



DOI: 10.21005/pif.2017.30.E-01

THE CONCEPT OF THE EXPOSITION OF PRESERVED MEDIEVAL MILITARY ARCHITECTURE ELEMENTS BASED ON THE 3D MODELLING BASED ON THE DZIERŻONIÓW EXAMPLE

KONCEPCJA EKSPOZYCJI ZACHOWANIA ELEMENTÓW ŚREDNIOWIECZNEJ ARCHITEKTURY OBRONNEJ W OPARCIU O MODELOWANIE 3D NA PRZYKŁADZIE DZIERŻONIOWA

Izabela Iwancewicz

Msc. eng. landscape architect

Jerzy Potyrała

PhD eng. architect

Institute of Landscape Architecture
The Faculty of Environmental Engineering and Geodesy
Wrocław University of Environmental and Life Sciences

ABSTRACT

The aim of the study was to make a concept of exposition of medieval fortified elements in Dzierżoniów. The scope of the study includes the area of city defensive walls with the surrounding greenery area. All used methods were focused on the concept of restoration with the concept of land management around the city's walls.

Key words: fortifications, architectura militaris, Dzierżoniów, middle Ages, landscape, 3D modelling.

STRESZCZENIE

Celem pracy, była koncepcja ekspozycji zachowanych elementów średniowiecznej architektury obronnej Dzierżoniowa. Obszar badań obejmuje teren miejskich murów obronnych wraz z przyległym do niego terenem zieleni. Wszystkie metody skupiały się wokół koncepcji ekspozycji miejskich murów wraz z projektem zagospodarowania terenu wokół miejskich murów obronnych.

Słowa kluczowe: fortyfikacje, architectura militaris, Dzierżoniów, średniowiecze, krajobraz, modelowanie 3D.

1. INTRODUCTION

Przedstawione w artykule badania obejmują miejscowości Dolnego Śląska, z których do dalszej realizacji wybrano Dzierżoniów. Medieval fortifications are now a forgotten and neglected element of cultural heritage. They were built hundreds of years ago to frighten the enemy, and their main purpose was the protection of the city [10]. They testify to the long and rich history of the city surrounding them. These objects are listed on the register of immovable objects of cultural heritage maintained by the Office of Protection of Provincial Heritage Monuments or on the Municipal Register of Monuments. Nevertheless, these objects are not currently receiving suitable attention. In varying states of preservation, elements of fortified architecture have delighted people with their own beauty up to the present day. Areas of greenery around them were arranged at the end of nineteenth century as a result of the liquidation of the moats and embankments [8].

These places served the people living in cities as areas of recreation and leisure. Nowadays some of the planted areas (in several cities) around the city defensive walls are often forgotten, derelict places. The authors of this study show one of the possibilities of evaluation restoration of this type of places.

The aim of the study is the concept of exposition of preserved medieval fortification elements using the 3D modelling. The medieval period is substantial, due to the development of fortifications. Not only were castles or cities surrounded by fortifications, but also churches, villages and even single houses [2].

In the historical Lower Silesia area, there were 60 towns with fortified origins, but in the contemporary Lower Silesia Province there are over 30 cities which have preserved city defensive perimeters [9]. The Lower Silesia area is one of the richest in medieval fortification elements in Poland, due to its historical background e.g. location near trade routes, richness of materials used to built it, and location near rivers and suitable landforms [12].

Defensive city walls are preserved in different states, owing to how much time has gone by. Fortunately in some of them it is possible to admire the fragments which are quite well preserved e.g. in Dzierżoniów (Fig.1.).

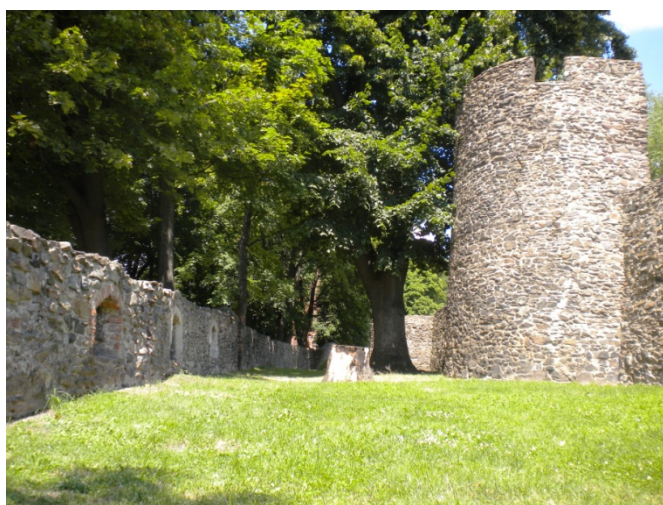


Fig. 1. The part of the city defensive walls in Dzierżoniów Souce: own photo
Ryc. 1. Fragment miejskich murów obronnych w Dzierżoniowie. Źródło: fotografia własna

Therefore what is most important is their suitable protection, and planning the land management concept. The restoration of fortification will make this object the place of interest for tourists. At this moment was not carried out the complex research involving city fortification and the planted greenery area around them based on the graphic model methods.

The research on the Lower Silesia area was focused on same architecture. The most common studies were - study from the 60's of twentieth century named *City walls of lower Silesia* by a M.Przyłęcki [11], or earlier studies made by Kurt Bimler from the 40's of twentieth century, named *Die Schlesischen Massiven Wehrbauten* [1].

The authors of study present one of the possibilities of exposition of this type of objects using the 3D modelling.

2. MATERIALS AND METHODS

The materials which were used in this study were old maps coming from 17th and 18th century and plans (like F.B.Wernher or C.F von Wrede maps), contemporary cartographic materials like topographical databases (TBD) and ortophotomaps which were available on the GEOPORTAL website. The authors used also actual site survey map from District Survey Office and surveying documentation including the actual height of wall and information about the original dimensions.

At the first were used the old maps from 17th century. The accuracy of the maps allows to calculate the original length of both lines of fortifications. On the basis of historical map from 1633 were calculated number of fortified towers, city gates and the total length. Then, on the basis of ortophotomap from 2014 and the topographic database were measured the total length of city fortification. On the basis of these cartographic materials the current number of preserved defensive perimeters has been calculated, along with other elements like the fortified towers.

The ortophotomap presents data in high resolution (GSD 10 cm).The high quality made inventory very accurate. From the TDB was taken information about the landforms i.e. ramparts, terrain or greenery area. The former height of the walls was taken from the surveying documentation from the National Heritage Board Office. It was actualized during the field study with using the measurement tape and laser distance meter. An additional aim was to gain a better knowledge of the diversity of species in the greenery areas around the city fortifications.

To this end, a general dendrological inventory on the studied area was made. This is important element, necessary for further design actions. The knowledge about the age of trees and species allow to choose items for tree falling or protection purpose. The diameters of the crown of trees and shrubs were drawn into site survey map.

The calculations were based on the measurements of the trunk perimeter at a level of 1,30 m. The age of the trees was calculated using the table of the age of the trees made by Professor L. Majdecki [6].

Landscape analysis of view using graphical models of solutions

The next element of the study was an initial, general landscape analysis. In the studied area observation points were chosen as well as the obstacles which are encountered by an observer when viewing the city fortifications from any place. Then, places were marked with a potential line of view of the observer and the main points unfavourable to the view. Then 14 places were identified, located close to the city fortifications including greenery areas around the city walls, and the axes of streets. These places were used as examples for landscape analysis with graphical models presenting existing and planned states.

From these places were taken photographs and panoramic. To make a plan of the exposure of the medieval city the authors developed their own method using the landscape view assessment [6]. Positive elements taken in the analysis were:

- Occurrence of the tall greenery, including old trees and arranged low greenery areas,
- Buildings and structures with architectural values or monuments,

- Occurrence of dominant structures
- The city walls with fortified towers – the element with an individual assessment

Among negative elements we can include:

- Lookout obstacles,
- Disharmonious elements, such as: buildings in bad condition, self-sowing plants, non-arranged greenery areas and the poor condition of pavements and tracks.

The sighting of elements described above has had an impact on an individual assessment of the chosen views. The assessment was made according to a scale of 1-5:

(1-2) view very unattractive, needs many improvements

(3-4) view quite attractive, needs a little bit of improvement,

(5) view very attractive, doesn't need improvement

In the case of views that were obtained in the evaluation from 0 to 15 points, the changes will be large, and works which will be made to improve will be on a large scale. When a view receives more than 20 points, the changes could be much smaller, improving only a few elements, with more exposure than targeted at large corrective works. This analysis allows precise look at the most neglected places. It is an essential element for the project activities, including improving exposure of the city's defensive walls in the landscape.

The 3D Model of reconstruction of city fortifications

The aim of the implementation the 3D model was the reconstruction of the former structure of the city's medieval fortifications. Owing to the fact that the earliest available sources date back to the seventeenth/eighteenth century, this model should be based on the oldest city maps with drawn fortifications made by Friedrich B. Wernher (drawer and Court Surveyor) iconography from eighteenth century.

The model based on own calculations of defensive perimeter elements. The model was made using the Trimble SketchUP 8 and 3dsMaxDesign software. We should remember that this is a visual model, made on the basis of the analysis of available historical materials, whose clarity and accuracy of performance could not have many details of the fortified towers and curtain wall, thus it is based on the iconography from the seventeenth century or later. The main problems of these artworks are: low quality of scans, small scale of maps and drawings, problems with proportions, lack of dimensions of elements, they were not based on land surveys.

The first layer was the orthophotomap imported to the Sketch Up. At the first was drawn the overall shape of the city defensive walls and the preserved elements in 2D. The second layer was the scan of old city map. It was imported into Sketch Up. Then were drawn not existing elements (fortified towers, curtain wall and city gates, bastions and ramparts). In this case greenery was not included through the historical arrangement is unknown. The accuracy of elements on the map (small scale of map) does not allow to transform it automatically to the 3D format.

The shape of towers, detailed elements of wall and city gates was drawn manually in 2D on the base of observations of historical artworks. Then they were transformed to the 3D form with the Sketch Up extrude tool. The completed model was imported into 3dsMaxDesign. In this part were added the textures, created lights and shadows. The figure below shows the second part of drawing process (model in sketchy form) before rendering (Fig.2).

The final effect was achieved through 3D rendering tool in 3dsMax Design. The model plays an important role in the planning process. It shows which parts of the wall existed in the past and where they were located [6].

The proposals for the reconstruction of selected parts of the walls have been made using the spatial model of the city walls. For a better understanding of the intended actions, it

has been graphically shown with a photo view of the existing situation, a view selected from an image processed with a 3D model, and the proposed graphical solution.

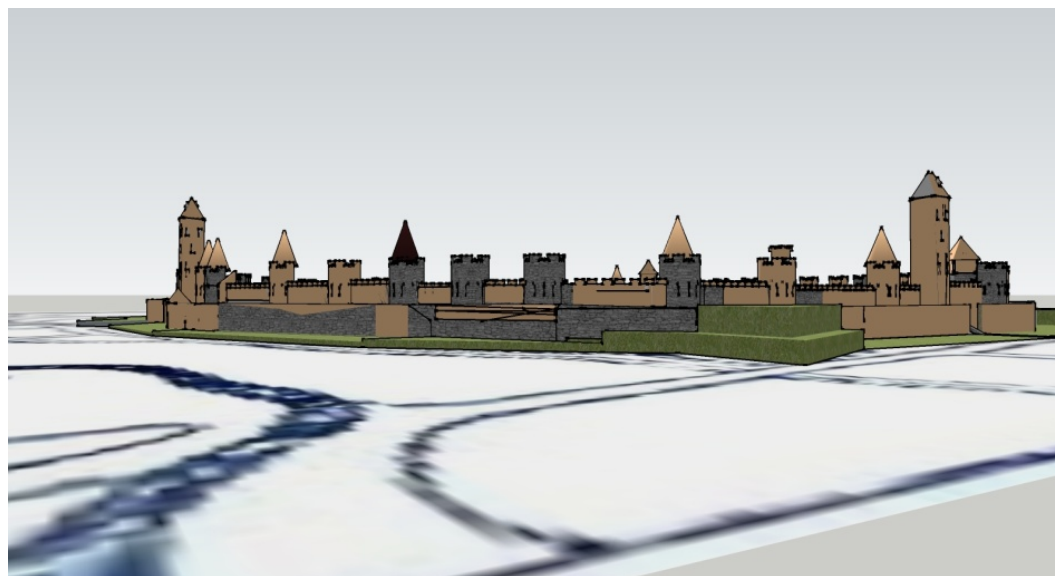


Fig. 2. City defensive walls- 3D model before rendering- sketchy form

Ryc. 2. Miejskie mury obronny- model 3D przed renderowaniem- forma szkicowa

3. RESULTS

Case study – Dzierżonów

The area of the study was located in Dzierżonów, the city at the foot of a mountain range called the Owl Mountains in the Central Sudetes in south-west Poland. The city was founded in 1291 on the German Law [6].

The choice of the place for new city was dominated by factors such as the location near the river, ascents, where the difference was at least 8m, which played a large role in the defence [13]. The stronghold of Dzierżonów was founded by the Duke Bolko I Strict from the Piast Dynasty in 1333.

The material which was used to the construction of the city wall was stone from Owl Mountains. At the beginning to the city led four gates and single defensive perimeter with 40 defensive towers. In the fifteenth century was built the second line of wall. By the end of the 13th century, Dzierżonów developed into the economic and administrative centre of the region [6].

The general state of preservation of the medieval fortified elements

Field surveys were source of data for figure 3 which shows that the city Dzierżonów no longer has its city gates and gate towers. The worst situation is in the case of the length of the internal perimeter line, where the amount remaining is 40 %.

The number of preserved towers is about half. These have additionally been divided by their shape. In the case of the external wall, over 60 % of the original height has been preserved. This figure is an average, which is the result of the measurement of its height

in different parts. The situation seems to best in the case of the height of the internal defensive line (75%). The results presents figure below (Fig.3.)

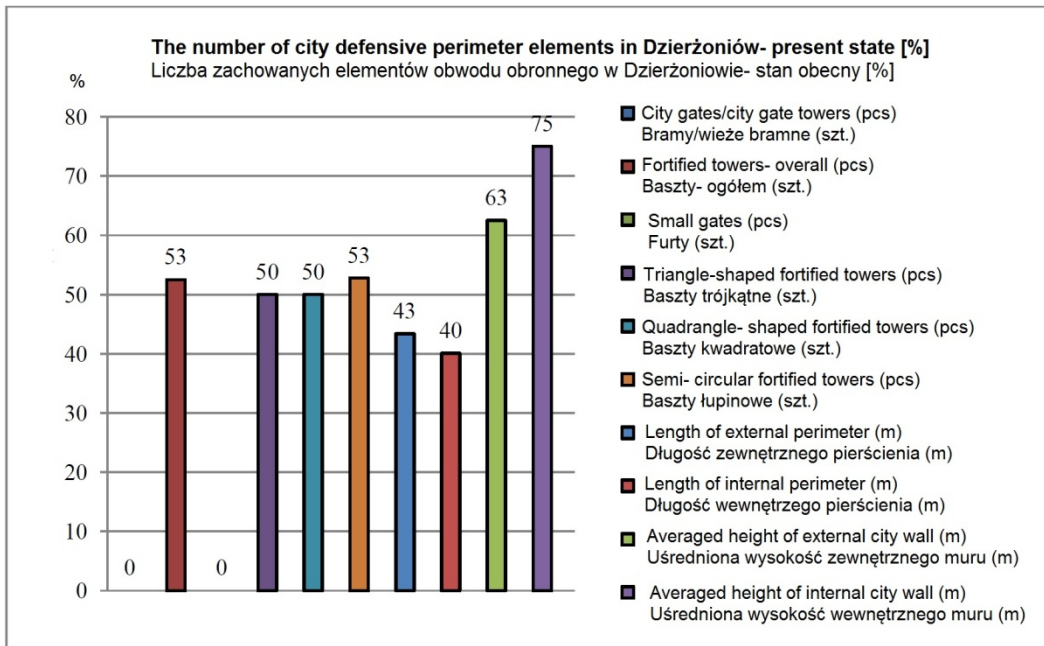


Fig. 3. State of the preservation of defensive perimeter elements in Dzierżoniów. Source: own research
Ryc. 3. Stan zachowania elementów obwodu obronnego w Dzierżoniowie. Źródło: opracowanie własne

Dendrological inventory

In the study area 169 pieces, including 19 species of plants, among them two Natural Monuments *Taxus baccata* were inventoried. The studies have shown that ten trees have dimensions qualifying them as Natural Monuments, 11 trees are very old (over 150 years old) (Fig. 4).

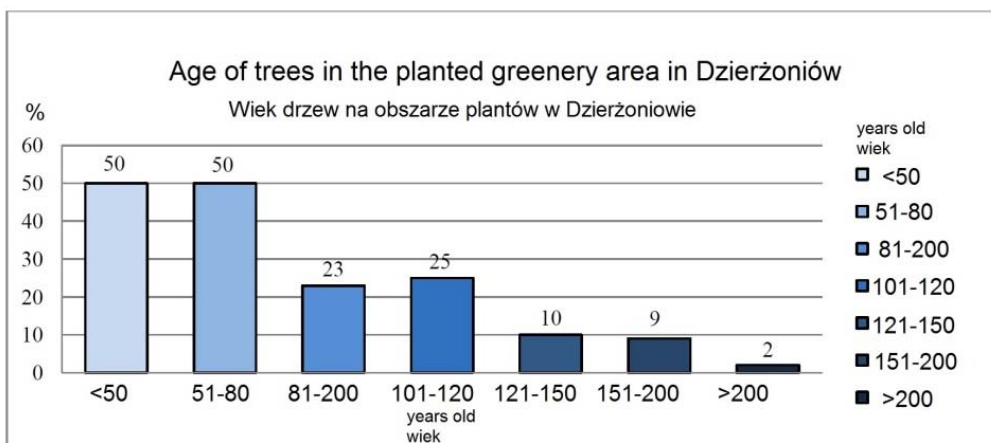


Fig. 4. Age of trees in the planted greenery area in Dzierżoniów. Source: own research
Ryc. 4. Wiek drzew na dzierżoniowskich plantach. Źródło: opracowanie własne

The general state of health of the trees was assessed as average. Many of them are self-sowing plants, often growing close to the walls, where roots can act destructively on the state of construction. The most common species are maple (*Acer platanoides*) and linden (*Tilia cordata*). The presence of the trees worsens the exposure of the city fortifications. The picture below presents the tree stand and the city walls in nearest neighbourhood (Fig. 5).

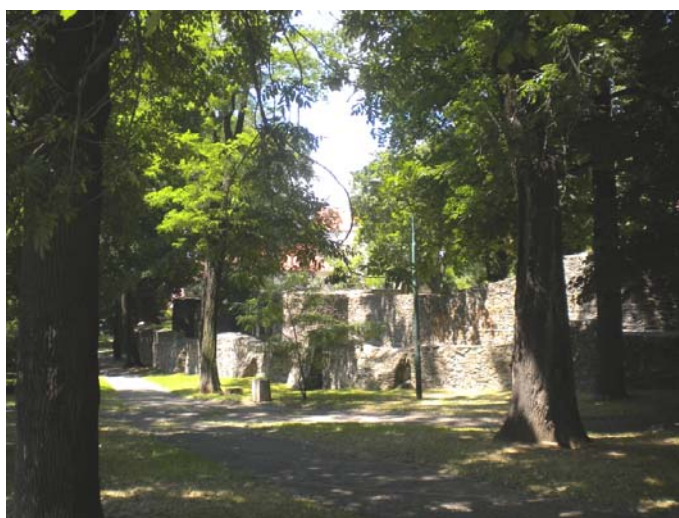


Fig. 5. Planted greenery area around the city walls- Source: own photo
Ryc. 5. Teren plantów wokół murów obronnych- Źródło: fot. własna

In addition, the current lack of composition adversely affects the appearance of these objects. The chart below shows the proportion of each species to the total tree population in the area (Fig. 6).

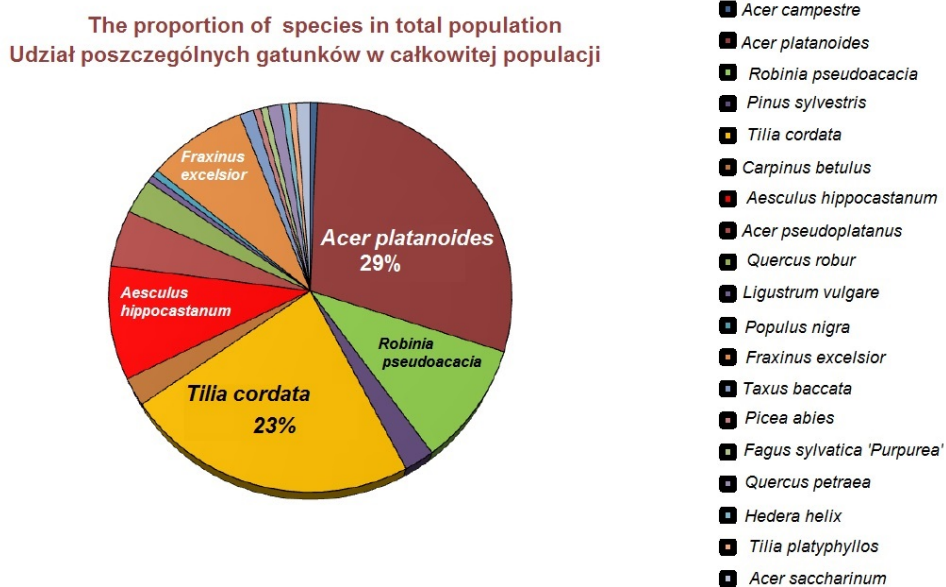


Fig. 6. The proportion of trees and shrub species in the total tree population. Source: own research
Ryc. 6. Udział poszczególnych gatunków roślin do całości terenu objętego opracowaniem Źródło: opracowanie własne

Landscape view analysis and the 3D model

In the Dzierżonów case the landscape analysis shown that most places do not need the many changes. Most of them achieved over 20 points. The changes concerned mainly the visibility improvement, covering the old buildings, felling of some trees and reconstructing the towers and city walls. The figure below shows an example of the views taken from the study (Fig. 7). In the whole study, 15 views were assessed in the similar way.

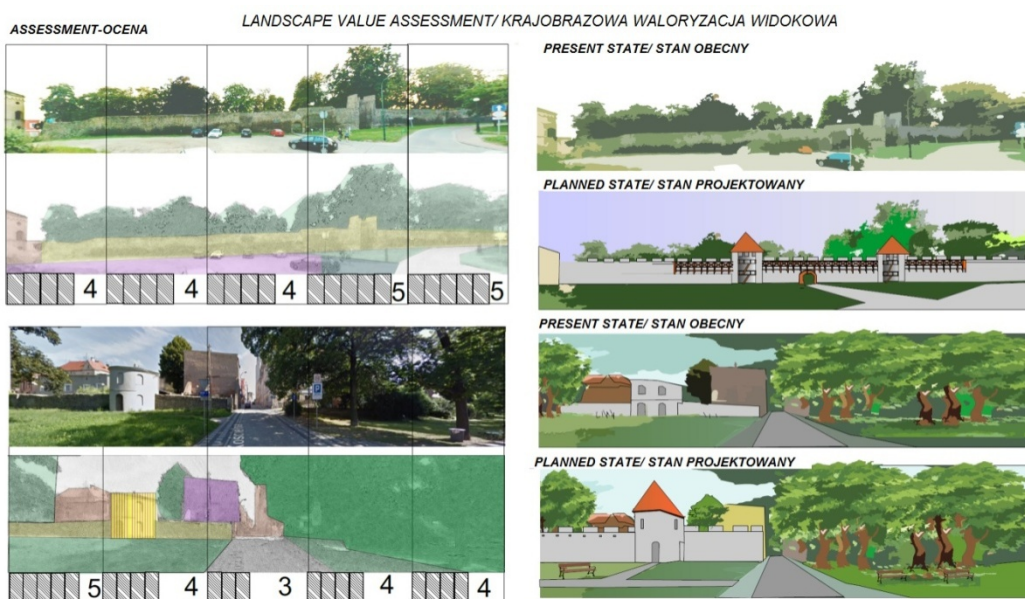


Fig. 7. Sample assessment of landscape value made for chosen parts of the defensive city walls together with graphical models. Source: own research

Ryc. 7. Przykładowa analiza widokowa wybranych elementów obwodu obronnego wraz z modelami graficznymi rozwiązań Źródło: opracowanie własne

The most important element of this study is 3D reconstruction model of Dzierżonów city walls. The following figure illustrates the city wall in the virtual 3D model, applied to the seventeenth century plan of the city from an aerial view (Fig. 8). Then, from the 3D model the city's defensive walls were shown from two different points of view:

- from the site of the now-defunct city gates: Ząbkowicka and Wrocławska (Fig. 9).
- from the site of the bastion, whose remains can still be found (Fig. 10).

On the base of the 3D model there were made proposals of reconstructions. The reconstruction is offered where it is possible and model there were made proposals of reconstructions. The reconstruction is offered where it is possible and model there were made proposals of reconstructions. The reconstruction is offered where it is possible and where the necessary is. In some cases, it includes: a return to the original stone material, e.g. the modern plastered fortified tower, an increase in the height of the wall, the construction of battlements where the walls are best preserved, or reconstruction of the fortified towers with roofing. In the places where the wall is broken, it is proposed that they should be rebuilt.

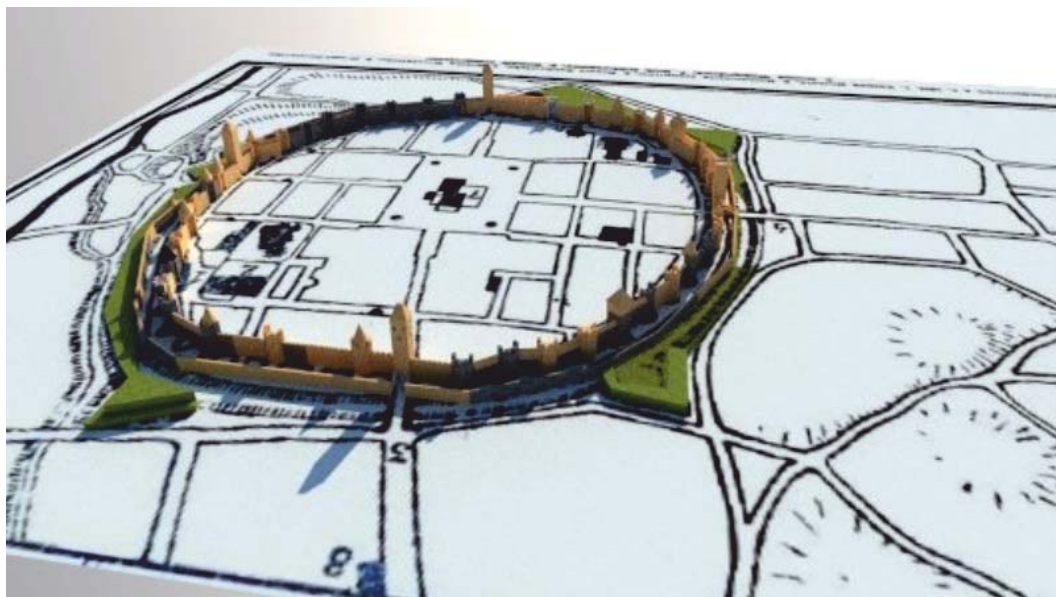


Fig. 8. 3D model of the reconstruction of city fortifications from an aerial view. Source: own research
Ryc. 8. Model 3D rekonstrukcji miejskich fortyfikacji widziany z lotu ptaka. Źródło: opracowanie własne

These activities are aimed at better perception of where the necessary is. In some cases, it includes: a return to the original stone material, e.g. the modern plastered fortified tower, an increase in the height of the wall, the construction of battlements where the walls are best preserved, or reconstruction of the fortified towers with roofing. In the places where the wall is broken, it is proposed that they should be rebuilt. These activities are aimed at better perception of the fortifications in the city landscape by improving their level of exposure (Fig. 9)



Fig. 9. The 3D model of the defensive walls: a fragment with the former Ząbkowicka Gate. Source: own research
Ryc. 9. Model 3D murów obronnych: fragment z dawną bramą Ząbkowicką Źródło: opracowanie własne



Fig. 10. The 3D model of the defensive city walls: a fragment with the former bastion. Source: own research
Ryc. 10. Model 3D murów obronnych a fragment z dawnym bastionem. Źródło: opracowanie własne

Present state- photograph
Stan obecny- fotografia

Same perspective- 3D model
Perspektywa- model 3D

Proposed reconstruction
Propozycja rekonstrukcji

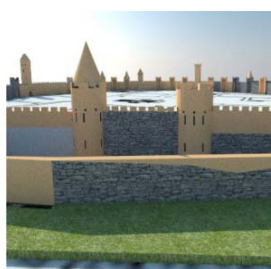
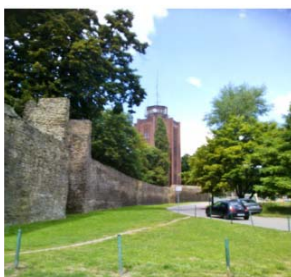


Fig. 11. Sample reconstruction of city defensive wall fragments, based on the previously made 3D model. Source: own research

Ryc. 11. Przykładowa rekonstrukcja fragmentów muru na podstawie wykonanego wcześniej modelu, źródło: opracowanie własne

The concept of land management plan

The final result of the work was the concept of exposition of preserved medieval architecture elements. It is based on the previously conducted inventories and analysis, visual model of restoration and the proposals of reconstruction (Fig. 9).

The dendrological inventory was the necessary element of this project. It mainly includes the plan of development of planted greenery areas in Dzierżoniów and the elements of the city fortifications. Its aim is an attempt to improve the quality of the landscape with the fortifications, through the right exposure and the implementation of new elements. During the preparation of the concept, a city map with marked planted greenery areas from 1920s was analysed.

In this project we would return the area, where possible, to the historic shape of the tracks and elements of small architecture e.g. a fountain in a simplified form, found in city plans from the 1920s. The letters A-G indicate the places after the planned reconstruction works similar to the proposals from these figures. Then, the concept plan was drawn on the contemporary city grid using a Site Survey Map.

The detailed concept also includes the plan of small architectural elements, paving and lighting, with a tree-management project. It is necessary to fill in the empty places with the new plants or to clear the areas of trees for sanitary and composition reasons.

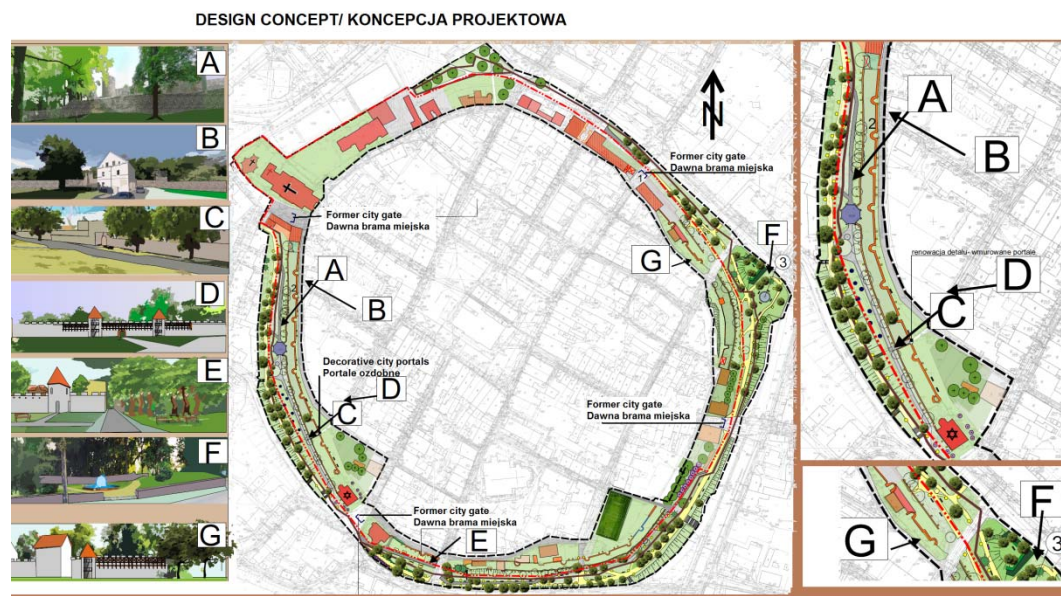


Fig. 12. The final element of the plan: the concept of area arrangement, including city planted area. Source: own research

Ryc. 12. Końcowy element projektu: Koncepcja zagospodarowania terenu z uwzględnieniem miejskich plantów. Źródło: opracowanie własne

4. DISCUSSION

The restoration concept was preceded by necessary inventories and analysis of the current state of preservation of elements. The own landscape evaluations and graphic models of the solutions pay attention to the areas where it is necessary to improve the exposure of the city walls and the planted areas. The main point of research is a reconstruction of the city medieval fortification using the 3D model. This part of study was most important due to the further planning actions based on the previously made 3D model.

It was made with the Trimble SketchUP 8 and its shape was reconstructed on the base of historical cartographical and iconographical materials. It was also preceded by former calculations of defensive perimeter elements i.e. (height and length of the city wall, number of defensive towers) taken from comparison the old maps and contemporary orthophotomap and topographic database. In this study were presented existing and not existing elements.

The researchers use various techniques and methods in the 3D modelling for the restoration of cultural heritage objects and sites. All these techniques show only the reconstruction of whole object without a comparison and possibilities of implementation this model to the restoration works. For example we can reconstruct the landscapes, historical sites or monuments using the GPS survey and 3D modelling [3].

In case of reconstruction of damaged architectural details we should use image-based modelling techniques. For this purpose the ARC3D software is used to generate from a set of images the point cloud of 3D geometry and the MeshLab program to generate textured 3D mesh model of the reconstructed object [5].

These method are more precise and technology- advanced, but they not allow to generate geometry of not existing until now towers and gates, which were demolished hundred years ago. Their appearance we could receive from eighteenth century drawings. In this case it allows to the draw of the each element geometry manually. It is the best method to receive an overall shape of city defensive perimeter.

The 3D virtual model could be used as, a mockup. It could be placed, for example, in the recreational greenery area, in the market square, in the museum or in the city hall room. The future research will be conduct in other cities with medieval fortifications. The landscape view analysis, dendrological inventory, preserved elements inventory and graphical models of solutions doesn't need to change them. In future study, the authors want to improve the 3D model in future applying different methods and techniques. It might be possible to join different techniques i.e. used by the authors of study, based on the sketches, old maps and drawings and field measurements using SketchUP or 3Dsmax Design with other i.e. photogrammetric and topographic survey. An example is a model of a fortified Mediterranean town. To create the virtual model, the positions of the photogrammetric control points are needed. The bitmaps can be additionally geo-referenced with respect to the control points of topographical survey [4]. The future research will be conduct in other cities with medieval fortifications.

5. CONCLUSIONS

Medieval fortified architecture is an important element of the urban landscape with a fortified origin. Owing to the fact that these structures are hundreds of years old, they are preserved in smaller or larger fragments. As the example shows, Dzierżonów was chosen in this study, wherein medieval fortifications are preserved in about half of their original number. Due to the small amount of historical materials and publications, we have had to undertake the necessary inventories and analysis, which has allowed the creation of a concept of a plan of restoration of the city's medieval fortifications. The analyses showed that Dzierżonów's fortifications are quite well preserved. The number of preserved fortified towers is over 50 % of the original number. The height of wall is also well preserved: it averages 75 % of its original size.

In the case of arranged greenery we could see a high diversity of species. Although the greenery areas are now neglected, it is important that their natural wealth makes a potential place for recreation in the future. The next aspect is the appearance of trees with huge dimensions, natural monuments and trees older than 150 years. All these factors emphasize the historical character of this area.

The 3D model is based on the preserved iconographic materials and maps. It shows how the whole complex of the fortifications looked, in comparison to how it has been preserved in present times (Fig. 8, 9, 10). The 3D model is the most important point of research concerning the cultural heritage objects restoration. This model was used to perform a sample reconstruction, based on the preserved elements.

The authors want to show the opportunities associated with improving the level of exposure of the medieval fortifications in the city landscape using the 3D modelling.

KONCEPCJA EKSPOZYCJI ZACHOWANIA ELEMENTÓW ŚREDNIOWIECZNEJ ARCHITEKTURY OBRONNEJ W OPARCIU O MODELOWANIE 3D

1. WPROWADZENIE

Przedstawione w artykule badania obejmują miejscowości Dolnego Śląska, z których do dalszej realizacji wybrano Dzierżoniów. Średniowieczne fortyfikacje stanowią obecnie zapomniany a także zaniedbany element dziedzictwa kulturowego. Zbudowane setki lat temu, by odstraszać wrogów miały za zadanie obronę miasta. Świadczą one o długiej i bogatej historii otaczanego przez nie miasta [10].

Obiekty te, figurują w rejestrze zabytków nieruchomości prowadzonym przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków, bądź też w gminnej ewidencji zabytków. Niestety tym obiektom nie poświęca się należytej uwagi. Elementy architektury fortecznej w różnym stanie zachowania nadal cieszą ludzi swoim pięknem do dnia dzisiejszego. Tereny zieleni wokół nich urządzone w końcu XIX wieku, powstałe w wyniku likwidacji fos oraz obwałowań [8]. Miejsca te, służyły mieszkańcom miasta, jako tereny rekreacji i wypoczynku. Obecnie niektóre (lub w niektórych miastach) planty wokół murów obronnych są zaniedbanymi obszarami. Autorzy opracowania pokazują jedną z możliwości ekspozycji tego typu obiektów.

Celem badań jest wykonanie koncepcji ekspozycji zachowanych elementów średniowiecznych fortyfikacji w oparciu o stworzenie modelu 3D. Okres średniowiecza jest niezwykle ważnym, dla rozwoju fortyfikacji. Nie tylko zamki czy miasta, były otaczane murami obronnymi (fortyfikacjami), ale także kościoły, wsie, czy też nawet pojedyncze domy [2].

Na historycznym Dolnym Śląsku, istniało 60 miast o fortecznym rodowodzie, lecz we współczesnych granicach administracyjnych województwa dolnośląskiego istnieje ponad 30 miast o zachowanym obwodzie obronnym [9].

Dolny Śląsk jest jednym z najbardziej zasobnych obszarów, pod względem ilości elementów średniowiecznej architektury obronnej w Polsce. Miało na to wpływ tło historyczne, czyli np. lokalizacja w pobliżu szlaków handlowych, bogactwo w materiały użyte do budowy, lokalizacja w pobliżu rzek oraz sprzyjająca konfiguracja terenu [12].

Miejskie mury obronne w wielu miastach są zachowane w dość szcążkowym stanie, z uwagi na okres czasu, jaki powstał od ich powstania. Jednakże w niektórych z nich, np. w Dzierżoniowie można podziwiać okazałe fragmenty w dość dobrym stanie (ryc. 1). Dlatego jest to tak bardzo istotne by objąć je należyłą ochroną i pamiętać o tym przy planowaniu prac rekonstrukcyjnych, bądź też planowaniu koncepcji zagospodarowania tere-

nu. Badania w tym zakresie są bardzo istotne. Właściwa rekonstrukcja i ekspozycja fortyfikacji uczyni ten obszar bardziej atrakcyjnym turystycznie.

Do tej pory, nie przeprowadzono kompleksowych badań dotyczących tereny miejskich fortyfikacji oraz plantów, bazując na graficznych modelach rekonstrukcji. Wykonane prace na Dolnym Śląsku dotyczyły jedynie samej architektury- do ważniejszych opracowań zaliczyć można opracowanie z lat 60. XX wieku pt. *Mury obronne Miast Dolnego Śląska* autorstwa M.Przyłęckiego [11], czy też wcześniejsze opracowania Kurta Bimlera z lat 40. XX wieku pt. *Die Schlesischen Massiven Wehrbauten* [1].

Autorzy opracowania prezentują jedną z możliwości ekspozycji tego typu obiektów przy użyciu modelowania 3D.

2. MATERIAŁY I METODY

Materiałami użytymi w opracowaniu były głównie XVIII wieczne mapy oraz ryciny ówczesnych autorów np. F.B.Wernhera or C.F von Wrede, a także współczesnych materiałów kartograficznych takich jak topograficzne bazy danych (TBD) oraz ortofotomapy dostępne w serwisie GEOPORTAL. Autorzy użyli również aktualnej mapy zasadniczej uzyskanej z powiatowego ośrodka dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej.

Autorzy opracowania posłużyli się także aktualną dokumentacją pomiarową zawierającą informację dotyczące wysokości oraz długości opracowanego obiektu.

Jako pierwsze, zostały użyte mapy z XVII/XVIII wieku. Ich dokładność pozwoliła na obliczenie początkowej długości obu linii obwodu obronnego. Na podstawie historycznej mapy z 1633 roku została obliczona ilość baszt, bram miejskich oraz całkowitej długości muru. Następnie na podstawie ortofotomapy z 2014 roku oraz topograficznej bazy danych została policzona długość całkowita miejskiego muru obronnego. Na podstawie zebranych materiałów kartograficznych, została obliczona ilość obwodu obronnego oraz innych elementów takich jak baszty. Ortofotomapa przedstawia obraz w dużej rozdzielczości (GSD =10cm), więc jej wysoka jakość pozwala na przeprowadzenie dokładnej inwentaryzacji. Z Topograficznej Bazy Danych zostały pozyskane informacje o formach pokrycia terenu jak np. wały ziemne, ukształtowanie terenu, czy też struktura terenów zieleni urządzonej. Początkowa wysokość murów miejskich została pozyskana także z dokumentacji pomiarowej pochodzącej ze zbiorów Narodowego Instytutu Dziedzictwa. Została ona zaktualizowana podczas studiów terenowych przy użyciu taśmy mierniczej oraz dalmierza laserowego.

Dodatkowym celem, było pozyskanie większej wiedzy na temat różnorodności gatunkowej roślin na terenie zieleni wokół miejskich fortyfikacji. W tym celu została, więc wykonana inwentaryzacja dendrologiczna. Jest to ważny element, niezbędny w dalszych działaniach projektowych. Uzyskana wiedza o wieku drzew oraz gatunkach pozwoliła na wytypowanie drzew do wycinki lub ochrony. Oznaczenia graficzne zinwentaryzowanych drzew oraz krzewów zostały umieszczone na mapie zasadniczej. Obliczeń dokonano w oparciu o pomiar obwodu pnia na wysokości 1,30 m. Wiek drzew został obliczony w oparciu o tabelę wiekową drzew autorstwa prof. L. Majdeckiego [6].

Krajobrazowa analiza widokowa przy użyciu graficznych modeli rozwiązań

Następnym elementem badań była wstępna, ogólna analiza widokowa. Na badanym obszarze wyznaczono punkty obserwacyjne, na które składały się przeszkody, które napotyka obserwator, który patrzy w stronę fortyfikacji z dowolnego miejsca. Następnie, zaznaczono miejsca dogodne widokowo, oraz miejsca z których widok jest niekorzystny. Na tej podstawie wybrano 14 miejsc, zlokalizowanych w pobliżu fortyfikacji, uwzględniając tereny zieleni wokół murów oraz wyloty ulic. Te miejsca zostały wybrane, jako przykłady do dalszych analiz krajobrazowych używając graficznych modeli prezentujących stan istniejący oraz obecny. Z tych miejsc zostały zrobione fotografie oraz wykonano

także panoramy opracowane. Celem wykonania koncepcji projektowej ekspozycji średniowiecznych fortyfikacji autorzy opracowali własną metodę oceny wartości krajobrazowych, przy użyciu analizy widokowej [6].

Pozytywnymi elementami uwzględnianymi w analizie były:

- Występowanie zieleni wysokiej, włączając starodrzew oraz urządzone tereny zieleni niskiej
- Budynki i budowle o wartościach architektonicznych lub zabytkowych
- Występowanie dominant
- Mury miejskie wraz z basztami- element podlegający osobnej ocenie

Do negatywnych elementów, można zaliczyć:

- Bariery widokowe
- Elementy dysharmonijne, takie jak budynki w złym stanie, samosiewy, nieuporządkowaną zieleń oraz zły stan nawierzchni.

Występowanie w większej lub mniejszej proporcji wyżej wymienionych elementów wpływało na ocenę poszczególnych ujęć widokowych. Oceny zostały przyporządkowane według skali 1-5, gdzie:

(1-2) widok bardzo nieatrakcyjny, wymagający dużej poprawy

(3-4) widok dość atrakcyjny, wymaga niewielkiej poprawy

(5) widok bardzo atrakcyjny- nie wymaga poprawy

Każdy kadr podzielono na 5 części, maksymalnie możliwe było 25 punktów do uzyskania. W przypadku widoków, które uzyskały w ocenie sumarycznej do 15 punktów zmiany będą duże, a działania mające na celu poprawę widoku będą wtedy zakrojone na większą skalę. W przypadku ujęć, które uzyskały łącznie powyżej 20 punktów, będą to zmiany znacznie mniejsze, poprawiające jedynie pojedyncze mankamenty oraz będące działaniami poprawiającymi bardziej ekspozycję, niż duże działania naprawcze.

Analiza ta pozwoliła na dokładniejsze zwrócenie uwagi na miejsca w szczególności zaniedbane. Jest także ona niezbędnym elementem przy działaniach projektowych obejmująca poprawę ekspozycji krajobrazowej obwodu obronnego. Modele graficzne pozwalają w sposób wizualny określić planowany efekt, jaki chce się osiągnąć co jest także istotne przy sporządzaniu koncepcji projektowej rewaloryzacji miejskich murów i plantów.

Model 3D rekonstrukcji miejskich fortyfikacji

Celem wdrożenia modelu 3D była rekonstrukcja miejskiego obwodu obronnego. Z uwagi na fakt, że najwcześniejsze dostępne źródła pochodzą z przełomu siedemnastego/osiemnastego wieku, model ten powinien się opierać na najstarszych dostępnych ikonografiach takich jak osiemnastowieczne plany miast z wrysowanymi fortyfikacjami autorstwa Friedricha B. Wernhera (rysownika oraz geometry dworskiego).

Model został wykonany także w oparciu o własne obliczenia elementów obwodu obronnego. Jego wizualizacja powstała przy użyciu programów: Trimble SketchUP 8 oraz 3dsMaxDesign. Powinno się natomiast pamiętać, że jest to model poglądowy powstały w oparciu o analizy dostępnych materiałów historycznych, których czytelność oraz dokładność nie zawsze odzwierciedla w pełni wszystkie detale baszt oraz muru kurtynowego, dlatego że ikonografia ta sięga wieku siedemnastego oraz okresów późniejszych. Głównymi mankamentami tych materiałów jest niska jakość skanów, małoskalowość map oraz rysunków, problemy z zachowaniem należytych proporcji, brak wymiarów elementów oraz fakt, że nie zostały one wykonane w oparciu o pomiary geodezyjne.

Pierwszą nałożoną warstwą była ortofotomapa zaimportowana do programu SketchUP. Na początek, obrysowano całościowy kształt miejskich murów obronnych i zachowanych elementów w wersji 2D.

Drugą nałożoną warstwą zaimportowaną był historyczny plan miasta. Wrysowano z niego nieistniejące elementy (baszty, mur kurtynowy bramy miejskie, bastiony oraz obwałowania). W przypadku zieleni- nie została ona załączona gdyż historyczny układ zieleni (osiemnastowieczny) jest nieznan.

Niska dokładność elementów na mapie (mała skala) nie pozwoliła na automatyczne przekształcone do formatu 3D.

Kształty baszt oraz szczegółowych elementów muru zostały narysowane ręcznie w wersji 2D na podstawie analiz historycznych rysunków. Zostały one więc wyekstrudowane do wersji 3D. Ukończony model został zaimportowany do programu 3dsMaxDesign. W tej części zostały nałożone na model tekstury oraz utworzono światła oraz cienie. Poniższa rycina pokazuje drugą część procesu rysowania (model w formie szkicowej), zanim został on wyrenderowany (ryc. 2).

Efekt końcowy został osiągnięty poprzez narzędzie renderowania 3D w programie 3dsMax. Model ten odgrywa w koncepcji projektowej ważną rolę, gdyż pokazuje, które elementy muru istniały w przeszłości i w którym miejscu zostały one zlokalizowane [6]

Propozycje rekonstrukcji wybranych fragmentów murów zostały zrobione w oparciu o przestrzenny model miejskich obwarowań. Dla lepszego zrozumienia poczynionych działań, przetworzono obraz z modelu 3D oraz zaproponowano graficzną propozycję rekonstrukcji.

3. WYNIKI

Studium przypadku – Dzierżoniów

Obszar opracowania mieści się w miejscowości Dzierżoniów. Jest to miasto zlokalizowane u podnóża Gór Sowich w Sudetach Środkowych, w południowo-zachodniej Polsce. Zostało ono założone w 1291 roku na prawie niemieckim [6].

Wybór miejsca na nowe miasto, podyktowany został takimi czynnikami jak: lokalizacja w pobliżu rzeki, ukształtowanie terenu- gdzie różnica wynosi nawet 8 metrów. Wszystko to odgrywało dużą rolę w obronie miasta [13].

Sama twierdza Dzierżoniów została założona przez księcia Bolka I Surowego z dynastii Piastów w 1333. Pod koniec XIII wieku Dzierżoniów stał się centrum ekonomiczno-gospodarczym regionu [6]. Materiałem użytym do budowy murów był kamień z Gór Sowich. Na początku, do miasta prowadziły cztery bramy oraz pojedynczy obwód obronny z 40 basztami. W XV wieku dobudowano drugą linię obwodu obronnego.

Ogólny stan zachowania elementów średniowiecznego obwodu obronnego.

Badania terenowe były źródłem danych dla zestawienia zilustrowanego ryciną nr 3, która pokazuje, że w Dzierżoniowie nie przetrwały bramy czy też wieże bramne. Najgorsza sytuacja przedstawia się w przypadku wewnętrznej linii obwodu obronnego, gdzie procent zachowania wynosi 40%. Zachowała się natomiast połowa baszt, które zostały również sklasyfikowanym względem ich kształtu. W przypadku zewnętrznego obwodu, zachowało się ponad 60% ich pierwotnej wysokości. Ten aspekt jest średnią, uzyskaną z wyników pomiarów wysokości murów w różnych jego częściach. Sytuacja zdaje się być najlepsza w przypadku wysokości wewnętrzного obwodu obronnego.

Inwentaryzacja dendrologiczna

Na badanym obszarze zinwentaryzowano 169 drzew i krzewów w tym 19 gatunków wśród nich dwa pomniki przyrody- cisy pospolite (*Taxus baccata*).

Inwentaryzacja wykazała, że trzy osobniki posiadają wymiary pomnikowe, kwalifikujące je, jako pomniki przyrody, natomiast 11 drzew jest bardzo starych (powyżej 150 lat) (ryc. 4).

Ogólny stan zdrowotny drzew został oceniony, jako średni. Wiele z nich to samosiewy, rosnące w bliskim sąsiedztwie murów obronnych, gdzie korzenie mogą wpływać negatywnie na stan budowli. Występowanie tego typu okazów wpływa także na pogorszenie ekspozycji średniowiecznych fortyfikacji. Rycina numer 5 ilustruje drzewostan oraz mury obronne znajdujące się w jego bliskim sąsiedztwie (ryc. 5).

Najbardziej popularnymi gatunkami na terenie opracowania są klony zwyczajne (*Acer platanoides*) oraz lipy drobnolistne (*Tilia cordata*). Wykres nr 3 ukazuje udział procentowy poszczególnych gatunków w całości opracowywanego terenu (ryc. 6).

Krajobrazowa analiza widokowa oraz model 3D

W przypadku Dzierżoniowa analiza widokowa, pokazała, że w wielu miejscach nie są potrzebne duże zmiany, a większych ujęć otrzymała powyżej 20 punktów. Zmiany skupiać się będą jedynie w kontekście podniesienia widoczności obiektu, zasłonięcia starych budynków, wycinki niektórych drzew oraz rekonstrukcji baszt i murów miejskich.

Poniższa rycina ilustruje przykładowe ujęcia widokowe, wybrane z całości opracowania (ryc. 7). W całym opracowaniu 15 widoków oceniono w ten sam sposób.

Jednym z ważniejszych elementów badań było opracowanie modelu rekonstrukcji murów miejskich. Rycina numer 8 ilustruje model 3D miejskich murów obronnych widziany w perspektywie z lotu ptaka, w oparciu o siedemnastowieczny plan miasta. (ryc. 8).

Kolejne, wybrane dwie ryciny, ilustrują mury miejskie z różnych stron:

- od strony dawnej bramy Ząbkowickiej, Wrocławskiej (ryc. 9)

- od strony dawnego bastionu, którego relikty zachowane są po dzień dzisiejszy (ryc. 10)

Na podstawie modelu 3D zostały wykonane propozycje rekonstrukcji. Rekonstrukcję, zaproponowano tam, gdzie jest to możliwe i tam, gdzie zachodzi największa potrzeba.

W niektórych przypadkach obejmuje ona: powrót do pierwotnego kamiennego materiału np. w otynkowanej współcześnie baszcie, nadbudowę muru, wykonanie krenelażu tam, gdzie mury są najlepiej zachowane, lub też nadbudowę baszt z uzupełnieniem pokrycia dachowego. Również w miejscu, gdzie ściana muru się urywa, proponuje się uzupełnienie muru. Działania te mają na celu lepszy odbiór obwodu obronnego w przestrzeni poprzez poprawę jego ekspozycji (ryc. 11).

Koncepcja zagospodarowania terenu

Finalną częścią pracy, było opracowanie koncepcji ekspozycji zachowanych elementów obwodu obronnego. Oparta była ona na uprzednio wykonanych inwentaryzacjach i analizach, modelu graficznym rekonstrukcji wraz z jej propozycjami (Ryc. 12).

Inwentaryzacja dendrologiczna stanowiła bardzo ważny element tego projektu. Skupia się ona głównie wokół terenów plantów w Dzierżoniowie oraz na ekspozycji elementów średniowiecznych fortyfikacji. Celem koncepcji jest poprawa jakości krajobrazu w oparciu o zachowane elementy fortyfikacji, poprzez właściwą ekspozycję oraz zastosowanie nowych elementów. Podczas przygotowania tej koncepcji przeanalizowano plan miasta z 1920 roku obejmujący układ alejek oraz zieleni na miejskich plantach. Literami A-G zaznaczono miejsca, w których można by było dokonać rekonstrukcji proponowanej na rycinach. Szczegółowa koncepcja obejmuje też dobór elementów małej architektury, nawierzchni oraz oświetlenia wraz z projektem gospodarki drzewostanem: uzupełnienia nowymi nasadzeniami bądź wycinki niektórych drzew ze względów sanitarno- kompozycyjnych. Koncepcja projektowana została opracowana z uwzględnieniem współczesnej

siatki miasta, wrysowana na mapę zasadniczą. Poniżej przedstawiona jest plansza wynikowa koncepcji.

4. DYSKUSJA

Koncepcja ekspozycji murów obronnych została poprzedzona niezbędnymi inwentaryzacjami oraz analizami stanu obecnego zachowanych elementów. Opisane w artykule autorskie waloryzacje oraz graficzne modele rozwiązań, skupiają się głównie wokół obszarów, w których zachodzi potrzeba poprawy ekspozycji miejskich murów oraz terenów plantów. Ważnym punktem badań jest koncepcja wyeksponowania średniowiecznych fortyfikacji przy użyciu modelu 3D. Został on wykonany przy użyciu programu Trimble SketchUP 8, a jego kształt został zrekonstruowany na podstawie historycznych materiałów kartograficznych i ikonograficznych. Wykonanie modelu zostało poprzedzone wcześniejszymi obliczeniami elementów obwodu obronnego takich jak np. wysokość oraz długość miejskiego muru, liczba baszt. Obliczeń dokonano na podstawie porównań historycznych map oraz współczesnej ortofotomapy oraz Bazy Danych Obiektów Topograficznych. W opracowaniu uwzględniono zarówno istniejące oraz nieistniejące elementy.

Naukowcy używają różnych technik oraz metod otrzymywania modeli 3D dla celów rewaloryzacji miejsc i obiektów historycznych. Wszystkie te techniki umożliwiają jednak rekonstrukcję całego obiektu, nie pokazując możliwości wdrożenia tego modelu do działań rewaloryzacyjnych. Np. można rekonstruować krajobrazy, miejsca historyczne oraz załogi przy użyciu pomiarów GPS i modelowania 3D [3].

W przypadku rekonstrukcji zniszczonego detalu architektonicznego można użyć technik modelowaniem opartym na zdjęciach. W tym celu używa się oprogramowania ARC3D do generowania z obrazu, chmury punktów stanowiących podstawę do modelowania geometrii 3D oraz programu MeshLab, po to by wygenerować siatkę 3D zawierającą tekstury materiałów [5].

Te metody, choć bardziej precyzyjne i zaawansowane technologicznie, nie pozwalają jednak na wygenerowanie geometrii nieistniejących baszt oraz bram, które zostały zniszczone setki lat temu a ich wygląd możemy pozyskać jedynie z osiemnastowiecznych grafik. Pozostaje tutaj manualne wrysowanie geometrii każdego obiektu, bo tak naprawdę w ten jedyny sposób możemy otrzymać przybliżoną sylwetkę obwodu obronnego.

Wirtualny model 3D może być użyty jako makieta, umieszczona na terenie zieleni urządzonej (plantach), w muzeum czy też w salach ratusza. Dalsze badania, będą prowadzone w innych miastach posiadających średniowieczne fortyfikacje. Analizy widokowe, inwentaryzacje dendrologiczne, inwentaryzacja zachowanych elementów oraz modele graficzne rozwiązań nie potrzebują zmian. W przyszłości autorzy chcą udoskonalić model 3D stosując różne metody i techniki. Wydaje się być możliwym połączenie techniki użytej przez autorów opracowania bazującej na szkicach, starych mapach, rycinach oraz pomiarach w terenie łącząc użycie SketchUP czy 3DmaxDesign z innymi technikami np. fotogrametrycznymi. Przykładem jest model ufortyfikowanego miasta śródziemnomorskiego. Do zrobienia tego modelu, autorzy potrzebowali wyznaczyć fotogrametryczne punkty kontrolne. Dodane mapy bitowe były także poddane georeferencji z odniesieniem do punktów kontrolnych, pozyskanych w wyniki pomiarów topograficznych [4]. Dalsze badania będą prowadzone w innych miastach ze średniowiecznymi fortyfikacjami.

5. WNIOSKI

Średniowieczna architektura obronna jest ważnym elementem krajobrazu miejskiego, w miastach o rodowodzie warownym. Biorąc pod uwagę fakt, że te budowle stworzone zostały setki lat temu, mogą one być zachowane w mniejszych czy też większych fragmentach. Przykładem może być Dzierżoniów, miasto wybrane do opracowania, w którym

średniowieczne fortyfikacje są zachowane mniej więcej w połowie w stosunku do początkowej wartości. Z powodu małej liczby materiałów historycznych i publikacji w tym zakresie, autorzy musieli wykonać niezbędne inwentaryzacje i analizy, które pozwoliły na opracowanie koncepcji projektowej ekspozycji średniowiecznych fortyfikacji.

Analizy pokazały, że fortyfikacje Dzierżoniowa są w dość dobrym stopniu zachowane. Liczba zachowanych baszt wynosi około 50% ich początkowej wartości. Wysokość murów także jest dość dobrze zachowana- średni wynik to osiągnięcie 75% ich początkowej wysokości.

W przypadku zieleni urządzonej, możemy dostrzec wysoką różnorodność gatunkową. Chociaż tereny zieleni urządzonej są obecnie zaniedbane, ważną rzeczą jest to, że ich wartość przyrodnicza czyni to miejsce w przyszłości potencjalnym miejscem rekreacji. Następnym aspektem jest występowanie drzew o dużych wymiarach, pomników przyrody oraz drzew mających więcej niż 150 lat. Wszystkie te czynniki podkreślają historyczny charakter tego obszaru.

Model 3D bazuje na dostępnych elementach ikonograficznych oraz mapach. Pokazuje on, jak wyglądał niegdyś zespół fortyfikacji, w porównaniu do tego co zachowało się do czasów współczesnych (ryc. 8, 9, 10). Model 3D jest więc najważniejszym elementem działań skupiających się wokół rewaloryzacji obiektów dziedzictwa kulturowego. Został on użyty w celu wykonania przykładowych rekonstrukcji, w oparciu o zachowane elementy.

Autorzy chcieli więc pokazać możliwości poprawienia poziomu ekspozycji średniowiecznych fortyfikacji przy użyciu między innymi modelowania 3D.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Bimler K., *Die Schlesischen Massiven Wehrbauten, Band 1-5*, Kommission Heydebrand-Verlag; Breslau, 1940-1945
- [2] Bogdanowski, J., *Architektura obronna w Krajobrazie Polski. Od Biskupina do Westerplatte* [Military Architecture in the Landscape of Poland. From Biskupin to Westerplatte] Poland: Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa, 48-51., 1999
- [3] Chapman, H., *The recognition, interpretation and management of archaeological sites and landscapes using GPS survey and three-dimensional computer modelling*. Archaeological Sciences Proceedings of the Archaeological Sciences Conference, University of Bristol, 1-3, 1999
- [4] Cinzia, B. & Luciano, C., *Survey techniques and virtual reality for the recovery plan of a fortified Mediterranean town*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 34, 1-3. 2003
- [5] Gîrbacia, F., Butnariu, S., Orman, A. P. & Postelnicu, C. C. *Virtual restoration of deteriorated religious heritage objects using augmented reality technologies*. European Journal of Science and Theology, 3, 16-21. 2012
- [6] Iwanczewicz, I., *Koncepcja rewaloryzacji zachowanych elementów średniowiecznej architektury obronnej w krajobrazie Dzierżoniowa*. Praca Magisterska pod kierunkiem dr. inż. arch. Jerzego Potyrały, Wrocław, 2015
- [7] Jechna, C., *Urban park in the former allotments area in Włochy district of Warsaw*, Sztuka Krajobrazu, 8, 14-17. 2014
- [8] Kwaśniewski, A., *Dzierżoniowska promenada*, Nieznane zakątki Ziemi Dzierżoniowskiej 19-20, Wrocław, 2003
- [9] Potyrała, J. & Iwanczewicz, I., *Analysis of the state of preservation of the medieval fortification elements, in the context of landscape attractiveness based on an example of selected cities of Lower Silesia*. Landscape Architecture , 3, 20-25. 2015

- [10] Przyłeczki, M., *Ewolucja i modernizacja fortyfikacji na Śląsku od 17 do 18 wieku*. Ochrona Zabytków, 4, 295–298, 1993
- [11] Przyłeczki M., *Mury obronne miast Dolnego Śląska*; Wyd. Zarząd Okręgu PTTK- Komisja Ochrony nad Zabytkami, Wrocław, 1966
- [12] Przyłeczki. M., *Budowle i zespoły obronne na Śląsku: Geneza, modernizacja i ewolucja do XVII wieku*, Poland: TOZ Warszawa, 1998
- [13] Szymańska, D., *Geografia osadnictwa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2009

AUTHOR'S NOTE

Izabela Iwancewicz, Msc. eng. landscape architect- PhD student in Institute of Landscape Architecture in Wrocław University of Environmental and Life Sciences. In 2015 she graduated landscape architecture in the speciality: shaping and protecting of the landscape. Her research interests are focused mainly on the military architecture i.e. shelters and forts of Wrocław Fortress and air raid shelters from the World War II period. At this moment her research are concerned with medieval fortifications in the landscape of Lower Silesia, with the most significant objects- city defensive walls.

Jerzy Potyrała, PhD eng. architect - research and didactic worker in Institute of Landscape Architecture in Wrocław University of Environmental and Life Sciences. For a dozen years his research interests are focused on the architecture and landscape of monumental fortifications. He conducted his own research on the military architecture in Srebrna Góra, Nysa, Wrocław, Świdnica, Głogów, Kostrzyn upon Odra River. An author of a dozen research papers and master theses concerned with this subject. For a years he was a member of the Society of Friends of Fortifications, taking part in many scientific conferences Active member of Polish National Comitee ICOMOS.

O AUTORACH

mgr inż. arch. kraj. Izabela Iwancewicz jest doktorantką w Instytucie Architektury Krajobrazu na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. W 2015 roku ukończyła studia na kierunku architektura krajobrazu, w specjalności kształtowanie i ochrona krajobrazu. Jej zainteresowania naukowe skupiają się głównie wokół architektury obronnej. Jej działalność naukowa dotyczyła takich obiektów jak schrony oraz forty piechoty Twierdzy Wrocław oraz naziemne schrony obrony przeciwlotniczej okresu II Wojny Światowej we Wrocławiu. Obecnie jej badania dotyczą fortyfikacji średniowiecznej w krajobrazie Dolnego Śląska, z wyszczególnieniem miejskich murów obronnych.

dr inż. arch. Jerzy Potyrała jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym w Instytucie Architektury Krajobrazu na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. Od kilkunastu lat swoje zainteresowania naukowe skupił na architekturze i krajobrazie zabytkowych fortyfikacji. Prowadził badania na obiektach architektury obronnej w Srebrnej Górze, Nysie, Wrocławiu, Świdnicy, Głogowie, Kostrzynie nad Odrą, na Helu. Jest autorem kilkadziesiątu artykułów naukowych i opiekunem kilkunastu prac magisterskich związanych z tą tematyką. Przez wiele lat związany był z Towarzystwem Przyjaciół Fortyfikacji, brał czynny udział w wielu konferencjach naukowych poświęconych ochronie i rewaloryzacji architektury obronnej. Jest członkiem Polskiego Komitetu Narodowego ICOMOS.

Contact | Kontakt: izabela.iwancewicz@upwr.edu.pl; jerzy.potyrala@upwr.edu.pl