezwzględnej i warunków glebowych miejsca, w którym miały być zastosowane. W Alpach północnego Tyrolu i Karyntii nawet na dużych wysokościach próbowano zakładać plantacje żółtnicy, robinii akacjowej, sosny czarnej i białej, świerku, modrzewia, klonu i wierzby. Jednak 50–70% drzew iglastych, 30% robinii i ok. 20–25% żółtnicy obumarło z powodu lawin śnieżnych i kamiennych, a ok. 40–60% klonów i wierzb — z powodu niekorzystnych warunków glebowych i klimatycznych. Oczekiwano, że drzewa robinii akacjowej osiągną wielkość wymaganą do wbijania palików dla drutu po ok. 4–6 latach. Ogólnie rzecz biorąc, plantacje wyżynne potrzebowały ok. 8–10 lat, aby osiągnąć wielkość wymaganą do wbijania palików dla drutu i ok. 10 lat, aby nadawały się do rozgałęziania. Warunki te były znacznie korzystniejsze, gdy takie nasadzenia stosowano w szerokich dolinach górskich. Jeśli chodzi o czas potrzebny do tego, by wymienione wcześniej rośliny nadawały się do palikowania lub rozgałęziania, plantacje dwukolczaków śródziemnomorskich (chorw. *drače*) potrzebowały 6–10 lat, jeżyn — 3 lat, robinii akacjowych — 6 lat, drzew owocowych — 8 lat, drzew iglastych — 10 lat, a dębów ostrolistnych i filirei — 20 lat (!). W związku z tym armia austro-węgier-

ska zaczęła stosować maskowanie za pomocą farb (Schneider i Immendörfer, 1941–1942). Zazwyczaj do malowania używano 2–3 kolorów, dobieranych w zależności od barw otaczającego terenu i — niekiedy — pory roku (kamuflaż zimowy i wiosenny w wysokich górach). Wzór wybierano tak, by jak najlepiej kamuflował obiekt w tych miejscach i okresach, w których brakowało naturalnych struktur ułatwiających maskowanie, np. bujnej roślinności — jak w górach i na wyżynach krasowych.

Typologia kamuflażu, teoria

Kamuflaż służy dopasowaniu się do otoczenia poprzez zmylenie odczytu wizualnego, przez co obiekt pozostaje ukryty w środowisku, w którym został wzniesiony. Służy on również celowemu wprowadzeniu w błąd, utrudnieniu prawidłowej interpretacji poprzez wykorzystanie cech odpowiedzialnych za percepcję wzrokową, aby celowo nie przedstawiać właściwości obiektu (Dojlitko, 2015).

Istotą działania kamuflażu jest wymuszenie u obserwatora nieświadomego potraktowania maskowanego obiektu jako zestawu elementów składowych środowiska naturalnego, który nie przyciąga sobą uwagi. Narzędzie, które służy do tego celu, to wzór maskujący, a jego charakterystyka barwna powinna być jak najbliższa kolorystyce krajobrazu danego obszaru (Dojlitko, 2015).

Skuteczny kamuflaż nie ograniczał się zwykle do jednego wzoru, ale wykorzystywał kilka metod. Można było wyróżnić trzy główne nurty — strategie malowania kamuflażu, usystematyzowane przez Fritza Heigla (Heigl, 1924):

A. Malowanie naturalnych obiektów w celu realistycznego przedstawienia fragmentu krajobrazu (malarstwo iluzjonistyczne). Pierwsze wzmianki o malarstwie ściennym dającym iluzję rzeczywistości pochodzą ze starożytności, ale jego militarne zastosowanie na przełomie XIX i XX wieku było nowością. Ten sposób malowania miał wywołać złudzenie, iż ukazane na dwuwymiarowej powierzchni przedstawienie jest trójwymiarowe. Wzór ten był dostosowany do konkretnego miejsca. Stanowił odwzorowanie obrazu danego terenu, co miało zasymilować obiekt, aby uniknąć wykrycia przez zmysł wzroku. Realistyczne obrazy na dużych płaszczyznach ścian przedstawiały sylwety drzew w skrótach perspektywicznych (ukazują to archiwalne fotografie fortów Corno, Garda i Strino w Trydencie w północnych Włoszech; Bortot, 2015).

B. Kamuflaż właściwy pierwszego typu: małe plamki (kamuflaż mimetyczny). Aby zmniejszyć kontrast pomiędzy obiektem a otoczeniem stosowano kamuflaż, który nosi nazwę mimetycznego; można go

też opisać jako „efekt kameleona” lub „wtopienia się w tło”. Najprostszą jego formą była jednolita barwa będąca uśrednieniem dominującej w danej przestrzeni palety kolorów (Dojlitko, 2015). Obserwacja i analiza widoków różnych krajobrazów prowadziła do wniosku, że są one mozaiką małych, różnobarwnych plamek. Wzory kamuflażowe składały się zatem z wielobarwnych, niewielkich plam o wielkości i kształcie zbliżonym do naturalnych elementów otoczenia (gałązki, liście, drobne kamienie, plamy śniegu), czym nawiązywały do układu roślinności typowego dla danego regionu geograficznego. Kompozycje złożone z plamek małych rozmiarów dały się wyodrębnić tylko przy obserwacji z bliskiej odległości (stosowanie tej metody jest widoczne na archiwalnych fotografiach fortów przemyskich, zob. il. 6).

C. Kamuflaż właściwy drugiego typu: duże plamy (kamuflaż deformujący). Rozbicie sylwetki najłatwiej było osiągnąć, dzieląc ją na kilkanaście nieforemnych figur przy pomocy dużych, nieregularnych plam w kontrastowych kolorach. Efekt był tym mocniejszy, im bardziej utworzone plamy były rozbieżne z konturami kamuflowanego obiektu (Dojlitko, 2015). Kamuflaż deformujący był skuteczny głównie z większej odległości (są one widoczne na archiwalnych fotografiach fortów Carriola, Mero, Tonale i Verle w Lombardii i Trydencie w północnych Włoszech; Bortot, 2015; Hentzschel, 2016; zob. il. 8), a obiekty wystawione na widok przeciwnika na tle jasnego horyzontu miały nie wzbudzać jego podejrzeń. Chodziło o to, aby obraz obiektu został zdeformowany wizualnie nie do poznania: *Jak wiadomo, nie zwraca się uwagi na to, co jest zupełnie obce dla umysłu — jeśli nie został na to wcześniej przygotowany*¹ (Heigl, 1924).

Złudzenie optyczne wynikało z mechanizmów działania percepcji, które — zazwyczaj — pomagają w postrzeganiu w określonych warunkach, jednak mogą również powodować pozornie tylko prawdziwe wrażenia optyczne. Nieprawidłowa interpretacja obrazu przez mózg obserwatora następowała pod wpływem kontrastu, cieni, użycia kolorów — czyli elementów, które wprowadzały w błędny tok myślenia. Przypadek B miał oszukać umysł, oszukując oko, natomiast przypadek C, rezygnując z oszukiwania oka, kierował się bezpośrednio do samego umysłu, starając się doprowadzić do błędnych wniosków. W świecie zwierząt przykładem przypadku B jest ubarwienie ropuch i węży, a przypadku C — kontrastowe barwy salamandry ognistej (Heigl, 1924).

¹ Wszystkie tłumaczenia cytatów pochodzą od autorów artykułu.

Rys chronologiczny

Wykorzystanie ochronnych kombinezonów w kolorze „żabiej zieleni” przez saperów podczas manewrów fortecznych pod Ołomuńcem w 1895 roku można uznać za pierwsze użycie maskowania barwnego w Austro-Węgrzech (Stützenstein, b.d.). Natomiast pierwsze opisane eksperymenty z „farbami maskującymi do widocznych powierzchni ścian” przeprowadzono w twierdzy Kotor (wł. Cattaro; Czarnogóra) w 1897 roku (Škvor, 1898), pod kierunkiem ppłk. Franza Schlögelhofera. Poczyniono obserwację, że stare, zmurszałe mury kamienne fortu Spagnola zlewały się wizualnie z otoczeniem, natomiast po remoncie oraz odczyszczeniu murów i spoin nagle stały się widoczne i jaskrawo odcinały się od skalnego tła. Pomalowanie ścian ciemną, wapienną farbą (szarozieloną) przyniosło pożądany efekt maskujący. Kolejne próby przeprowadzono na fortach Vermač, Goražda i Mamula, poprzez malowanie smołą węglową i jednoczesne nakładanie warstwy uszczelniającej; mur nie został pomalowany jednolicie, lecz pokryty w sposób zupełnie nieregularny różnymi odcieniami jednego koloru. Zamaskowanie widocznych powierzchni ścian przez malowanie spowodowało, że otwory strzelnicze i inne otwory, które wydawałyby się ciemne w jasnym murze i rozpoznawalne z daleka, nie były już widoczne.

We wszystkich testowanych przypadkach udało się osiągnąć pełny sukces nie tylko dzięki zastosowanemu środkom, ale również dzięki uwzględnieniu koloru otoczenia i tła (otwarte morze, pozbawiony roślinności nagi kras czy teren porośnięty roślinnością). Wywiedziono podstawowy wniosek, że ostateczny dobór tonacji kolorystycznej musi być poprzedzony eksperymentem praktycznym (il. 8).

Na przełomie wieków wieże ciężkich dział nadbrzeżnych w Puli (Pola; Chorwacja), których masywne sylwetki wyraźnie odznaczały się na tle otoczenia, zostały pokryte „farbą maskującą”, antykorozyjną Schuppenpanzer w kolorze zieleni leśnej (Schneider i Immendörfer, 1941–1942).

Austriacy już w latach 1907–1909 zaopatrzyli forty na wybrzeżach Dalmacji, a następnie w górach Tyrolu w tzw. „malowanie kameleonowe” (oryg. *Chamäleonanstrich*). Dlatego też Heigl przypisuje im pierwszeństwo w kwestii tego wynalazku (Heigl, 1925); podaje on przykład niemieckich fortów morskich, które wprawdzie otrzymały już przed wojną powłokę kamuflażową, ale była ona jednobarwna. W 1909 roku mały blokhauz Pejo w Tyrolu został pomalowany w trójbarwne plamy: brązowe, zielone i szare. Według zgodnych relacji efekt maskujący był doskonały nawet z bliska, zwłaszcza na skalistym tle. Z kolei masywny blok koszarowy fortu Tonale

został w 1912 roku pomalowany w duże, nieregularne plamy brązu, zieleni, szarości i czerni, z dodatkowymi czerwonymi wstawkami (il. 7, 8). Złożony problem zamaskowania tak dużego obiektu na tle horyzontu prawdopodobnie nie mógł być w pełni rozwiązany, ale mimo to malowanie było intrygujące i niepozbawione efektu deformacji. Zastrzeżony do ściśle tajnego użytku w wojskach inżynieryjnych, „wzór kameleona” pozostał tajemnicą dla innych rodzajów broni armii austriackiej i został całkowicie zapomniany po zakończeniu wojny (Heigl, 1925).

Wyniki kwerendy archiwalnej

Raporty o malowaniach maskujących z lokalnych Dyrekcji Inżynierii były podsumowywane w corocznym zestawieniu. Jak podano w raporcie z 1911 roku (K.u.k. Geniedirektion in Przemyśl, 1911), prawie wszystkie kolory blakły w ciągu 2–3 lat i trzeba było je odnawiać. Stąd można wywieść datowanie rozpoczęcia regularnych prób na rok 1908. Wojskowy Komitet Techniczny zwrócił się z prośbą o przekazywanie opisu zdobytych doświadczeń i kolejnych danych pod koniec każdego roku, aby móc zredagować instrukcję dla projektantów (K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914a). W sprawozdaniach

podawano stosowane farby, ich trwałość w czasie, odporność na warunki atmosferyczne oraz skuteczność doboru kolorów w obserwacji. Starano się wykorzystywać farby elewacyjne i antykorozyjne dostępne na rynku, a istotną rolę odgrywały także koszty. Zalecano stosowanie tylko najtańszych farb wapiennych i smoły, które okazały się równie skuteczne jak droższe środki (K.u.k. Kriegsministerium, 1912; K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914b). W zależności od płaszczyzn pokrytych farbą (ściana kamienna, ściana betonowa, ściana ceglana, blaszane pokrycie stropodachu, elementy pancerne) eksperymentowano z różnymi specyfikami (tab. 1). Głównym problemem był pozostający połysk powłoki malarskiej, ujawniający nienaturalne pochodzenie kolorów, a także blaknięcie i uszkodzenia warstw podczas eksploatacji.

Zarówno w przypadku kamuflażu mimetycznego (B), jak i deformującego (C) starano się dobrać kolory tak, aby odpowiadały one barwom występującym w otoczeniu. Kontrastowość poszczególnych kolorów była parametrem pożądanym dla efektu deformującego; zbyt kontrastowe mogły zniweczyć efekt mimetyczny, stąd stosowano miękkie kontury plam i przejścia między kolorami.

Część obiektu	Miejsce testowania	Środki malarskie
Stropodachy betonowe	Przemyśl, Pula, Trydent	Hydrochromin Torpedo Tynki barwne Farby cementowe Farby elewacyjne Emalie olejne
Ściany betonowe	Klagenfurt, Przemyśl, Pula, Riva, Trydent	Hydrochromin Torpedo Frico Basalt Tynki barwne Farby wodne Farby elewacyjne Emalie olejne Smoła
Mury kamienne	Kotor, Pula	Farby elewacyjne Emalie olejne Smoła
Mury ceglane	Kraków, Przemyśl	Hydrochromin Torpedo
Pancerze	Klagenfurt, Kraków, Trydent	Emalie olejne

Część obiektu	Miejsce testowania	Środki malarskie
Stropodachy kryte blachą	Kotor, Kraków, Przemyśl, Riva	Hydrochromin Schuppenpanzer Bessemer (Lutz) Anticorrosivum Emalie olejne
Stropodachy kryte blachą (retencja wody pitnej)	Trydent, Riva	Frico

Tab. 1. Przegląd doświadczeń z malowaniem maskującym, 1910–1914.

Opracowanie własne autorów na podstawie (K.u.k. Geniedirektion in Przemyśl, 1911; K.u.k. Kriegsministerium, 1912; K.u.k. Geniedirektion in Krakau, 1913; K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914a; K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914b).

Opis prac malarskich w twierdzy Przemyśl w 1914 roku przedstawia również technologię i koszty kamuflażu. Na ścianach fortów wykonano podkład z mlecza cementowego i mieszanki kolorów. Następnie malowano *imitację odcieni drzew, krzewów i faktury podłoża w zależności od otaczającego terenu, zazwyczaj wykonywaną w trzech lub czterech warstwach kolorystycznych* (Kreinczes, 1914; il. 6).

Poszczególne warstwy barwne nanoszono, po pierwsze, farbami mineralnymi (krzemianowymi, niem. *Erdfarben*) zmieszanyymi z ciekłym gotowanym klejem, pokostem i miękkim mydłem, po drugie, pigmentami farb mineralnych z dodatkiem wapna, mleka i pokostu. W Przemyślu stosowano również elewacyjną farbę ochronną Hydrochromin, odporną na warunki atmosferyczne i ogień, reklamowaną jako „najtańsza farba do wszelakich zastosowań” (Fröde, 1910; K.u.k. Geniedirektion in Przemyśl, 1911).

Prace malarskie wykonywane były zgodnie z wytycznymi c.k. Dyrekcji Inżynierii i komendantów poszczególnych fortów, odebrane przez komendantów fortów, a skontrolowane przez dyrektora inżynierii w Przemyślu płk. Schwalba i jego zastępcę. O skali przedsięwzięcia świadczył łączny koszt malowania 48 tys. m² ścian, wynoszący 19 280 koron austriackich (Kreinczes, 1914).

Wyniki badań *in situ*

W grudniu 1913 roku krakowska Dyrekcja Inżynierii raportowała o próbach przeprowadzonych w latach 1911–1912. Zastosowano kilka środków i technik malarskich, porównując koszty wykonania i skuteczność powłok maskujących. Pokrycie murów ceglanych szarozieloną farbą wodną firmy Winter & Weinmann (nazwa handlowa Torpedo) przetestowano na odsłoniętych odcinkach murów wartowni bram *noyau*. Użyty odcień kolorystyczny nie do końca odpowiadał

barwie otoczenia. Z kolei dachy betonowe i blaszane pokrywano farbą olejną firmy Lutz (Diamant i emalia PEF, trójbarwny kamuflaż: szaro-brązowo-ciemnozielone plamy; il. 2 i 3) oraz farbą antykorozyjną Bessemer Amboss w kolorze zielonym. Jako podkład dla malowania betonowych ścian tradytora fortu Winnica testowano warstwę smoły, którą ścierano przez piaskowanie. Ściany zostały następnie pomalowane zieloną farbą elewacyjną firmy Kronsteiner, dając bardzo skuteczny efekt maskujący. Ślady tej próby zachowały się szczęśliwie do dnia dzisiejszego (il. 4 i 5). W raportach sygnowanych przez płk. Eugena Kastnera wspomniano także próby na pokrytych blachą stropodachach fortów Kosocice, Podchruście, Skotniki-Południe, Sudół, Tonie, Winnica i Wróblowice (K.u.k. Geniedirektion in Krakau, 1913).

Podczas prac remontowych prowadzonych od 2015 roku w krakowskim forcie Wróblowice możliwe było zbadanie odkrywek, pobranie próbek wypraw elewacyjnych i analiza laboratoryjna ich warstw. Badania stratygraficzne wykonane w 2018 roku posłużyły do określenia kolorystyki i technologii obróbki powierzchni elementów betonowych i metalowych (Gyurkovich i in., 2022). Aby określić kolejność nawarstwień, próbki tynku poddano badaniom stratygraficzno-mikroskopowym w pracowni badań laboratoryjno-konserwatorskich Barbary Sow-Holewińskiej w Krakowie. Do badań użyto mikroskopu USB Levenhuk DTX 90, o powiększeniu 50- do 200-krotnym. Identyfikację nawarstwień przeprowadzono metodami mikroskopowymi i mikrochemicznymi. Oczekiwano, że uda się ustalić pierwotną kolorystykę fasady, co będzie wskazówką dla dalszych prac konserwatorskich. Probki zawierały fragmenty zieleni chromowej, szarości (biel z czernią) oraz ślady pigmentu żelazowego — ochry. Probki pobrane ze spoin muru były twardą, szarą

zaprawą wapienno-cementową, z warstwą smoły na powierzchni.

W 2022 roku, podczas prac konserwacyjnych, pobrano próbki reliktywów powłok malarskich ze stropodachu i galerii strzeleckiej fortu Mistrzejowice w Krakowie. Badania próbek wykonano metodami mikroskopowymi i mikrochemicznymi w Laboratorium Konserwacji Zabytków dr Pawła Karaszkiewicza. Do badań wykorzystano mikroskop stereoskopowy Nikon F.F. z opcją fotograficzną oraz mikroskop chemiczny Nikon Eclipse E200 z opcją polaryzacji. Badane próbki zieleni ciemnej, zieleni jasnej i żółcieni ugrowej okazały się naturalnymi pigmentami mineralnymi: zielenią chromową (uwodniony tlenek chromu) z domieszką bieli wapiennej i ochrą żółtą (żółcień żelazowa).

3. WNIOSKI

Na podstawie przeglądu materiałów ikonograficznych, analizy instrukcji projektowych i sprawozdań można stwierdzić, że w Austro-Węgrzech nie istniał ogólny schemat malowania maskującego. Dobór kolorów zależał od kolorystyki otaczającego krajobrazu i barw miejscowej roślinności. Każdy obiekt był traktowany indywidualnie i w swoim niepowtarzalnym kontekście. Malowanie obiektu fortyfikacyjnego tak, aby nie wyróżniał się z otoczenia jako element dysharmonijny, lecz był wkomponowany w krajobraz, wymagało specjalnego studium terenu. Austriacka instrukcja techniczna dla projektantów wyraźnie zalecała rozpoznanie charakterystycznych tonów i odcieni kolorystycznych tła, a tym samym świadomą analizę otoczenia i usystematyzowanie procesu projektowania (K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1914a). Z kolei proces projektowania stanowił nowatorską odpowiedź na wyzwania związane z rozwojem artylerii i środków obserwacji. Pionierskie próby ukrycia obiektów w środowisku, w którym występowały, polegały zarówno na ukrywaniu cech, jak i ich uwypuklaniu, a także na celowym wprowadzaniu obserwatorów w błąd, aby utrudnić im prawidłową interpretację odczytu wizualnego. Techniki te wymagały dogłębnego zapoznania się z kontekstem. Ponieważ lokalne warunki środowiskowe miały znaczący wpływ na wstępne założenia, wskazane było jak najdokładniejsze ich przeanalizowanie i ocena, a ustalenie ogólnie obowiązujących wytycznych nie było wskazane ani możliwe. Bardzo współcześnie brzmi zawarty w historycznej instrukcji (K.u.k. Technisches Militärkomitee, 1904) zapis o tym, że każda ingerencja wiąże się ze zwiększonymi nakładami finansowymi, a dla uzyskania najlepszych rezultatów należy „podążać za naturą”.

Po uzyskaniu wyników badania archiwalnych materiałów źródłowych autorzy ustalili, jakich środków używano do malowania kamuflażu. Były to przede wszystkim środki antykorozyjne i „odporne na warunki atmosferyczne” dostępne w handlu farby fasadowe. Część z nich została przetestowana wkrótce po wprowadzeniu na rynek cywilny (Fröde, 1910). Co ciekawe, niektóre marki i producenci istnieją na rynku do dziś (np. firma Lutz).

Na podstawie powyższych ustaleń można sformułować następujące wytyczne dla architektów, konserwatorów i innych osób zaangażowanych w proces rewaloryzacji i zagospodarowania zabytkowych fortyfikacji:

- Rekonstrukcja lub tworzenie współczesnych malowań maskujących wymaga dokładnych badań, przede wszystkim poszukiwania zachowanych reliktywów, tak aby nie uległy zniszczeniu. Niektóre działania, jak na przykład malowanie smołą płamy na elewacji fortu Winnica w Krakowie, są zaskakujące i nieoczywiste; wieże pancerne fortów krakowskich były malowane szarą farbą olejną i posypane popiołem, pyłem ceglany i trocinami.
- Trzeba też rozstrzygnąć, czy historycznie dany obiekt był pokryty kamuflażem — nie wszystkie elementy były bowiem malowane. Na niektórych fortach stosowano z powodzeniem inne środki (np. siatki maskujące).
- Dobór kolorów plam maskujących powinien być oparty na próbkach zachowanych reliktywów malowania, wskazaniach numerów katalogowych producentów farb elewacyjnych z epoki, a także na współczesnej analizie kolorystycznej otaczającego krajobrazu.
- Wzór i wielkość plam maskujących można określić jedynie na podstawie zdjęć archiwalnych lub — ewentualnie — na podstawie oryginalnych projektów, choć autorom nie udało się dotychczas odnaleźć takiej dokumentacji w archiwach. To zagadnienie wymaga z pewnością dalszych badań.
- Współczesne malowanie nie powinno być zbyt trwałe i nie powinno wnikać głęboko w strukturę budynku.

Takie działanie może, przy nieznacznym wysiłku inwestycyjnym, wspomóc osiągnięcie integralności umocnień i otaczającego je krajobrazu. Ekspozycja autentycznych elementów krajobrazu warownego i spójnych kompozycyjnie współczesnych rekonstrukcji malowania maskującego zapewni zrozumienie i atrakcyjność zabytkowych fortyfikacji również dla odbiorców spoza kół fachowych. Zapewnienie odwracalności współczesnych ingerencji ogranicza z kolei ryzyko zniszczenia autentycznego dziedzictwa.

REFERENCES

- Bogdanowski, J. (1966), 'Fortyfikacja austriacka na ziemiach polskich w latach 1850–1914', *Studia i Materiały do Historii Wojskowości*, 12(1), pp. 70–105.
- Bortot, P. (2005), *I Forti del Kaiser. Opere corazzate nel Sud-Tirolo italiano. 1900–1915*, Vicenza: Tassotti Editore.
- Brosch von Aarenau, T. and Steinitz, E. von (1937), *Die Reichsbefestigung Österreich-Ungarns zur Zeit Conrads von Hötzingdorf*, Ergänzungsheft 10 zum Werke *Österreich-Ungarns letzter Krieg*, Wien: Verlag der "Militärwissenschaftliche Mitteilungen".
- Brunner, M. (1909), *Die beständige Befestigung. Für die k.u.k. Militärbildungsanstalten und zum Selbstunterrichte für Offiziere aller Waffen herausgegeben*, Wien: L.W. Seidl & Sohn.
- Dojlitko, M. (2015), *Teoria dekonstrukcji komunikatu wizualnego. Narzędzia projektowania kamuflażu militarnego*, Gdańsk: Akademia Sztuk Pięknych w Gdańsku.
- Fröde, F.W. (1910), *Das Konservieren der Baumaterialien sowie der alten und neuen Bauwerke und Monumente*, Wien: Druckerei- u. Verlags-Aktiengesellschaft, vorm. R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co.
- Gyrkovich, J. et al. (2022), 'Conservation of 19th-Century Defensive Structure. The Case of Fort Swoszowice in Cracow, Poland', *International Journal of Conservation Science*, 13(2), pp. 417–430.
- Heigl, F. (1924), 'Camouflage (Tarnung)', *Militärwissenschaftliche und technische Mitteilungen*, 55, pp. 347–364.
- Heigl, F. (1925), 'Der Tarnanstrich von Geschützen', *Militärwissenschaftliche und technische Mitteilungen*, 57, pp. 229–230.
- Hentzschel, R. (2016), *Festungskrieg im Hochgebirge. Der Kampf um die österreichischen und italienischen Hochgebirgsforts in Südtirol im Ersten Weltkrieg*, Bozen: Athesia.
- Idzikowski, T. (2014), 'Zastosowanie roślinności w fortyfikacjach austro-węgierskich', *Rocznik Przemyski*, 50(4): Nauki Przyrodnicze, pp. 79–84.
- Janczykowski, J. (2015), 'Fortyfikacje galicyjskie w przededniu I wojny światowej', *Rocznik Historii Sztuki*, XL, pp. 189–194.
- Kreinczes, N. (1914), *Ueber die laut mündlichen und persönlichen Auftrag und Befehl zur schleunigen und pünktlichen Durchführung des Maskierungsanstriches in den großen und kleinen Werken der Festung Przemyśl und zwar mit dem an dem Terrain angepassten Farben und Nuancierungen durch Sr. Wohlgeboren Herrn k.u.k. Genie- und Befestigungs-Baudirektor Obersten Schwalb, im Beisein des Herrn k.u.k. Fortifikations-Oberbauwerkführers Langer*, letter to the Directorate of Engineering in Przemyśl, dated September 14, 1914. Copy in authors' personal collection.
- K.u.k. Geniedirektion in Krakau (1913), *Maskierungsanstriche*, Krakau. Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA MBeh TMK HR Akten 608.
- K.u.k. Geniedirektion in Przemyśl (1911), *Maskierungsanstriche*, Przemyśl. Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA ZSt KM HR Akten 6310 Abteilung 8.
- K.u.k. Kriegsministerium (1907), *Provisorische organische Bestimmungen für den Geniestab*, Wien: k.k. Hof- und Staatsdruckerei.
- K.u.k. Kriegsministerium (1910), *Maskierungsanstriche*, Wien. Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA MBeh Genie GGI Akten 998.
- K.u.k. Kriegsministerium (1912), *Maskierungsanstriche*, Wien. Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA MBeh Genie GGI Akten 1002.
- K.u.k. Technisches Militärkomitee (1904), *Instruktion über Maskenanlagen*, Wien. Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA MBeh TMK, SR 1223.
- K.u.k. Technisches Militärkomitee (1914a), *Anhaltspunkte für den Entwurf und die Ausführung fortifikatorischer Bauten vom kriegstechnischen Standpunkte (Sekt. II, Nr. 313 res)*, Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA, MBeh, TMK, SR 1212–1214.
- K.u.k. Technisches Militärkomitee (1914b), *Maskierungsanstriche*, Wien. Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA MBeh TMK HR Akten 623.
- Kwaśniewski, A. (2019), 'Po co badać — jak badać. Uwagi o metodyce współczesnych badań historyczno-architektonicznych i o ich stosowaniu przy adaptacji obiektów zabytkowych', *Architectus*, 57(1), pp. 3–20. Available at: http://architectus.pwr.edu.pl/files/numery/57_01.pdf, DOI: 10.5277/arc190101 (accessed: 02.10.2022).
- Leithner, E. (1894a), 'Die Hauptgrundsätze der modernen beständigen Befestigung', *Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens*, 1, pp. 1–18.
- Leithner, E. (1894b), 'Die Küstenbefestigung. Elemente der Küstenbefestigung', *Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens*, 7, pp. 519–540.
- Narębski, L. (2006), 'Zieleń w pasie forticznym dawnej twierdzy Toruń', [in:] E. Oleksiejuk, A. Jankowska (eds.), *Zieleń miejska — naturalne bogactwo miasta. Problemy zieleni zabytkowej w miastach Unii Europejskiej*, Toruń: Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń, pp. 61–74.
- Novotny, K. (1904), 'Über Anpflanzungen für Hindernisse und Masken', *Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens*, 6, pp. 605–609.
- Pardela, Ł. (2017), 'Kształtowanie krajobrazu z wykorzystaniem maskowania roślinnego w nowoczesnej fortyfikacji niemieckiej w świetle przepisu technicznego A.27 (1905)', [in:] Borkowski, W., Brzeziński, W. and Wysocki, J. (eds.), *Konserwacja zapobiegawcza środowiska. 5. Dziedzictwo militarne (series Archaeologica Hereditas, vol. 9)*, Warszawa: Państwowe Muzeum Archeologiczne w Warszawie, pp. 161–173.
- Rolf, R. (2011), *Festungsbauten der Monarchie. Die k.k.- und k.u.k.-Befestigungen von Napoleon bis Petit Trianon. Eine typologische Studie*, Middelburg: PRAK Publ.

- Schneider, R. and Immendorfer, B. (1941–1942), *Denkschrift über die Reichsbefestigung der ehemaligen österr.-ung. Monarchie*, Wien. Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA MS Rb Manuskripte zur Geschichte der Reichsbefestigung (Rb).
- Stützenstein, R. (n.d.), *Tarnung, Maskierung, Camouflage*, Wien. Österreichisches Staatsarchiv — Kriegsarchiv, Wien, file ref. AT-OeStA/KA NL 1423 (B) 1423 (B) Stutzenstein 251.
- Środulska-Wielgus, J. (2005), *Zieleń Twierdzy Kraków* (series *Atlas Twierdzy Kraków*, II, vol. 4), Kraków: Urząd Miasta Krakowa.
- Środulska-Wielgus, J. (2014), ‘The Greenery of the Krakow Fortress as the Focus of a Project on Protected Landscape Zones of Historic Fortifications’, *Architektura Krajobrazu*, 2, pp. 4–17.
- Škwor, F. (1898), ‘Maskierung sichtbarer Mauerflächen’, *Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens*, 34, pp. 59–60.
- Wilkaniec, A. (2006), ‘Fortyfikacje początkiem powstania założeń zieleni miejskiej — proces przejmowania przez miasto Poznań terenów fortecznych na przełomie XIX i XX wieku’, [in:] Wilkaniec, A. and Wichrowski, M. (eds.), *Fortyfikacje w przestrzeni miasta*, Poznań: Wydawnictwo Akademii Rolniczej, pp. 71–79.