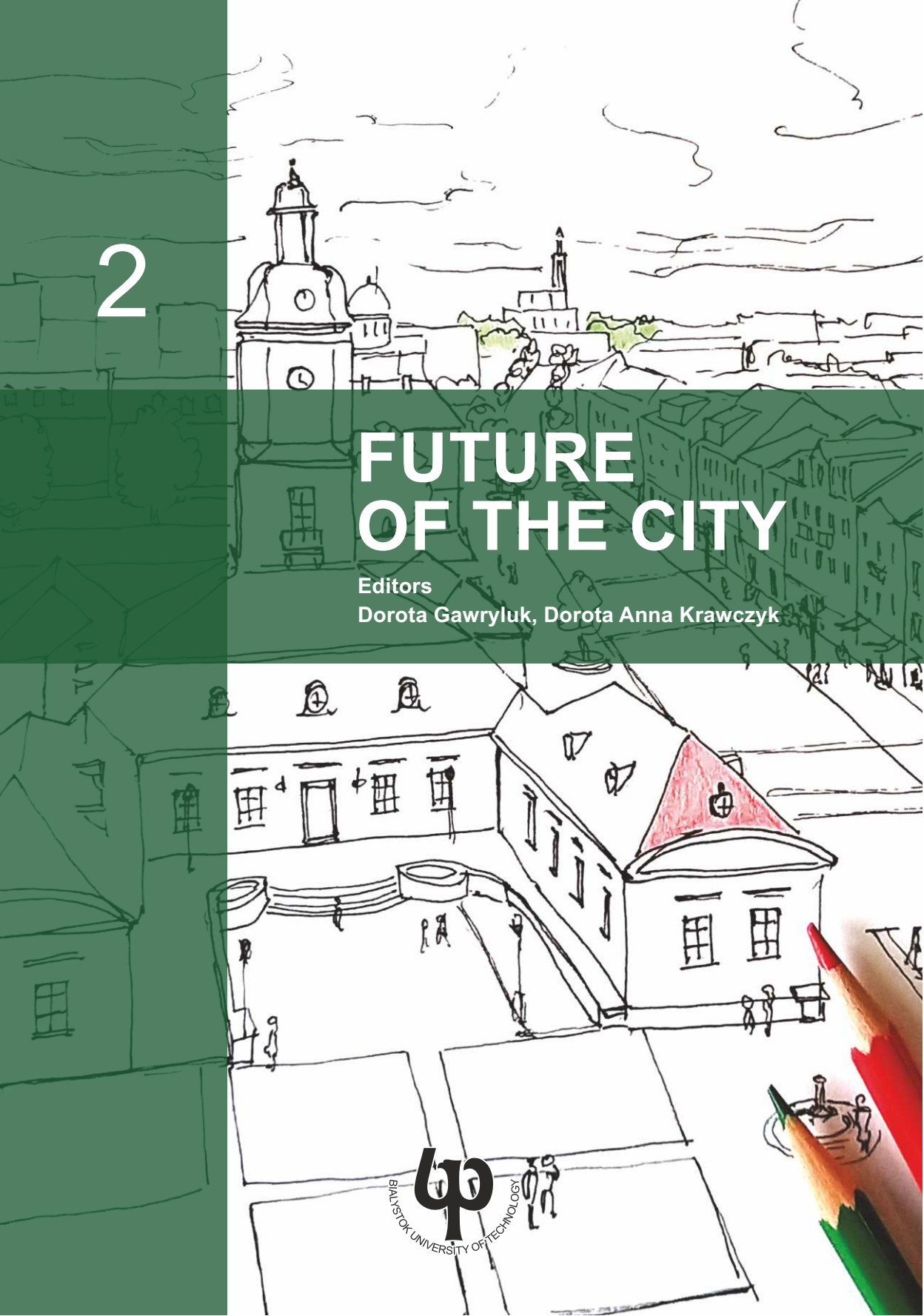


2

FUTURE OF THE CITY

Editors

Dorota Gawryluk, Dorota Anna Krawczyk



A series of books representing the intellectual results of the Glocal project, Erasmus +:

volume 1: SMALL GLOSSARY OF TECHNICAL TERMS

FOR ENGLISH-POLISH-SPANISH-LITHUANIAN LANGUAGES, 2020

volume 2: FUTURE OF THE CITY, 2021

volume 3: coming soon

All books are available in electronic form free of charge
on the website of the project glocal.pb.edu.pl

EN	This project has been funded with support from European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the European Commission and Erasmus+ Programme National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.
PL	Ten projekt został sfinansowany przy wsparciu Komisji Europejskiej. Niniejsza publikacja [komunikat] odzwierciedla wyłącznie poglądy autora, a Komisja Europejska oraz Narodowa Agencja Programu Erasmus+ nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.
LT	Šis projektas finansuotas remiant Europos Komisijai. Šis leidinys [pranešimas] atspindi tik autoriaus požiūrį, todėl Europos Komisija ir Erasmus+ programos nacionalinė agentūra negali būti laikoma atsakinga už bet kokią jame esančios informacijos naudojimą.
ES	Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación [comunicación] es responsabilidad exclusiva de su autor, y la Comisión Europea y la Agencia nacional del Programa Erasmus+ no es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo.





FUTURE OF THE CITY

Editors

Dorota Gawryluk, Dorota Anna Krawczyk



Publishing House of Białystok University of Technology
BIAŁYSTOK 2022

Reviewers:
dr hab. inż. arch. Adam Nadolny, prof. PP
dr hab. inż. Marek Kalenik

Science editor in the discipline of architecture and urban planning:
dr hab. inż. arch. Grażyna Dąbrowska-Milewska, prof. PB

Science editor in the discipline of environmental engineering, mining and energy:
dr hab. inż. Izabela Anna Tałałaj, prof. PB

Copy editor:
Trevor Coldron
Wojciech Rogalski

DTP:
Publishing House of Białystok University of Technology

Cover of a book:
Dorota Gawryluk, Marcin Dominów

Photo on the cover:
Dorota Gawryluk

© Copyright by Białystok University of Technology, Białystok 2022

Wydanie II uzupełnione

ISBN 978-83-67185-27-1 (eBook)

DOI: 10.24427/978-83-67185-27-1

(ISBN 978-83-66391-61-1 / ISBN 978-83-66391-62-8 (eBook)/ DOI: 10.24427/978-83-66391-62-8 wydanie I)

Free copy



The publication is available on license Creative Commons Recognition of authorship
– Non-commercial use – Without dependent works 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0)

Full license content available

on the site creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pl.

The publication is available on the Internet
on the site of the Publishing House of Białystok University of Technology.

Publishing House of Białystok University of Technology
Wiejska 45C, 15-351 Białystok
e-mail: oficyna.wydawnicza@pb.edu.pl
www.pb.edu.pl

CONTENTS

PREFACE	7	
Wstęp do „Przyszłość miasta”	11	
1. CULTURAL VALUES OF CITYSCAPE	15	
<i>Maria Aurora Flórez de la Colina, Dorota Gawryluk, Jurga Kučinskienė, Pilar Cristina Izquierdo Gracia, Giedre Ivavičiūtė</i>		
VALORES CULTURALES DEL PAISAJE URBANO	31	
<i>M.A. Flórez de la Colina (UPM), D. Gawryluk (BUT), J. Kučinskienė (KVK), P.C. Izquierdo Gracia (UPM), G. Ivavičiūtė (KVK)</i>		
WALORY KULTUROWE KRAJOBRAZU MIEJSKIEGO		47
<i>M.A. Flórez de la Colina (UPM), D. Gawryluk (BUT), J. Kučinskienė (KVK), P.C. Izquierdo Gracia (UPM), G. Ivavičiūtė (KVK)</i>		
MIESTOVAIZDŽIO KULTŪROS VERTYBĖS.....	63	
<i>MA Flórez de la Colina (UPM), D. Gawryluk (BET), J. Kučinskienė (KVK), PC Izquierdo Gracia (UPM), G. Ivavičiūtė (KVK)</i>		
2. 3D MODELING AND DIGITALIZATION IN HERITAGE	79	
<i>Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė, Mercedes Valiente, Wojciech Matys</i>		
PAVELDO SKAITMENINIMAS IR 3D MODELIAVIMAS	93	
<i>Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė, Mercedes Valiente, Wojciech Matys</i>		
MODELADO Y DIGITALIZACIÓN 3D EN EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO	107	
<i>Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė, Mercedes Valiente, Wojciech Matys</i>		
MODELOWANIE 3D I DIGITALIZACJA OBIEKTÓW DZIEDZICTWA KULTUROWEGO.....	121	
<i>Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė, Mercedes Valiente, Wojciech Matys</i>		
3. ACCESSIBILITY OF PUBLIC SPACE.....	135	
<i>Kamil Rawski, Maciej Kłopotowski</i>		
DOSTĘPNOŚĆ PRZESTRZENI PUBLICZNEJ	147	
<i>Kamil Rawski, Maciej Kłopotowski</i>		

4. ADAPTATION OF SMALL ARCHITECTURAL OBJECTS AND GREEN INFRASTRUCTURES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN URBAN PUBLIC SPACES	159
<i>Alejandra Vidales Barriguete, María Aurora Flórez de la Colina</i>	
ADAPTACIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE DE PEQUEÑOS OBJETOS ARQUITECTÓNICOS Y DE INFRAESTRUCTURAS VERDES DEL ESPACIO PÚBLICO URBANO.....	171
<i>Alejandra Vidales Barriguete, María Aurora Flórez de la Colina</i>	
5. THE CIRCULAR ECONOMY APPLIED TO ARCHITECTURAL ELEMENTS IN PUBLIC AREAS.....	185
<i>Alejandra Vidales Barriguete</i>	
LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA EN ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE ÁREAS PÚBLICAS	195
<i>Alejandra Vidales Barriguete</i>	
6. PHOTOVOLTAICS AND CONTEMPORARY ARCHITECTURE IN CITYSCAPE	207
<i>Dorota Gawryluk, Dorota Anna Krawczyk</i>	
FOTOWOLTAIKA I WSPÓŁCZESNA ARCHITEKTURA W KRAJOBRAZIE MIASTA	217
<i>Dorota Gawryluk, Dorota Anna Krawczyk</i>	
7. ADVANCED TECHNOLOGIES IN AERIAL MAPPING.....	227
<i>Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė</i>	
PAŽANGIOSIOS AEROKARTOGRAFAVIMO TECHNOLOGIJOS.....	239
<i>Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė</i>	
8. SMART CITY INNOVATION: URBAN TRANSPORT AND STRUCTURE ELEMENTS	253
<i>Vilma Vaicekauskienė, Eduardas Spiriajevas</i>	
ĮŠMANAUS MIESTO INOVACIJA: MIESTO TRANSPORTAS IR STRUKTŪROS ELEMENTAS	267
<i>Vilma Vaicekauskienė, Eduardas Spiriajevas</i>	

Authors

Flórez de la Colina Maria Aurora – Universidad Politecnica de Madrid

Gawryluk Dorota – Bialystok University of Technology

Ivavičiūtė Giedre – Klaipeda State University of Applied Sciences

Izquierdo Gracia Pilar Cristina – Universidad Politecnica de Madrid

Jankauskienė Dainora – Klaipeda State University of Applied Sciences

Kłopotowski Maciej – Bialystok University of Technology

Krawczyk Dorota Anna – Bialystok University of Technology

Kučinskienė Jurga – Klaipeda State University of Applied Sciences

Kuklienė Lina – Klaipeda State University of Applied Sciences

Kuklys Indrius – Klaipeda State University of Applied Sciences

Matys Wojciech – Bialystok University of Technology

Rawski Kamil – Bialystok University of Technology

Ruzgienė Birutė – Klaipeda State University of Applied Sciences

Spiriajevas Eduardas – Klaipeda State University of Applied Sciences

Vaicekauskienė Vilma – Klaipeda State University of Applied Sciences

Valiente Mercedes – Universidad Politecnica de Madrid

Vidales Barriguete Alejandra – Universidad Politecnica de Madrid

PREFACE

The future of the city is the point of interest of many researchers in different disciplines, and also other groups like citizens, state administration, producers, engineers of various industries, designers and contractors.

The monograph “The Future of the City” is the result of scientific cooperation between lectures and researchers from three European universities: Bialystok University of Technology (Poland), Universidad Politecnica de Madrid (Spain) and Klaipedos Valstibine Kolegija (Lithuania).

The authors collaborated in the GLOCAL project (Glocal – Innovative training of future engineers responding to problems of contemporary cities. Erasmus+ 2019-1-PL01-KA203-065654) and carried out a Strategic Partnership of Erasmus+ programme.

The group of 17 authors included professors with recognized scientific achievements, as well as doctoral students starting their scientific career. Authors representing various disciplines such as architecture, urban planning, landscape architecture, environmental engineering, civil engineering, building structures, geodesy, prepared in interdisciplinary teams eight chapters devoted to their current research of modern cities’ needs. The topics covered were: the protection of cultural heritage, city accessibility and the use of green and blue infrastructure to improve the standard of living, solutions supporting the energy efficiency of facilities, the circular economy and the use of recycled building materials for resources protection (including cityscape) and the reduction of energy consumption, and finally, smart city solutions.

Cultural heritage protection is one of the key elements of urban sustainable development. This topic was discussed in the chapter devoted to cityscape cultural values of the three European cities: Bialystok, Madrid and Klaipeda. The authors have shown that architecture, urban structure of public places and art are a way to highlight the history of place. They provide opportunities to – better understand cities, past and future, in order to build their more sustainable and resilient development.

Historical heritage is a carrier of local cultural values and universal content. The methods of its protection and the forms of availability thanks to digitalization (e.g. 116 sculptures in the Sculpture Park in Klaipeda, Lithuania), freehand drawing and various technologies for building 3d models of historic objects are presented in the next chapter.

The experience of shaping the cultural values of the cityscape and the protection of the heritage of Białystok, Madrid and Klaipėda should be shared on the European forum. In the authors opinion, it can be useful to other cities.

Social Conditions, including issues related to the availability of public space are an important point of cities sustainable development. The authors of the next chapter postulate minimizing the difficulties in navigating in public spaces for people with special needs, including the elderly and the disabled. They indicate design solutions based on their own research and analysis of good practice examples from around the world.

The adaptation of small architecture and green infrastructure in public urban space research issues is presented in the next chapter. The authors analysed the solutions used in Madrid and Vienna. They indicated sustainable design strategies of public space in the context of green and blue infrastructure, integration of public space with greenery to improve the well-being of residents and the idea of “placemaking” – creating places with the participation of the local community.

The principles of the circular economy in relation to the certification and furnishing of an urban public space is the subject of the next chapter. The author indicates propositions of use by cities and producers. There are proposed solutions such as the use of solar and wind energy, recycled building materials, multi-functional designing, rainwater retention, et cetera, they significantly reduce the amount of waste and energy consumption.

Modern solutions supporting Energy Efficiency of buildings and the development of Renewable Energy sources in the form of photovoltaic panels use are presented in the next chapter. The authors presented interdisciplinary research on the impact of panels location on their efficiency and form of building as well as their impact on cityscape. The conclusions regarding the cooperation of designers of various industries in relation to existing and newly designed objects were given.

The study of contemporary cities requires aerial mapping which is the most advanced method of obtaining information about the Earth’s surface and other objects using remote sensing. These issues were presented in the next chapter in which the authors defined the conditions for obtaining the cartographic products and 3d models quality in relation to remote sensing (“Unmanned Aerial System”) and a laser system in LiDAR technology.

The problem of the smart city in relation to urban transport and its structural elements in Klaipėda was discussed by the authors of the last chapter. The researchers conclude that the development of logistic centres is conducive to the development of Klaipėda, and the intelligent technologies and buildings materials used for their construction meet the quality requirements and affect the high quality and durability of the facilities

The large and international authors team and presented research problems reflect the state of interest of the multidisciplinary researchers community in the subject of sustainable urban development and its future. The results of this published research serve the exchange of knowledge of the scientific community, as well as the dissemination of its results among multi-sector groups of designers, engineers, contractors

and producers, state administration of supra-, regional and local level, social, scientific and professional associations, as well as strengthening the standard of education in engineering faculties.

Dorota Gawryluk, Dorota Anna Krawczyk, Editors

Białystok, March 2021

Wstęp do „Przyszłość miasta”

Przyszłość miast jest punktem zainteresowania badaczy różnych dyscyplin naukowych ale także wielu środowisk: mieszkańców, administracji państwowej, producentów, inżynierów różnych branż, projektantów i wykonawców.

Książka „Przyszłość miasta” jest efektem współpracy naukowej nauczycieli i badaczy trzech europejskich uniwersytetów: Politechniki Białostockiej (Polska), Universidad Politecnica de Madrid (Hiszpania) i Klaipedos Valstibine Kolegija (Litwa). Autorzy współpracowali w ramach projektu GLOBAL („Innowacyjne kształcenie przyszłych inżynierów, odpowiadające na problemy współczesnych miast” Erasmus+ 2019-1-PL01-KA203-065654) realizowanego jako Partnerstwo Strategiczne programu Erasmus+.

W gronie 17 autorów znaleźli się profesorowie o uznanym dorobku naukowym, jak również doktoranci rozpoczynający swoją karierę badawczą. Autorzy reprezentujący różne dziedziny nauki tj. architektura, urbanistyka, architektura krajobrazu, inżynieria środowiska, inżynieria lądowa, konstrukcje budowlane, geodezja, przygotowali w interdyscyplinarnych zespołach 8 rozdziałów poświęconych swoim aktualnym badaniom związanym z potrzebami współczesnego miasta oraz jego zrównoważonym rozwojem. Podjęto tematykę ochrony dziedzictwa kulturowego, dostępności miasta oraz wykorzystania zielonej i błękitnej infrastruktury w celu poprawy standardu życia, rozwiązań wspierających efektywność energetyczną obiektów, ekonomię cyrkularną i wykorzystanie materiałów budowlanych z recyklingu w celu ochrony zasobów (w tym krajobrazu miasta) oraz zmniejszenia zużycia energii, aż wreszcie rozwiązań z zakresu *smart city*.

Ochrona dziedzictwa kulturowego jest jednym z kluczowych elementów zrównoważonego rozwoju miast. Wątek ten podjęty został w rozdziale poświęconym wartościom kulturowym w krajobrazie miast projektu GLOBAL, tzn. Białegostoku, Madrytu i Kłajpedy. Autorki wykazały, iż architektura, przestrzeń publiczną oraz umieszczone w nich dzieła sztuki stanowią drogę do podkreślenia dziejów miejsca. Dają możliwości lepszego zrozumienia przeszłości i teraźniejszości miast w celu budowania ich bardziej zrównoważonego i odpornego rozwoju.

Dziedzictwo historyczne jest nośnikiem lokalnych wartości kulturowych i uniwersalnych treści. Metody jego ochrony oraz formy udostępnienia możliwe dzięki digitalizacji (np. 116 eksponatów w Parku Rzeźby w Kłajpedzie, na Litwie), autorskiemu rysunkowi odręcznemu oraz różnym technologiom budowania modeli 3D obiektów zabytkowych zostały zaprezentowane w kolejnym rozdziale.

W ocenie autorów doświadczenia płynące z kształtowania wartości kulturowych krajobrazu oraz ochrony dziedzictwa Białegostoku, Madrytu i Kłajpedy powinny być prezentowane na forum europejskim, aby mogły być wykorzystane przez inne miasta.

Istotne kryterium zrównoważonego rozwoju miast stanowią uwarunkowania społeczne, a wśród nich zagadnienia dotyczące dostępności przestrzeni publicznych. Autorzy kolejnego rozdziału postulują minimalizowanie trudności w poruszaniu się w przestrzeni publicznej osób ze specjalnymi potrzebami, w tym starszych i niepełnosprawnych. Wskazują rozwiązania projektowe oparte o badania własne i analizę przykładów dobrych praktyk z całego świata.

Problematyka badań dotyczących adaptacji obiektów małej architektury i zielonej infrastruktury w przestrzeni publicznej miast została zaprezentowana w kolejnym rozdziale. Autorki przeanalizowały rozwiązania zastosowane w Madrycie i Wiedniu oraz wskazały strategie zrównoważonego projektowania przestrzeni publicznych w kontekście zielonej i błękitnej infrastruktury, integracji przestrzeni publicznej z zielenią w celu poprawy dobrostanu mieszkańców oraz idei *placemakingu* – tworzenia miejsc z udziałem lokalnej społeczności.

W kolejnym rozdziale zaprezentowano zasady ekonomii cyrkularnej w stosunku do certyfikacji i wyposażenia przestrzeni publicznej miast. Autorka wskazała możliwości rozwiązań takich jak wykorzystanie energii słonecznej i wiatru, materiałów budowlanych z recyklingu, projektowania wielofunkcyjnego, retencji wody deszczowej itp., proponowanych do wykorzystania w miastach oraz przez producentów. Wpływają one znacząco na ograniczenie ilości odpadów oraz redukcję zużytej energii.

Nowoczesne rozwiązania wspierające efektywność energetyczną budynków i rozwój odnawialnych źródeł energii w postaci zastosowania paneli fotowoltaicznych zostały zaprezentowane w kolejnym rozdziale. Autorki przedstawiły wyniki interdyscyplinarnych badań dotyczących wpływu lokalizacji paneli na ich wydajność oraz formę budynków, a także ich wpływ na krajobraz miasta. Wnioski z badań dotyczących współpracy projektantów różnych branż zostały sformułowane w odniesieniu do obiektów istniejących i nowoprojektowanych.

Badanie współczesnych miast wymaga mapowania lotniczego, będącego najbardziej zaawansowaną metodą uzyskiwania informacji o powierzchni Ziemi i innych obiektach z wykorzystaniem teledetekcji. Zagadnieniom tym został poświęcony rozdział, w którym autorzy określili warunki uzyskania jakości produktów kartograficznych i modeli 3D w odniesieniu do teledetekcji z systemem bezzałogowym („Unmanned Aerial System”) oraz systemem laserowym w technologii LiDAR.

Problematykę *smart city* w odniesieniu do transportu miejskiego i jego elementów strukturalnych w Kłajpedzie podjęli autorzy kolejnego rozdziału (ostatniego). Badacze wnioskują iż rozwój centrów logistycznych sprzyja rozwojowi Kłajpedy, a wykorzystane do ich wzniesienia inteligentne technologie i materiały budowlane spełniają wymagania jakościowe i wpływają na wysoką jakość i trwałość obiektów.

Liczny i międzynarodowy zespół autorski oraz prezentowane problemy badawcze odzwierciedlają stan zainteresowania multidyscyplinarnego środowiska wieloaspektową tematyką zrównoważonego rozwoju miast. Rezultaty zamieszczonych badań służą wymianie wiedzy środowiska naukowego, jak również upowszechnieniu jego rezultatów wśród wielobranżowych środowisk projektantów, inżynierów,

wykonawców i producentów, administracji państwowej stopnia krajowego, regionalnego i lokalnego, stowarzyszeń społecznych, naukowych i zawodowych a także wzmocnieniu standardu kształcenia na kierunkach inżynierskich.

Dorota Gawryluk i Dorota Anna Krawczyk

Białystok, grudzień 2021

1. CULTURAL VALUES OF CITYSCAPE

*Maria Aurora Flórez de la Colina, Dorota Gawryluk, Jurga Kučinskienė,
Pilar Cristina Izquierdo Gracia, Giedre Ivavičiūtė*

1.1. INTRODUCTION

1.1.1. Cityscape and cultural values

What are the values of modern cities? And are some of those values located within an ancient historic origin? Difficult questions to answer, but relevant as most of the world population lives in cities and the tendency is that the actual percentage will increase (United Nations, 2014). The attraction of urban settlements is in the basis of human culture and modernity has increased its attraction, creating a lack of balance between small rural towns and megacities. To re-establish a new sustainable approach, we need to know what are those urban values and to reach a better understanding with our environment.

Most dictionaries (Merriam-Webster, Collins English Dictionary, 2020) consider that cityscape can be:

1. A city view, as a scene.
2. An artistic representation of a city, an urban landscape (printing, drawing, photograph).
3. An urban environment, a configuration of built forms and interstitial space.

The urban cultural landscape is formed because of human intervention with its scenery, which is a specific and unique urban landscape. This shape creates an urban image that can be used as its identity. Urban cultural landscape is a reflection of the physical and cultural conditions in the region, which occurs due to political, economic and social influences starting from the past, and continuing in the present and future. So it can be said that urban morphology occurs because of urban cultural landscape (Rosmalia, Martokusumo, 2012).

We would like to trace back the values that are represented as a symbolic form in the material built spaces of European cities, with a similar methodology to that used by Kevin Lynch (1960) to study three American cities. Kevin Lynch established that urban images were linked to: “landmarks”, as points of reference and memories for most of its citizens, usually buildings or public open spaces near them; “nodes”, between areas or neighbourhoods; “districts”, medium or large areas in the city, with common features; “edges” either real such as city walls or shorelines, or just perceived by inhabitants; “paths”, as streets, railways, canals or other spaces through which people move or travel (Lynch, 1960). We will add some other basic elements that have been established in the 21st century by UNESCO, as part of the concept of “Historic Urban Landscape, HUL” (UNESCO, 2011).

We will try to give an approach to those values, relating our studies to three European cities, with different sizes and locations: Białystok (Poland), Madrid (Spain) and Klaipėda (Lithuania).

1.1.2. The buildings, public spaces and artistic representation of a city as a way of transmitting its values

Urban public space adopted a very relevant role both in city planning and in culture, essentially in contemporary 20th century European cities. In the last two decades of the beginning of the 21st century, dramatic issues have changed the view we have of open spaces that have been the core of occidental city life: terrorist attacks, but also illnesses such as Covid-19 are making us think about public spaces design. As “public space appears to be under threat (Voices of Culture, 2016)”, we need to identify its values for citizens.

Cultural values are linked with identity, as established by many studies and research. When thinking of a European historic city image, most of us remember some construction element, such as the Eiffel tower in Paris or the Big Ben tower in London, but also a city view from a lookout point. From the 17th century many painters utilized this, as the famous View of Delft (1660–1661) by Jan Vermeer. Landscape paintings become popular in 18th and 19th century Europe, and collections of views of cities were kept in palaces. Impressionist painters made urban landscape as a subject, popular. During the 20th and 21st centuries, photography and figurative painting was also interested in urban settings. We might use these artistic representations of cities as a tool to understand its history and values, as well as its identity.

1.1.3. The Case of Poland, Spain and Lithuania

The aim of this chapter is to show the importance of cultural values in shaping European cities in last 300 years and why public spaces should be adapted and designed to convey new values such as sustainability, capacity of change to adapt to new

technologies over time as well as historic continuity, plurality and diversity as well as identity and sense of a place. Understanding these values may help decision makers better prioritize actions to be done, and a more transparent process of decision making.

1.2. Cultural values and public urban spaces

Thinking about the new material layers on the historical urban pattern of our cities is more important that we realize. They are related to the memories of its inhabitants and sometimes linked to events of their lives. As an example, **public squares are “landmarks” that can be the scenery of everyday lives**, when used as markets, one of the more common uses in Europe. As explained by Bob Giddings, James Charlton and Margaret Horne (2011):

“Of all types of urban space, squares are the most representative of the values of the societies that created them – the agora, forum, cloister, mosque courtyard are examples. Traditional functions included:

- Trade: buying and selling, depository and manufacture;
- Information: dissemination of news – place of social activity;
- Recreation: games, teaching, lunch and conversation;
- Protection: militia, training and drill, gathering in times of danger;
- Piety: holy inspiration and prayer, open space before a church for worship (French, 1983)” (Giddings, Charlton, Horne, 2011)

We will analyse and explain the uses and values of one selected public square in each of the three European cities in our study, and how those historic public spaces have changed. Ancient photos and paintings show how they were used, some existing/non existing objects in them, including or excluding greenery, monuments or statues, changing pavements and building’s facades...

1.2.1. City square in Białystok, Poland: Kosciuszko Square “Rynek Kościuszki”

The most important square in the centre of Białystok is Rynek Kościuszki. It was the main space of the residential, private town connected with the Baroque Branicki’s palace and garden residence since the second half of the 18th century (Dobroński, 2012). The market square had traditional trade but also representative functions, with a rich symbolic program at that time. Everyday life of the market was surrounded by a beautifully composed set design of the urban and architecture. The dominant tower of the town hall towered over Białystok (Dolistowska, 2018) (Fig. 1.1a). During World War II, the town hall was pulled down by the Soviets, who wanted to erect a monument to Stalin in its place. Nearly 90% of the centre of Białystok was

destroyed during World War II. The town hall, some of the historic buildings around the market square and the Branicki's Palace were rebuilt or largely reconstructed after the war, similar to the Old Town in Warsaw (Wicher, 2009). These activities were aimed at rebuilding the identity of the place and the sense of social identification.

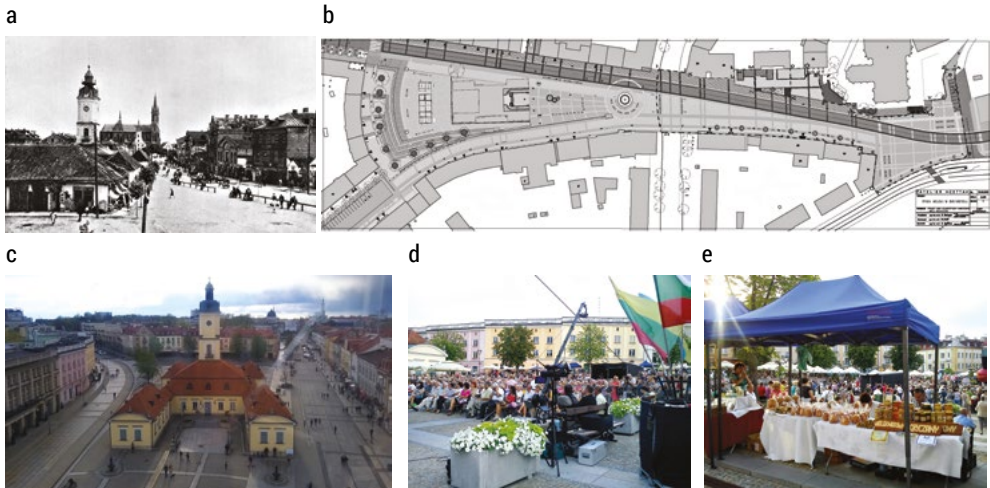


FIG. 1.1. “Rynek Kościuszki” square in Białystok, Poland a – Market Square 1915–1920 (Source: WEB-1), b – Project of revaluation 1st decade of 20th c. (Source: D. Gawryluk, 2011), c – Kościuszko Square, eastern part, the 2nd decade of the 21st c., d-e – Events on Kościuszko Square (Source: c, d, e photos by D. Gawryluk)

There was a square with flowers, bushes and trees established on Kościuszko Square in the 1960s of the 20th century. It was an important central point of public transport there too. Over decades, plants grew up and made the shape and buildings around the area of Kościuszko Square, invisible. The disregarded greenery area has become even a dangerous place. Historical values of this cityscape place were destroyed in that time.

The latest revitalisation of Rynek Kościuszki in the 1st decade of the 21st century (project by Atelier ZETTA) (Gawryluk, 2011) (Fig. 1.1b). The readability of the market square scale (big trees from after war in the square were transplanted to another part of the city) and space's functionality (change in traffic organisation) were restored. The cultural values of Białystok are confirmed by contemporary elements, such as showcases exhibiting old views of Rynek Kościuszki, a drawing on the square's floor showing the plan of the former town building and the course of the Choroski route, a sculpture of little Ludwik Zamechhoff (author of Esperanto language) (Fig. 1.1c). Nowadays, the market serves as a city lounge – a meeting place where numerous events (cultural, social, state, traditional markets...) take place – a place of social activity, a place where an increasing number of residents spend their time, a place that is intentionally visited by tourists too. Rynek Kościuszki is one of the main landmarks in Białystok due to its cultural values (Fig. 1.1d, e).

1.2.2. City square in Madrid, Spain: “Plaza Mayor”

The name of “Plaza Mayor” can be translated as Main Square and it is, as well as “Puerta del Sol”, one of the essential “landmarks” of the city. It has kept most of the traditional functions established by French (French, 1983) (Giddings, Charlton, Horne, 2011), including trade (with its shops under its arcades and as a popular temporary winter market, even today), recreation (also maintained with its restaurants, cafes and terraces, cultural open air events, occasionally teaching (Valiente López, Izquierdo Gracia, Florez de la Colina, García López de la Osa, González Rodrigo, Martínez Pérez, Llauradó Pérez, 2017), information (both as a place of social activity and an important municipal information point).

Built in the sixteenth century, it was originally outside of the Madrid city walls. The “Plaza Mayor” space was used as a marketplace where the Madrilenian people could find products cheaper than inside the village, as the latter ones were taxed with the “portazgo” – literally, the “gate tax” – that all merchants must pay if they want to sell inside the walls.

The village transformation after it was nominated as capital of Spain, and the resulting population increase, motivated the village authorities to build a new line of walls and so the Plaza Mayor was going to be integrated within the village urban fabric; the “edge” perception of this “landmark” changed. Aside from being the main marketplace centre, something reflected on singular buildings, like the “Casa de la Panadería” -Bakery House-, it became the scenario of the Crown and the Church for solemn acts (like public executions, canonization processes, Inquisition “autos de fe”) and festive activities (bullfighting, tournaments, celebrations) (Fig. 1.2).



FIG. 1.2. Oil Paintings of “Plaza Mayor” square in Madrid, Spain. a – ca. 1623, b – 1634, c – between 1675 & 1680 (Source: WEB-3)

Many Monarchy power symbols can be found there (memorial plaques and inscriptions, crests, statues) which remain in place even with the large transformations suffered by the city.

Perception of the shape of this square was significantly changed with greenery in its middle or with the “paths” established in the 20th century by public transport inside it, as we see in postcards from the 1950s (Fig. 1.3). People’s movements had a circular pattern, following tramway lines, which was even more evident due to the statue in its middle inside the rectangular shape of the square.



FIG. 1.3. Ancient photos of “Plaza Mayor” square in Madrid, Spain (Source: a, b – WEB-3, c – WEB-4)

Today it has recovered its importance and symbolic meaning for its citizens. One of the most interesting tourist landmarks for our visitors, it is still an important meeting point not only for tourists, but also for the capital inhabitants, the Madrilenians, and a recreational space (Fig. 1.4).



FIG. 1.4. “Plaza Mayor” square in Madrid, Spain (Source: photo by M.A. Flórez de la Colina, 2016)

The terraces and restaurants of the square offer a unique way to enjoy our cuisine and the space is frequently used for concerts and other cultural events or sports activities, being an important municipal information point. It is also a place for shopping in the stores that you can find under its arcades. There is still the tradition of the Sunday stamps & coins market and in December we have the famous Christmas market, the traditional place to buy ornaments and figures for the family manger.

1.2.3. City square in Klaipeda, Lithuania

In the 17th century the *Theatre Square* was known as a venue for traveling theatres, there was a market, which together with other markets formed a long and rather wide market, where there were bustling traders and attractions (Tatoris, 1994). The first public squares and green squares were constructed in Klaipeda in the first half of the 19th century. In 1819 after filling part of the castle ditches, the new market was opened in the irregularly shaped square, on the edge of which a hall was built and the current *Theatre Square* was located between two marketplaces and became part of a long marketplace itself (Tatoris, 1994). In 1850 a square was planned on the site of the current *Theatre Square*, but soon the site was used for trade (Fig. 1.5).



FIG. 1.5. Theatre Square from 19th century till now, Klaipeda, Lithuania (photo from Klaipeda County Public Ieva Simonaityte Library (Source: a, b – WEB-5, c – WEB-6 and d, e, f – photos by Martynas Vainorius)

For long time, the old town ended up to the street, and after the theatre was built in front of it, a square was formed. The square became a completed spatial element of the city in the second half of the 19th century (Fig. 1.5). In the 20th century the magistrate considered how to make better use of the *Theatre Square*. Part of it was considered to be turned into a green square, and the other part left free for public gatherings. It was decided to build a fountain in the middle of the square and a triangular square around it, but although the fountain was built in 1912 (Fig. 1.6), the green square was abandoned (Tatoris, 1994). The monument created by A. Künne in memory of the poet Simon Dach (1605–1659), a poet born in Klaipeda and a professor at the University of Karaliaucius, stood in the *Theatre Square* until 1939 with a sculpture Tarava Anike.



FIG. 1.6. The Tarava Anike sculpture with a fountain in Theatre Square, Klaipeda, Lithuania (Source: a, b – WEB-6, c – Klaipėdos architektūra, 2020)

The buildings that formed the square during World War II were badly damaged. Warehouses behind the theatre, a trade hall, a block in the lower part of the square were demolished. In 1963, in the reconstruction project of the old town, prepared by V. Jurkstas, S. Cerskute and V. Parciauskas, it was proposed to increase the space in front of the theatre by demolishing the existing buildings in the lower part, planting, installing a parking lot, adding an extension to the bank. As a result of these alterations, the planned and functional nature of the square has changed. Although the theatre was the most important building in terms of composition and function, the new layout of the square did not represent it anymore (Butkus et al., 2015). The only path that crosses the square diagonally seems to emphasize that its main purpose is to pass transit pedestrian traffic to the pier. After planting with bushes and trees it became a green square. The *Theatre Square*, which functioned as a green square for a long time after the war, did not take on its shape until the very end of the 1990s. Closing it from the busy Sukileliu (now Pilies) Street as a theatre annex and the restoration of the Tarava Anike sculpture with a fountain, it has become a new emotional attraction of the city (Butkus et. al., 2015) to the present day (Fig. 1.6).

1.3. Integration of historic cultural values and contemporary city requirements

Many cities in Europe have been destroyed by war at different periods of our history. The European Community, after the Second World War, was created to try to avoid this destructive threat of human beings: “As of 1950, the European Coal and Steel Community begins to unite European countries economically and politically in order to secure lasting peace. The six founding countries are Belgium, France, Germany, Italy, Luxembourg and the Netherlands” (European Union, 2020). Cultural values are essential to build peace or as Jean Monnet stated: “If I had to do it again, I would begin with culture” (cited by Jahier, 2016).

1.3.1. A city with signs of former religious communities: Białystok, Poland

Białystok was a multicultural and multi-religious city before World War II. There were Jews (about 40%), Catholics (30%), Orthodox Christians (15%), Protestants (4%) and others (Dobroński, 2012). Their diversity was marked in the city landscape with objects related to religion: temples and cemeteries. Jews were the most numerous part of Białystok society which had about 60 synagogues in the area of the city (Dobroński, 2012; Dolistowska, 2018). Today, the denominational structure in Białystok is as follows: Catholics (60%), Orthodox Christians (15%), Protestant churches (less than 1%) and others.



FIG. 1.7. Monument of Great Synagogue in Białystok, Poland: a – former graveyard square on Bema street, b – monument of Great Synagogue, c – memory board with view of former Great Synagogue (Source: photos by D. Gawryluk)

The Jewish community was almost completely destroyed during World War II. In the contemporary landscape of Białystok, the evidence of the former Jewish diaspora are selected objects adapted to new functions (synagogue Piaskower – Universal Podlaski now, Synagogue Beit Szmuel – unused now, Synagogue of Cytrons – Slendzinski Gallery now), landscaped green areas established on former Jewish cemeteries (Central Park realised as community action in the 60/70s of the 20th c. on the place of the Old Jewish Cementary, square by Bema street designed by Jerzy Grygorczuk in the 1st decade of the 21st c. on the place of the former cementary) (Fig. 1.7a), more and more monuments, signs and information boards in the city space, e.g. the Monument of The Great Synagogue with the square and the model of the building restoring the memory of the location of the largest synagogue in Białystok (author of conception Michał Flikier, design and realisation artists: Maria Dżugała-Sobocińska, Stanisław Ostaszewski, Dariusz Sobociński, 2008) (Fig. 1.7b, c). The monument is not easy to find, the urban structure was changed after War Wold II and area of the former Jewish district is almost not visible in the city scape.

The followers of the Evangelical-Augsburg Church were numerous in the 17–19th century. Now they are almost absent in Białystok's community. Areas of two former evangelical graveyards are signed in cityscape: 1) in the form of the lapidarium

(1994–1996 designed by Jerzy Grygorczuk) with a collection of tombstone elements near Wasilkowska street (Fig. 1.8a) and 2) a new sculpture and greenery composition on Sienny Square (Rynek Sienny) realised according to the conception of sculpturer Jarosław Perszko in 2020 (Fig. 1.8b). The crossed lines of monument and square are a symbol of the intersection of different cultures and communities in Białystok (Fig. 1.8c).

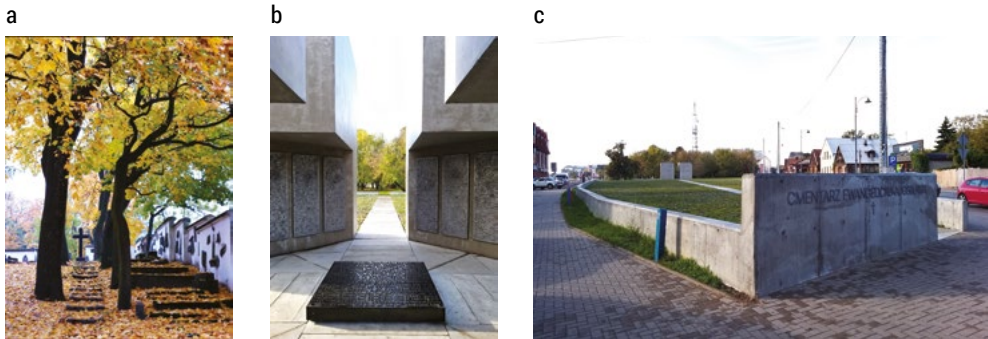


FIG. 1.8. Former Evangelical cemeteries in Białystok, Poland: a – Lapidarium on Wasilkowska street b – monument on Sienny Square, c – Sienny Square, Sienny Rynek (Source: a, b, c photos by D. Gawryluk)

The religious graveyards were absorbed by the city and their functionality was changed. Białystok projects are based on the integration of greenery and history in the places of former Jewish and Evangelical graveyards.

1.3.2. An historic city with “international spirit”: Madrid, Spain

An historical Egyptian temple was moved from Egypt to Madrid, but not many of its inhabitants know the importance of this “landmark”.

The construction of the Assuán dam in the beginning of the 1960’s was going to flood a number of heritage buildings of the Nubian Valley. The First international rescue collaboration was launched by UNESCO. Spain was rewarded by Egypt for its contribution with Debod temple, transferred to Madrid from Alexandria and installed in the Prince Pio Mountain.

Work for reconstruction and restoration in Madrid was done by Manuel Herrero Palacios and Martín Almagro Basch (archaeologist), but not until 1970–1971. Restitutions were made with Sotomayor sandstone ashlar masonry and two residual pylons of the three initial ones were mounted on an axial route immersed in a gentle slope, inside an artificial pond integrated into the remodelling of the park where it is located (Fig. 1.9, 1.10).



FIG. 1.9. “Templo de Debod” in Madrid, Spain (Source: photos by M.A. Flórez de la Colina, 2020)

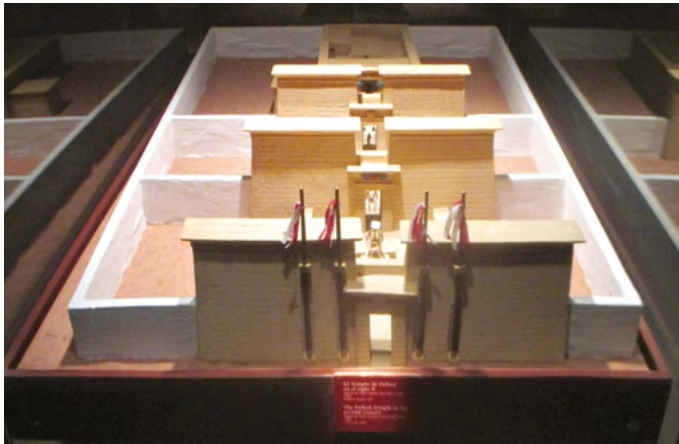


FIG. 1.10. Model of “Templo de Debod” as it was in 2nd century, located inside the museum (Source: photos by M.A. Flórez de la Colina, 2020)

Recent studies report the progressive deterioration of the temple due to environmental problems, generating a controversy about future actions for better conservation (Arquitectura de Madrid, 2020).

1.3.3. A city that integrates greenery and history: Klaipeda, Lithuania

The greenery of Klaipeda city and suburbs had a utilitarian and aesthetic significance. Strong sea winds and blowing sand value the creation of protective barriers. To make the city more beautiful, the magistrate installed squares and green squares in the city, demanded to arrange them, and to decorate the cemetery with bushes and flowers. Already in the second half of the 18th century by the order of the Prussian government, the streets of Klaipeda were planted with trees (Tatoris, 1994). In the middle of the 19th century planting in the promenade began. This promenade was five km long. There were English-style parks on the edge of this alley. Over time, city gardens and squares are installed. In the 19th century larger railway stations had to have

squares, two of them were installed near Klaipėda station. In the 20th century planning of parks and squares becomes stricter forms – geometric. Urban and suburban greenery was supplemented by a cemetery. In addition to respect for deceased ancestors, they also had an important aesthetic educational significance (Tatoris, 1994). During the history of Klaipėda, there were many cemeteries, each community had its own cemetery. In the 1820 a new City Cemetery was opened in which everyone could find a place for themselves. It was decided in advance to plant trees in the cemetery (Demereckas, 2014). The carefully maintained cemetery became a quiet place, which was considered the pride of Klaipėda. The plan of 1840 already shows the new City Cemetery, designed in the classicist style (Fig. 1.11), which was divided into four rectangles of equal size. After the great fire of 1857, a new wide path to the cemetery was installed (Demereckas, 2014) (Fig. 1.11).

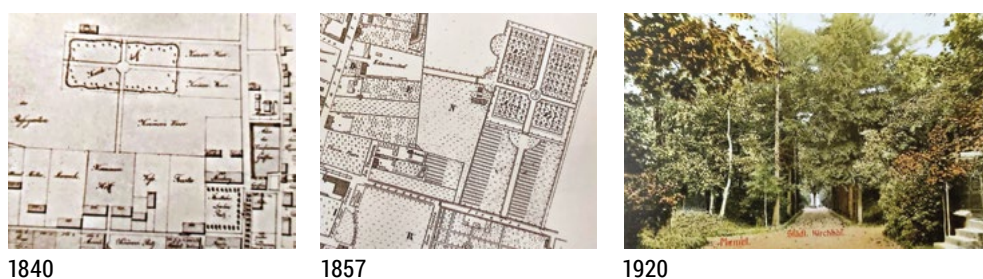


FIG. 1.11. City Cemetery from 19th till 20th century, Klaipėda, Lithuania (Source: photos from Demereckas, 2014)

The cemetery has been redesigned: a semi-circular square has been formed in the western part in front of the cemetery. The town cemetery was park-style, so it was great for walks (Fig. 1.11). At the junction of 19th – 20th centuries, an expanding city began to approach these cemeteries. On the 1944–45 Klaipėda lost most of its population, so this cemetery no longer performed a memorial function. For the new owners of the city, the cemetery has become a place to profit from. In the late 1960s, metal gratings and crosses were stolen in the cemetery, marble tombstones were removed, and residents planted potatoes. In the 1957 it was decided to close the cemetery and turn it into a city greenery. But it took time. In the seventies, when the city management was able to revive and implement the idea of creating a park in the former cemetery, the name of M. Mazvydas was chosen for this park (*Klaipėdos skulptūrų parkas ir jo tapatumų iššūkiai*, 2012). This park had to become a sculpture park, have not only a recreational but also an exhibition purpose, and the sculptures had to be created in Klaipėda and donated to the city. Today, 116 sculptures of various themes are exhibited in Klaipėda Sculpture Park, created by 67 sculptors during the sculptors' symposiums in Smiltyne (1977–1991) (Fig. 1.12).



FIG. 1.12. City Cemetery from 19th till 20th century, Klaipeda, Lithuania (Source: photo by Žygimantas Gedvilas)

The sculptors' symposia took place during the summer and were the most significant cultural initiative of the time, not only in the city but throughout the country. In the 1986 Klaipeda Sculpture Park was declared as a natural monument of local significance. Each sculpture in the park tells its own story, has a certain meaning, meaning or thought. In the sculpture park you can also find the first half of the 19th – 20th century's tombstones remembering the history of Klaipeda city (Fig. 12). Today, the territory of the Sculpture Park includes and unites several dimensions (*Skulptūrų parko istorija*, 2017): 1. historical memorial legacy, commemorating the memory of famous people buried in the City Cemetery; 2. the artistic legacy of modern decorative sculpture, which is currently well preserved and maintained; 3. the use of this place as a public space for a cultural event.

1.4. Conclusions

The cultural values of these three European cities can be an example of what is already being done, but also of the possibilities this can have of a better understanding both of our past and present, to build a future more sustainable and resilient future, sharing and communicating them to new European citizens.

References

1. Arquitectura de Madrid (2020) Templo de Devod. Online article in *Fundación Arquitectura COAM* website. Retrieved from: <http://guia-arquitectura-madrid.coam.org/#inm.F2.1> [Accessed: 16.10.2020]
2. Butkus, T. S., Safronovas, V., Petrulis, V. (2015) *Klaipėdos urbanistinė raida, 1945–1990*. Vilniaus dailės akademija. [ISBN 978-609-9546-469]
3. Demereckas, K. (2014). *Klaipėdos istoriniai parkai ir želdynai*. Klaipėda. [ISBN 978-609-8094-11-4]
4. Dobroński, A. Cz. ed. (2012) *Historia Białegostoku*, Wydawnictwo Śąsiedzi, Białystok [ISBN: 978-83-934373-0-6]

5. Dolistowska, M. (2018) *W poszukiwaniu Tożsamości miasta. Architektura i urbanistyka Białegostoku w latach 1795–1939*, 2nd ed. Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok [ISBN 978-83-7431-530-2]
6. European Union (2020) *The history of the European Union*. Online article in European Union website. Retrieved from: https://europa.eu/european-union/about-eu/history_en [Accessed: 16.10.2020]
7. Gawryluk, D. (2011) Contemporary building technologies used to reconstruction and modernisation of historical places and architectural monuments in Białystok. Technical Transaction. Architecture. Czasopismo Techniczne. Architektura, R. 108, Z. 11, 2-A1, 57–64 [online: <https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/resources/32239>]
8. Giddings, B., Charlton, J., Horne, M. (2011), Public squares in European city centres, *Urban Design International*, 16 (3), 202–212. ISSN 1357–5317. And, cited by them: French, J.S. (1983) *Urban Space – A Brief History of the City Square*, 2nd ed. Iowa: Kendall Hunt Publishing
9. Jahier, L. (2016) “Foreword”. Citation of Jean Monnet. In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P. iii [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4] [Accessed: 16.10.2020]
10. *Klaipėdos architektūra*. (2020). Retrieved from: <https://www.vle.lt/Straipsnis/Klaipėdos-architektūra-125278>
11. *Klaipėdos skulptūrų parkas ir jo tapatumų iššūkiai*. (2012). Klaipėda. [ISBN 978-609-404-134-1]
12. Lynch, K. (1960) *The Image of the City*. The MIT Press. [ISBN 0-262-62001-4]
13. Merriam-Webster (2020), *Cityscape definition*. [Online dictionary]. Retrieved from: www.merriam-webster.com/cityscape. Collins English Dictionary (2020) *Cityscape definition*. [Online dictionary]. Retrieved from: www.collinsdictionary.com/cityscape. [Accessed: 16.10.2020]
14. Rosmalia, D. Martokusumo, W. (2012) The Notion on Urban Cultural Landscape from the Perspective of Landscape Architecture Case Study: Cirebon City, West Java, *Arte – Polis 4 International Conference – Creative Connectivity and the Making of Place*. 719–728
15. *Skulptūrų parko istorija*. (2017). Article from History Museum of Lithuania Minor, Klaipėda, Lithuania website. Retrieved from: <https://www.mlimuziejus.lt/lt/skulpturu-parkas/klaipedos-m-skulpturu-parko-istorija/skulpturu-parko-istorija/>
16. Tatoris, J. (1994). *Senoji Klaipėda. Urbanistinė raida ir architektūra iki 1939 metų*. Vilnius. [ISBN 5-420-00510-7]
17. UNESCO (2011) *UNESCO Recommendation on the Historic Urban Landscape*. And *Second Consultation on the 2011 Recommendation on Historic Urban Landscape Implementation by Member States, 2019*. Retrieved from: <https://whc.unesco.org/en/hul/> [Accessed: 16.10.2020]
18. United Nations (2014) *World Urbanization Prospects (Revisions)* Department of Economic and Social Affairs. Retrieved from: <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>. In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P.2 [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4] [Accessed: 16.10.2020]

19. Valiente López, M., Izquierdo Gracia, P.C., Florez de la Colina, M.A., García López de la Osa, G., González Rodrigo, S., Martínez Pérez, I., Llauradó Pérez, N. (2017) The enchantment of pencil drawing in Madrid: gamebased learning and architectural sketches of “Plaza Mayor” square, *ICERI 2017 Proceedings*, 2017, 355-362 [doi: 10.21125/iceri.2017.0149]
20. Voices of Culture (2016), Promoting Intercultural Dialogue and Bringing Communities Together Through Culture in Shared Public Spaces. Brainstorming report (to be published). *European Union, European Economic and Social Committee (2016), Culture, Cities and Identity in Europe*, 8 [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4]
21. WEB-1: Website <https://polska-org.pl> [Online] Old photo by H. Poddębski: *Market Square 1915–1920, Białystok, Poland*. (1915–20), Retrieved from: <https://polska-org.pl/8100356,foto.html?idEntity=7143859> [Accessed: 10.10.2020]
22. WEB-2: Website <https://www.portalsamorzadowy.pl> [Online] Fig. 1.1c) Photo: *Kościuszko Square, eastern part, the 2nd decade of the 21st c.* Retrieved from: <https://www.portal-samorzadowy.pl/serwis/top-inwestycje-polski-wschodniej/nominacje/61851.html> [Accessed: 10.10.2020]
23. WEB-3: Website Memoria de Madrid <http://www.memoriademadrid.es> [Online] Oil paintings: Fig. 2 a) De la CORTE, J. (ca. 1623) *Fiesta real en la Plaza Mayor* (Oil painting). Inv. 3422. Casa de la panadería, Plaza Mayor. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=9990&num_id=10&num_total=210. Fig. 2 b) Unknown author (1634) *Perspectiva de la Plaza Mayor, con la comitiva de Felipe III camino de la calle Mayor* (Oil Painting) “Segobiana / El Alcazar”. Inv. 3152. Casa de la Panadería, Plaza Mayor, Ayuntamiento de Madrid. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10006&num_id=108&num_total=210. [Accessed: 16.10.2020] Fig. 1.2c) Unknown author (between 1675 & 1680), *Vista de la plaza Mayor en fiesta de toros* (Oil Painting). Inv. 4004. Casa de la Panadería, Plaza Mayor, Ayuntamiento de Madrid. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=140406&num_id=33&num_total=210 [Accessed: 16.10.2020] Fig. 3 a) Unknown author (1916–1923). Museo Historia: Inv. 1991/1/590. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10403&num_id=15&num_total=568. [Accessed: 16.10.2020] Fig. 1.3b) Lacoste, J. (1906–1914). *Museo Historia*: Inv. 31234 Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10581&num_id=105&num_total=213. [Accessed: 16.10.2020]
24. WEB-4: Website www.delcampe.net [Online] Ancient photo of “Plaza Mayor” square in Madrid, Spain” (Old postcard). [Accessed: 16.10.2020]
25. WEB-5: Website <http://adm.klavb.lt/de/adm/> [Online] Fig. 1.5a, b – *Theatre square history, Klaipeda County Public Ieva Simonaityte Library (AdM archive)* [Accessed: 28.09.2020]
26. WEB-6: Website <http://www.krastogidas.lt/objektai/5-paminklas-simonui-dachui-skulptura-taravos-anike> [Online] Fig. 1.6a, b – *Tarava Anike* [Accessed: 09.10.2020]
27. Wicher, S. (2009) *Żyć architekturą. Życie i twórczość Stanisława Bukowskiego*. Białostockie Zakłady Graficzne S.A., Białystok [ISBN 978-83-89231-10-9]

1. VALORES CULTURALES DEL PAISAJE URBANO

*M.A. Flórez de la Colina (UPM), D. Gawryluk (BUT), J. Kučinskienė (KVK),
P.C. Izquierdo Gracia (UPM), G. Ivavičiūtė (KVK)*

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. Paisaje urbano y valores culturales

¿Cuáles son los valores de las ciudades modernas? ¿Algunos de estos valores están relacionados con un origen histórico antiguo? Preguntas difíciles de responder, pero importantes, al vivir la mayor parte de la población mundial en ciudades y siendo la tendencia que el actual porcentaje se incremente (Naciones Unidas, 2014). La atracción de los asentamientos urbanos está en la base de la cultura humana y la modernidad ha aumentado este interés, produciendo una falta de equilibrio entre las pequeñas poblaciones rurales y las megaciudades. Para restablecer una nueva aproximación sostenible, necesitamos conocer cuáles son estos valores urbanos y alcanzar una comprensión mayor de nuestro entorno.

La mayor parte de los diccionarios en lengua inglesa (Merriam-Webster, Collins English Dictionary, 2020) consideran que el paisaje urbano o “cityscape” puede ser:

1. Una vista de la ciudad, como un escenario.
2. Una representación artística de una ciudad, un paisaje urbano (grabado, dibujo, fotografía).
3. Un entorno urbano, un conjunto de formas construidas y espacio intermedio.

El paisaje cultural urbano se configura por medio de la intervención humana, con su escenario, que es un paisaje urbano específico y único. Esta forma material crea una imagen urbana que puede ser usada como identidad. El paisaje cultural urbano es un reflejo de las condiciones físicas y culturales de la región, que se producen por las influencias políticas, económicas y sociales, iniciadas en el pasado y que continúan en el presente y futuro. Por ello se puede decir que la morfología urbana se produce debido al paisaje cultural urbano (Rosmalia, Martokusumo, 2012).

Nos gustaría rastrear los valores que se representan como forma simbólica en los espacios físicos construidos de las ciudades europeas, con una metodología similar a la utilizada por Kevin Lynch (1960) al estudiar tres ciudades americanas. Kevin Lynch estableció que las imágenes urbanas están vinculadas a lo que denominó “puntos de referencia” (o “marcas urbanas” en su traducción literal), y a los recuerdos que tienen sobre ellos muchos de sus ciudadanos, normalmente edificios o espacios públicos abiertos próximos a ellos; a los “nodos” entre áreas o vecindarios; a los “distritos”, zonas de tamaño medio o grande en la ciudad, con rasgos comunes; a los “bordes” que pueden ser reales como murallas o líneas costeras, o sólo percibidos por sus habitantes; a los “recorridos” (o “caminos” en su traducción literal), como las calles, las vías ferroviarias, los canales u otros tipos de espacios lineales a través de los que la gente se desplaza o viaja (Lynch, 1960). Añadiremos otros elementos básicos que han sido establecidos en el siglo 21 por la UNESCO, como parte del concepto de Paisaje Urbano Histórico o “Historic Urban Landscape, HUL” (UNESCO, 2011).

Intentaremos proporcionar una aproximación a estos valores, relacionando nuestros estudios con tres ciudades europeas de tamaños y ubicaciones diferentes: Bialystok (Polonia), Madrid (España) y Klaipeda (Lituania).

1.1.2. Los edificios, espacios públicos y representaciones artísticas de una ciudad como medio para transmitir sus valores

Los espacios públicos urbanos adoptaron un papel muy relevante tanto en el planeamiento urbano como en la cultura, fundamentalmente en las ciudades europeas contemporáneas del siglo 20. En las dos últimas décadas del principio del siglo 21, han sucedido hechos dramáticos que han cambiado la visión que tenemos de los espacios abiertos que han sido el núcleo de la vida urbana en Occidente: ataques terroristas, pero también enfermedades como la Covid-19, que nos están haciendo reflexionar sobre el diseño de estos espacios. Como “el espacio público parece estar bajo amenaza” (Voices of Culture, 2016), necesitamos identificar sus valores para los ciudadanos.

Los valores culturales están vinculados con la identidad, como han establecidos muchos estudios e investigaciones. Cuando se piensa en la imagen de una ciudad histórica europea, la mayor parte de nosotros recordamos algún elemento construido, como la torre Eiffel en París o la del Big Ben en London, pero también alguna panorámica urbana desde un mirador. Desde el siglo 17, muchos pintores han utilizado esto, como la famosa Vista de Delft (1660–1661) de Jan Vermeer. Las pinturas de paisajes se hicieron populares en los siglos 18 y 19 en Europa, y se conservaban colecciones de vistas de ciudades en los palacios. Los pintores impresionistas hicieron del paisaje urbano un tema popular. Durante los siglos 20 y 21, la fotografía y la pintura figurativa se han interesado también por los entornos urbanos. Se podrían usar estas representaciones artísticas de las ciudades como herramienta para entender su historia y sus valores, así como su identidad.

1.1.3. El ejemplo de Polonia, España y Lituania

El objetivo de este capítulo es mostrar la importancia de los valores culturales en la configuración de las ciudades europeas en los últimos 300 años y la razón por la que los espacios públicos debe ser adaptados y diseñados para transmitir nuevos valores como la sostenibilidad, la capacidad de cambio para adaptarse a las nuevas tecnologías a través del tiempo, así como su continuidad histórica, su pluralidad y diversidad, su identidad y sentido del lugar. Comprender estos valores puede ayudar a los que deben estudiar las iniciativas públicas a establecer mejor las prioridades en las acciones que deben realizarse, así como a diseñar un proceso más transparente en la toma de decisiones.

1.2. Valores culturales y espacios públicos urbanos

Pensar sobre los nuevos estratos materiales en la forma urbana histórica de nuestras ciudades es más importante de lo que percibimos. Están relacionados con los recuerdos de sus habitantes y, a veces, con acontecimientos importantes en sus vidas. Como ejemplo de esto, las plazas son “puntos de referencia” que pueden ser el escenario diario de sus vidas, cuando se emplean como mercados, uno de los usos más habituales en Europa. Como explican Bob Giddings, James Charlton and Margaret Horne (2011):

“De todos los tipos de espacios urbanos, las plazas son uno de los más representativos de los valores de las sociedades que las han creado – el ágora, el foro, el claustro, el patio de la mezquita, son ejemplos de ello. Sus funciones tradicionales incluyen:

- Comercial: comprar y vender, almacenar y fabricar;
- Información: difusión de noticias, lugar de actividad social;
- Ocio y entretenimiento: juegos, enseñanza, comida y conversación;
- Protección: milicia, entrenamiento y adiestramiento, reunión en momentos de peligro;
- Religiosa: inspiración divina y oración, espacios abiertos delante de una iglesia para el culto (French, 1983)” (Giddings, Charlton, Horne, 2011)

Analizaremos y explicaremos los usos y valores de una plaza pública seleccionada en cada una de las tres ciudades europeas de nuestro estudio, y como han ido cambiando estos espacios históricos. Antiguas fotos y pinturas muestran como fueron empleados, los objetos que existieron o no en ellos, incluyendo o excluyendo la vegetación, los monumentos o las estatuas, cambiando los pavimentos y las fachadas de los edificios...

1.2.1. Plaza urbana en Białystok, Polonia: “Rynek Kościuszki”

La plaza más importante en el centro de Białystok es “Rynek Kościuszki”. Fue el espacio principal de la parte residencial y privada de la ciudad, conectada con el palacio residencia de Branicki y su jardín barroco desde la segunda parte del siglo 18th (Dobroński, 2012). La plaza del mercado tuvo comercio tradicional, pero también funciones representativas, con un rico programa simbólico para la época. La vida diaria del mercado estaba rodeada por una bella composición escenográfica de espacios urbanos y de arquitectura. La torre del ayuntamiento se alzaba dominante sobre Białystok (Dolistowska, 2018) (Fig. 1.1a). Durante la Segunda Guerra Mundial, el ayuntamiento fue derribado por los soviéticos, que querían construir un monumento a Stalin en su lugar. Casi el 90% del centro de Białystok fue destruido durante la Segunda Guerra Mundial. El ayuntamiento, algunos de los edificios históricos alrededor de la plaza del mercado y el palacio de Branicki fueron reconstruidos totalmente o en su mayor parte después de la guerra, de forma similar a la Ciudad Antigua en Varsovia (Wicher, 2009). Estas actividades estaban dirigidas a reconstruir la identidad del lugar y el sentido de identificación social.

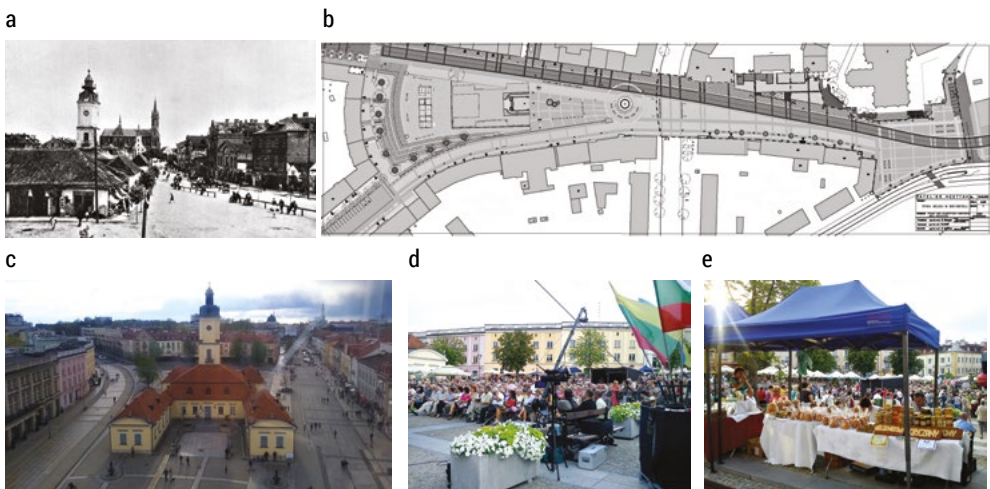


FIG. 1.1. La plaza “Rynek Kościuszki” en Białystok, Polonia a – Plaza del Mercado 1915–1920 (Fuente: WEB-1), b – Proyecto de re-evaluación 1ª década del siglo 20 (Fuente: D. Gawryluk, 2011), c – Plaza Kościuszko, parte este, en la 2ª década del siglo 21 (Fuente: WEB-2), d-e – Eventos en la plaza Kościuszko (Fuente: fotos de D. Gawryluk)

Hubo un espacio con flores, arbustos y árboles en la plaza Kościuszko en los años 1960 del siglo 20. Había también en este lugar un punto central importante del transporte público. Durante décadas, las plantas crecieron e hicieron que la forma y los

edificios que rodeaban la plaza de Kościuszko parecieran invisibles. La descuidada vegetación de esta zona la había convertido incluso en un lugar peligroso. Los valores históricos de este paisaje históricos fueron destruidos en ese periodo.

La última revitalización de “Rynek Kościuszki” es de la primera década del siglo 21 (proyecto del Atelier ZETTA) (Gawryluk, 2011) (Fig. 1.1b). La legibilidad de la plaza del mercado a escala urbana (los grandes árboles plantados después de la guerra se retiraron y trasplantaron en otra parte de la ciudad) y la funcionalidad espacial (cambio en la organización del tráfico) fueron restauradas. Los valores culturales de Białystok se reafirmaron mediante elementos contemporáneos, como los paneles con vistas antiguas de “Rynek Kościuszk”, un dibujo en el pavimento de la plaza mostrando el lugar de los antiguos edificios de la ciudad y el trazado de la vía Choroski, una escultura del pequeño Ludwik Zamechhoff (autor de la lengua esperanto) (Fig. 1.1c). Hoy en día, el mercado sirve como “salón urbano” – un lugar de encuentro donde numerosas actividades (culturales, sociales, representativas, mercados tradicionales...) tienen lugar – un punto de actividad social, un lugar donde un creciente número de residentes disfrutan de su tiempo libre, un sitio que es intencionadamente visitado por los turistas también. “Rynek Kościuszki” es uno de los principales puntos de referencia en Białystok debido a sus valores culturales (Fig. 1.1 d, e).

1.2.2. Plaza urbana en Madrid, España: “Plaza Mayor”

La denominación de “Plaza Mayor” puede traducirse como plaza principal de una ciudad y es, igual que la “Puerta del Sol”, uno de los “puntos de referencia” esenciales de Madrid. Ha mantenido muchas de sus funciones tradicionales, establecidas por French (French, 1983) (Giddings, Charlton, Horne, 2011), incluyendo la comercial (con sus tiendas bajo los arcos de sus soportales y como un popular mercado temporal navideño, incluso hoy en día), la de ocio y entretenimiento (también conservado con sus restaurantes, cafés y terrazas, con sus eventos culturales), ocasionalmente la de enseñanza (Valiente López, Izquierdo Gracia, Flórez de la Colina, García López de la Osa, González Rodrigo, Martínez Pérez, Llauradó Pérez, 2017), y la función de información (tanto por ser un lugar de actividad social como un importante punto de información municipal).

Construida en el siglo dieciséis, originalmente estaba fuera de las murallas de Madrid. El espacio de la “Plaza Mayor” se empleaba como un mercado en el que los madrileños podían encontrar productos más baratos que dentro la villa, ya que los que se vendían en el interior estaban gravados con un impuesto, el “portazgo” – literalmente, “tasa o pago por el paso por las puertas de las localidades” – que todos los comerciantes tenían que abonar si querían vender sus productos dentro de las murallas.

La transformación de la villa al ser designada como capital de España y el incremento de población resultante, hicieron que las autoridades municipales edificaran una nueva línea de murallas, integrando la Plaza Mayor en el interior de este nuevo recinto; la percepción como “borde” de este “punto de referencia” se transformó.

Además de ser el principal mercado central, algo más empezó a reflejarse en edificios singulares como la “Casa de la Panadería” – inicialmente había una tahona, en la que se fabricaba y vendía pan-, convirtiéndose en escenario de los actos solemnes de la Corona y la Iglesia (como ejecuciones públicas, procesos de canonización, “autos de fe” de la Inquisición) y de actividades festivas (corridas de toros, torneos, celebraciones) (Fig.1.2).



FIG. 1.2. Pinturas al óleo de la “Plaza Mayor” en Madrid, España. a – ca. 1623, b – 1634, c – entre 1675 y 1680 (Fuente: WEB-3)

Muchos símbolos del poder de la monarquía española se pueden encontrar aquí (placas conmemorativas, inscripciones, escudos, estatuas) y han permanecido en este lugar a pesar de las importantes transformaciones experimentadas por la ciudad.

La percepción de la forma de esta plaza cambió significativamente con la vegetación que tuvo en su centro o con los “recorridos” establecidos en su interior por el transporte público durante el siglo 20, como se puede apreciar en postales de los años 1950s (Fig.1.3). El movimiento de la gente seguía un trazado circular, siguiendo las líneas de tranvía, que hacía todavía más evidente la estatua central situada en el medio de la forma rectangular de la plaza.



FIG. 1.3. Fotos antiguas de la “Plaza Mayor” en Madrid, España (Fuente: a, b – WEB-3, c – WEB-4)

Actualmente, ha recuperado su importancia y significado simbólico para sus ciudadanos. Uno de los puntos de mayor interés turístico para nuestros visitantes, es todavía un importante lugar de encuentro no sólo para turistas sino también para los habitantes de la capital, los madrileños, y un espacio de ocio (Fig.1.4).



FIG. 1.4. “Plaza Mayor” en Madrid, España (Fuente: foto de M.A. Flórez de la Colina, 2016)

Las terrazas y restaurantes de la plaza ofrecen una forma única de disfrutar de nuestra cocina y el espacio público se emplea frecuentemente para conciertos y otras actividades culturales y deportivas, siendo un punto de información municipal importante. También se pueden realizar compras en los comercios que se pueden encontrar bajo sus arquerías. Se ha mantenido la costumbre del mercado dominical de sellos y monedas, así como del famoso mercado navideño de diciembre, el lugar tradicional para comprar adornos y figuras para el nacimiento o belén familiar.

1.2.3. Plaza urbana en Klaipeda, Lituania

En el siglo 17, la “Plaza del Teatro” era conocida porque en ella actuaban teatros itinerantes. Había un mercado, que conjuntamente con otros mercados formaba un largo y bastante amplio mercado, con comerciantes bulliciosos y atracciones (Tatoris, 1994). Las primeras plazas públicas y espacios ajardinados se construyeron en Klaipeda en la primera mitad del siglo 19. En 1819, después de rellenar una parte de los fosos del castillo, se abrió un nuevo mercado en el espacio de trazado irregular, en el borde del cual se construyó un nuevo edificio. La actual “Plaza del Teatro” se situó entre dos plazas de mercado existentes y se convirtió ella misma en parte de un gran espacio de mercado (Tatoris, 1994). En 1850 se diseñó una plaza en el lugar actual de la “Plaza del Teatro”, que pronto se empleó para el comercio (Fig.1.5).

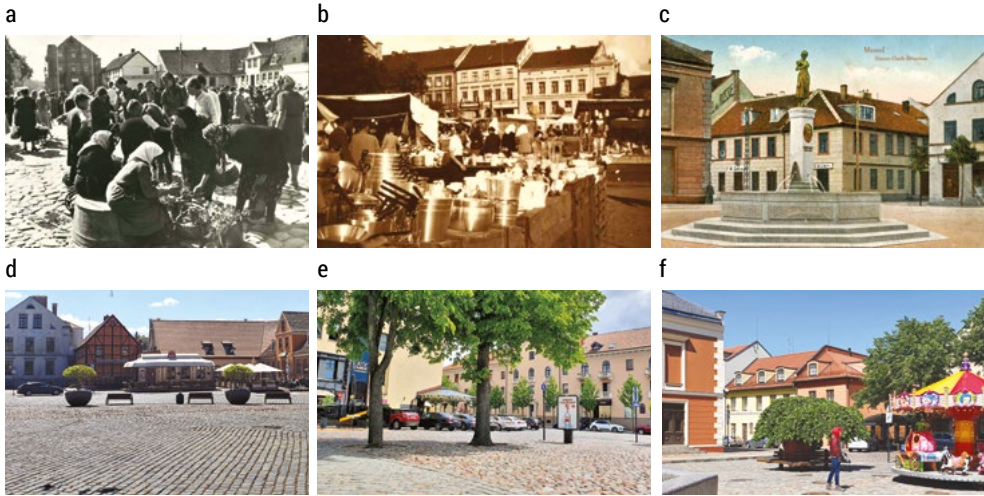


FIG. 1.5. Plaza del Teatro desde el siglo 19 a la actualidad, Klaipėda, Lituania (foto de Klaipėda County Public Ieva Simonaitė Library (Fuente: a, b – WEB-5, c – WEB-6 and d, e, f – fotos de Martynas Vainorius)

Durante mucho tiempo la ciudad antigua acababa en una calle y, cuando se construyó allí el teatro, se formó una plaza. Esta plaza se transformó en un elemento espacial completo de la ciudad en la segunda mitad del siglo 19 (Fig. 1.5). En el siglo 20, se pensó en cómo mejorar el uso de la “Plaza del Teatro”. Se pensó en ajardinar una parte y dejar la otra libre para reuniones públicas. Se decidió construir una fuente en el medio y una plaza triangular alrededor; pero, aunque se construyó la fuente en 1912 (Fig. 6), la idea del espacio ajardinado fue abandonada (Tatoris, 1994). El monumento creado por A. Künne en memoria del poeta Simon Dach (1605–1659), un poeta nacido en Klaipėda y profesor de la Universidad de Karaliaučius, se mantuvo en la Plaza del Teatro” hasta 1939 con una escultura de Tarava Anike.



FIG. 1.6. La escultura de Tarava Anike con la fuente en la “Plaza del Teatro”, Klaipėda, Lituania (Fuente: a, b – WEB-6, c – Klaipėdos architektūra, 2020)

Los edificios que formaban la plaza fueron dañados de forma importante durante la Segunda Guerra Mundial. Los almacenes situados en la parte posterior del teatro, un edificio comercial, un bloque en la parte más baja de la plaza, fueron demolidos. En 1963, en el Proyecto de reconstrucción de la ciudad antigua, preparado por

V. Jurkstas, S. Cerskute and V. Parciauskas, se propuso aumentar el espacio situado delante del teatro derribando los edificios existentes en la parte baja, incluir vegetación, instalar un espacio de aparcamiento, añadir una extensión al banco. Como resultado de estas modificaciones, se cambiaron las características del planeamiento urbano y de la funcionalidad de la plaza. A pesar de que el teatro era el edificio más importante en términos de composición y función, el nuevo trazado de la plaza ya no lo representaba (Butkus et al., 2015). El único camino que cruzaba la plaza diagonalmente parecía enfatizar que su propósito principal era permitir el paso del tránsito de peatones hacia el río. Después de plantar arbustos y árboles, la plaza se había convertido en un espacio ajardinado. La “Plaza del Teatro”, que funcionó como una plaza ajardinada durante mucho tiempo después de la guerra, no tomó su forma actual hasta el final de los años 1990s. Se construyó un anexo al teatro para separar la plaza de la calle Sukileliu (ahora Pilies), muy transitada, y se restauró la escultura de Tarava Anike añadiendo una fuente, transformándola en una nueva atracción emocional de la ciudad (Butkus et. al., 2015) hasta el día de hoy (Fig.1.6).

1.3. Integración de valores culturales históricos y necesidades de las ciudades contemporáneas

Muchas ciudades en Europa han sido destruidas por guerras en diferentes periodos de nuestra historia. La Comunidad Europea, después de la Segunda Guerra Mundial, fue creada para intentar evitar esta amenaza de destrucción de los seres humanos: “A partir de 1950, la Comunidad Europea del Carbón y del Acero comienza a unir a los países europeos económica y políticamente para asegurar una paz duradera. Los seis países fundadores son Bélgica, Francia, Alemania, Italia, Luxemburgo y los Países Bajos” (Unión Europea, 2020). Los valores culturales son fundamentales para construir la paz o como dijo Jean Monnet: „Si tuviera que volver a hacerlo, empezaría por la cultura” (citado por Jahier, 2016).

1.3.1. Una ciudad con testimonios de antiguas comunidades religiosas: Białystok, Polonia

Białystok fue una ciudad multicultural y multi-religiosa antes de la Segunda Guerra Mundial. Había judíos (40%), católicos (30%), ortodoxos cristianos (15%), protestantes (4%) y de otras religiones (Dobroński, 2012). Su diversidad estaba marcada en el paisaje urbano por objetos relacionados con la religión: templos y cementerios. Los judíos eran la parte más numerosa de la sociedad en Białystok, que tenía unas 60 sinagogas en el área urbana (Dobroński, 2012; Dolistowska, 2018). Hoy, la estructura de denominaciones en Białystok es la siguiente: católicos (60%), ortodoxos cristianos (15%), iglesias protestantes (menos del 1%) y otras.



FIG. 1.7. Monumento de la Gran Sinagoga en Białystok, Polonia: a – Antigua plaza del cementerio en la calle Bema, b – Monumento de la Gran Sinagoga, c – Placa conmemorativa con vista de la antigua Gran Sinagoga (Fuente: fotos de D. Gawryluk)

La comunidad judía fue casi completamente destruida durante la Segunda Guerra Mundial. En el paisaje contemporáneo de Białystok, las evidencias de la antigua diáspora judía son algunos edificios adaptados a nuevas funciones (sinagoga Piaskower – Universal Podlaski ahora, Sinagoga Beit Szmuel – sin uso actualmente, Sinagoga de Cytrons – Galería Slendzinski actualmente), áreas verdes ajardinadas establecidas sobre los antiguos cementerios judíos (el Parque Central realizado como acción comunitaria en los años 60/70s del siglo 20 en el lugar del Viejo Cementerio Judío, la plaza situada al lado de la calle Bema diseñada por Jerzy Grygorczuk en la primera década del siglo 21 en el lugar de un antiguo cementerio) (Fig.1.7a), más y más monumentos, símbolos y paneles de información en el espacio urbano, como el Monumento a la Gran Sinagoga, con la plaza y la maqueta del edificio para restaurar la memoria de la mayor sinagoga de Białystok (autor de la idea Michał Flikier, diseño y realización por los artistas: Maria Dżugała-Sobocińska, Stanisław Ostaszewski, Dariusz Sobociński, 2008) (Fig.1.7b, c). El monumento no es fácil de encontrar ya que la estructura urbana cambió después de la Segunda Guerra Mundial y el área del antiguo distrito judío es casi invisible en el paisaje urbano.

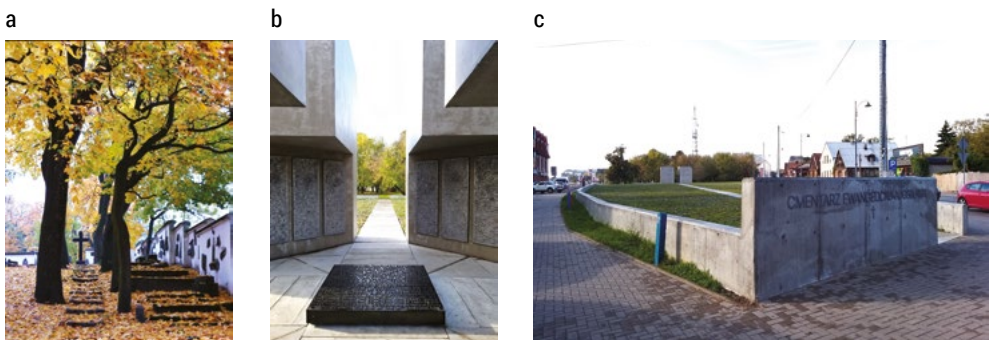


FIG. 1.8. Antiguos cementerios Evangélicos en Białystok, Polonia: a – Lapidarium de la calle Wasilkowska, b – Monumento en la plaza Sienny (Fuente: a, b fotos de D. Gawryluk), c – Plaza Sienny, Sienny Rynek (Fuente: WEB-7)

Los seguidores de la iglesia Evangélica de Augsburgo fueron numerosos entre el siglo 17 y el 19. Ahora están casi ausentes en la comunidad de Białystok. Áreas de los dos antiguos cementerios están señaladas en el paisaje urbano: 1) como un lapidarium (1994–1996 diseñado por Jerzy Grygorczuk) con una colección de lápidas y tumbas cerca de la calle Wasilkowska (Fig.1.8a) and 2), una nueva escultura y zona verde en la plaza Sienny (Rynek Sienny) realizada de acuerdo con la idea del escultor Jarosław Perszko en 2020 (Fig.1.8b). Las líneas cruzadas del monumento y de la plaza son un símbolo de la intersección de las diferentes culturas y comunidades en Białystok (Fig.1.8c).

Los cementerios religiosos fueron absorbidos por la ciudad y su funcionalidad cambió. Los proyectos de Białystok se basan en la integración de vegetación y de historia en los lugares de los antiguos cementerios judíos y evangélicos.

1.3.2. Una ciudad histórica con “espíritu internacional”: Madrid, España

Un templo histórico egipcio se trasladó desde Egipto a Madrid, pero no muchos de sus habitantes conocen la importancia de este “punto de referencia” urbano. La construcción de la presa de Asuán en el inicio de los años 1960’s iba a inundar numerosos edificios históricos en el valle de Nubia. La primera colaboración internacional para rescatarlos fue establecida por la UNESCO. España fue recompensada por su contribución con el templo de Devod regalado por Egipto, transferido a Madrid desde Alejandría e instalado en la montaña de Príncipe Pío.



FIG. 1.9. “Templo de Debod” en Madrid, España (Fuente: M.A. Flórez de la Colina, 2020)

El trabajo de reconstrucción y restauración en Madrid lo hicieron Manuel Herrero Palacios y Martín Almagro Basch (arqueólogo), pero no hasta 1970–1971. Se hicieron restituciones con sillares de piedra de Sotomayor y, dos de los elementos originales de los tres iniciales, se colocaron en el eje de acceso, de una suave pendiente, dentro de un estanque artificial integrado en el remodelado del parque en el que está situado (Fig. 1.9, 1.10).

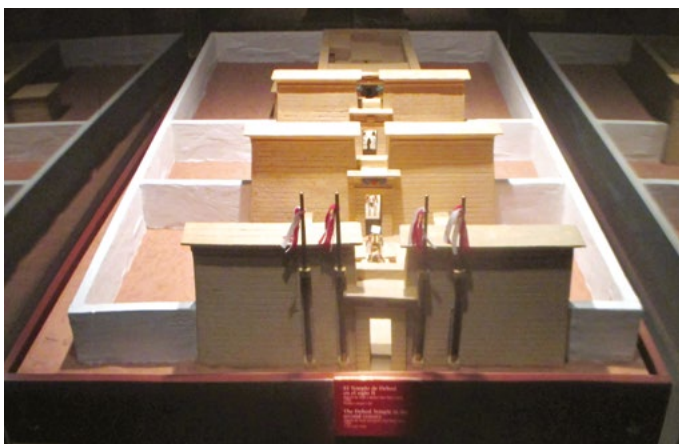


FIG. 1. 10. Maqueta del “Templo de Debod” como era en el siglo 2, situada dentro del museo (Fuente: M.A. Flórez de la Colina, 2020)

Estudios recientes indican un progresivo deterioro del templo debido a problemas ambientales, generando una controversia sobre las acciones futuras para una mejor conservación (Arquitectura de Madrid, 2020).

1.3.3. Una ciudad que integra espacios verdes e historia: Klaipeda, Lituania

Las zonas verdes de la ciudad de Klaipeda y su periferia tienen un significado funcional y estético. Fuertes vientos marinos y arena impulsada por ellos dan valor a la creación de barreras protectoras. Para embellecer la ciudad, se crearon plazas y zonas verdes. Se arreglaron otras y se decoró el cementerio con arbustos y flores. Ya en la segunda mitad del siglo 18, por orden del gobierno prusiano, se plantaron árboles en las calles de Klaipeda (Tatoris, 1994). A mitad del siglo 19, se plantaron en el paseo, de cinco kilómetros de longitud. Había parques de estilo inglés en el borde de este camino. Con el tiempo, se añadieron jardines y plazas. En el siglo 19, las grandes estaciones de ferrocarril hacían necesarias las plazas y dos de ellas fueron instaladas cerca de la de Klaipeda. En el siglo 20, el diseño de parques y plazas se hace más rígido, con formas geométricas estrictas. Se añade a las zonas verdes urbanas existentes un cementerio. Además del respeto por los antepasados fallecidos, tiene también un importante significado como educación estética (Tatoris, 1994). En la historia de Klaipeda hubo muchos cementerios, cada comunidad tenía el suyo. En 1820, se abrió un nuevo cementerio para la ciudad, en el que cada uno podía encontrar su lugar. Se decidió con antelación plantar árboles en él (Demereckas, 2014). El cementerio cuidadosamente mantenido se convirtió en un lugar tranquilo, considerado un orgullo de Klaipeda. El plano de 1840 ya muestra el nuevo cementerio de la ciudad,

diseñado en estilo clásico (Fig. 1.11), que estaba dividido en cuatro rectángulos de igual tamaño. Después del gran incendio de 1857, se realizó un amplio nuevo camino al cementerio (Demereckas, 2014) (Fig. 1.11).



FIG. 1.11. Cementerio de la ciudad desde el siglo 19 al 20, Klaipeda, Lituania (Fuente: fotos de Demereckas, 2014)

El cementerio había sido rediseñado: se formó una plaza semicircular en la parte oeste en frente del cementerio. El cementerio municipal era como un parque, agradable para pasear (Fig. 1.11). En la transición del siglo 19 al 20, la expansión urbana empieza a acercarse a estos cementerios. En 1944–45, Klaipeda perdió la mayor parte de su población, por lo que este cementerio no tuvo ya una función conmemorativa. Para los nuevos dirigentes de la ciudad, el cementerio se convirtió en un lugar para obtener beneficios. Al final de los años 1960s, las verjas metálicas y las cruces eran robadas en el cementerio, las lápidas de mármol se quitaban y algunos residentes plantaban patatas. En 1957, se decidió cerrar el cementerio y transformarlo en una zona verde urbana. Pero se tardó en conseguirlo. En los años setenta, cuando los gestores municipales consiguieron revivir e implementar la idea de crear un parque en el antiguo cementerio, el nombre de M. Mazvydas fue elegido para este parque (Klaipėdos skulptūrų parkas ir jo tapatumų iššūkiai, 2012). Tenía que convertirse en un parque de esculturas, no sólo con un propósito recreativo sino también como exposición y las esculturas tenían que ser creadas en Klaipeda y donadas a la ciudad. Actualmente, 116 esculturas de varios temas son exhibidas en el Parque de Esculturas de Klaipeda, creadas por 67 escultores en los simposios de escultores en Smiltyne (1977–1991) (Fig. 1.12).



FIG. 1.12. Cementerio de la ciudad desde el siglo 19 al 20, Klaipeda, Lituania (Fuente: foto de Žygmantas Gedvilas)

Los simposios de escultores tuvieron lugar durante el verano y fueron la iniciativa cultural más significativa de este periodo, no sólo en la ciudad sino en todo el país. En 1986 el Parque de Esculturas de Klaipeda fue declarado monumento natural de importancia local. Cada escultura del parque tiene su propia historia, un cierto significado o idea. En este parque de esculturas también se pueden encontrar lápidas sepulcrales que recuerdan la historia de la ciudad de Klaipeda desde la primera mitad del siglo 19 al siglo 20 (Fig. 1.12). Actualmente, el espacio del Parque de Esculturas incluye y une diferentes dimensiones (*Skulptūru parko istorija*, 2017): 1. Legado histórico, que conmemora la memoria de los personajes famosos enterrados en el cementerio de la ciudad; 2. Legado artístico de escultura decorativa moderna, que está actualmente bien conservado y mantenido; 3. Uso del lugar como espacio público para actividades culturales.

1.4. Conclusiones

Los valores culturales de estas tres ciudades europeas pueden ser un ejemplo de lo que ya se está haciendo, pero también de las posibilidades que esto puede tener para entender mejor tanto nuestro pasado como nuestro presente, para construir un futuro más sostenible y resiliente, compartiendo y comunicando esto a los nuevos ciudadanos europeos.

Referencias

1. Arquitectura de Madrid (2020) *Templo de Devod*. Artículo online en el “sitio web” de la *Fundación Arquitectura COAM*. Disponible en: <http://guia-arquitectura-madrid.coam.org/#inm.F2.1> (consultado: 16/10/2020)
2. Butkus, T. S., Safronovas, V., Petrulis, V. (2015) *Klaipėdos urbanistinė raida, 1945–1990*. Vilniaus dailės akademija. [ISBN 978-609-9546-469]
3. Demereckas, K. (2014). *Klaipėdos istoriniai parkai ir želdynai*. Klaipėda. [ISBN 978-609-8094-11-4]
4. Dobroński, A. Cz. ed. (2012) *Historia Białegostoku*, Wydawnictwo Sąsiedzi, Białystok [ISBN: 978-83-934373-0-6]
5. Dolistowska, M. (2018) *Wposzukiwaniu Tożsamości miasta. Architektura I urbanistyka Białegostoku w latach 1795–1939*. 2nd ed. Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok [ISBN 978-83-7431-530-2]
6. European Union (2020) *The history of the European Union*. Artículo online en el “sitio web” de la Unión Europea. Disponible en: https://europa.eu/european-union/about-eu/history_en (Consultado: 16/10/2020)

7. Gawryluk, D. (2011) *Contemporary building technologies used to reconstruction and modernisation of historical places and architectural monuments in Białystok*. Technical Transaction. Architecture. Czasopismo Techniczne. Architektura, R. 108, Z. 11, 2-A1, pp. 57–64 [online: <https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/resources/32239>]
8. Giddings, B., Charlton, J., Horne, M. (2011), *Public squares in European city centres*. En: *Urban Design International*, 16 (3). pp. 202–212. ISSN 1357-5317. Y, citado por ellos: French, J.S. (1983) *Urban Space – A Brief History of the City Square*, 2nd ed. Iowa: Kendall Hunt Publishing.
9. Jahier, L. (2016) “Foreword”. Cita de Jean Monnet. En: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P. iii [Estudio de: *Culture Action Europe y Agenda 21 for Culture – UCLG*]. Consultado en: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4](Consultado: 16/10/2020)
10. *Klaipėdos architektūra*. (2020). Disponible en: <https://www.vle.lt/Straipsnis/Klaipedos-architektura-125278>
11. *Klaipėdos skulptūrų parkas ir jo tapatumų iššūkiai*. (2012). Klaipėda. [ISBN 978-609-404-134-1]
12. Lynch, K. (1960) *The Image of the City*. The MIT Press. [ISBN 0-262-62001-4].
13. Merriam-Webster (2020), *Cityscape definition*. [Online dictionary]. Retrieved from: www.merriam-webster.com/cityscape. Collins English Dictionary (2020) *Cityscape definition*. [Online dictionary]. Disponible en: www.collinsdictionary.com/cityscape. (Consultado: 16/10/2020)
14. Rosmalia, D. Martokusumo, W. (2012) *The Notion on Urban Cultural Landscape from the Perspective of Landscape Architecture Case Study: Cirebon City, West Java* [In:] *Arte – Polis 4 International Conference – Creative Connectivity and the Making of Place*. – p. 719–728.
15. *Skulptūrų parko istorija*. (2017). Article from History Museum of Lithuania Minor, Klaipėda, Lithuania website. Disponible en: <https://www.mlimuziejus.lt/lt/skulpturu-parkas/klaipedos-m-skulpturu-parko-istorija/skulpturu-parko-istorija/>
16. Tatoris, J. (1994). *Senoji Klaipėda. Urbanistinė raida ir architektūra iki 1939 metų*. Vilnius. [ISBN 5-420-00510-7]
17. UNESCO (2011) *UNESCO Recommendation on the Historic Urban Landscape. And Second Consultation on the 2011 Recommendation on Historic Urban Landscape Implementation by Member States, 2019*. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/hul/> (Consultado: 16/10/2020)
18. United Nations (2014) *World Urbanization Prospects (Revisions)* Department of Economic and Social Affairs. Disponible en: <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>. In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P.2 [Estudio de *Culture Action Europe y Agenda 21 for Culture – UCLG*]. Disponible: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4] [Consultado: 16.10.2020]
19. Valiente López, M., Izquierdo Gracia, P.C., Florez de la Colina, M.A., García López de la Osa, G., González Rodrigo, S., Martínez Pérez, I., Llauredó Pérez, N. (2017) *The enchantment of pencil drawing in Madrid: gamebased learning and architectural sketches of “Plaza Mayor” square*. [In:] ICERI 2017 Proceedings, 2017, pp. 355–362. [doi: 10.21125/iceri.2017.0149]

20. Voices of Culture (2016), *Promoting Intercultural Dialogue and Bringing Communities Together Through Culture in Shared Public Spaces*. Brainstorming report (to be published). In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P.8 [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Disponible en: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4]
21. WEB-1: Website <https://polska-org.pl> [Online] Antigua foto de H. Poddębski: *Market Square 1915–1920, Białystok, Poland*. (1915–20). Disponible: <https://polska-org.pl/8100356,foto.html?idEntity=7143859> [Consultado: 10.10.2020]
22. WEB-2: Website <https://www.portalsamorzadowy.pl> [Online] Fig. 1 c) Photo: *Kościuszko Square, eastern part, the 2nd decade of the 21st c*. Disponible: <https://www.portalsamorzadowy.pl/serwis/top-inwestycje-polski-wschodniej/nominacje/61851.html> [Consultado: 10.10.2020]
23. WEB-3: Website Memoria de Madrid <http://www.memoriademadrid.es> [Online] Pintura al óleo: Fig. 2 a) De la CORTE, J. (ca. 1623) *Fiesta real en la Plaza Mayor* (Pintura al óleo). Inv. 3422. Casa de la panadería, Plaza Mayor. Disponible: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=9990&num_id=10&num_total=210. Fig. 2 b) Autor desconocido (1634) *Perspectiva de la Plaza Mayor, con la comitiva de Felipe III camino de la calle Mayor* (Pintura al óleo) „Segobiana / El Alcázar”. Inv. 3152. Casa de la Panadería, Plaza Mayor, Ayuntamiento de Madrid. Disponible: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10006&num_id=108&num_total=210. [Consultado: 16.10.2020]. Fig. 2 c) Autor desconocido (entre 1675 y 1680), *Vista de la plaza Mayor en fiesta de toros* (Pintura al óleo). Inv. 4004. Casa de la Panadería, Plaza Mayor, Ayuntamiento de Madrid. Disponible: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=140406&num_id=33&num_total=210 [consultado: 16.10.2020] Fig. 3 a) Autor desconocido (1916–1923). Museo Historia: Inv. 1991/1/590. Disponible: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10403&num_id=15&num_total=568. [Consultado: 16.10.2020] Fig. 3 b) Lacoste, J. (1906–1914). *Museo Historia*: Inv. 31234. Disponible: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10581&num_id=105&num_total=213. [Consultado: 16.10.2020]
24. WEB-4: Website www.delcampe.net [Online] Antigua foto de la “Plaza Mayor” en Madrid, España” (postal antigua). [Consultado: 16.10.2020]
25. WEB-5: Website <http://adm.klavb.lt/de/adm/> [Online] Fig. 5 a, b – *Theatre square history, Klaipeda County Public leva Simonaityte Library (AdM archive)* [Consultado: 28.09.2020]
26. WEB-6: Website <http://www.krastogidas.lt/objektai/5-paminklas-simonui-dachui-skulptura-taravos-anike> [Online] Fig. 6 a, b – *Tarava Anike* [Consultado: 09.10.2020]
27. Wicher, S. (2009) *Życie architektury. Życie i twórczość Stanisława Bukowskiego*. Białostockie Zakłady Graficzne S.A., Białystok [ISBN 978-83-89231-10-9]

1. WALORY KULTUROWE KRAJOBRAZU MIEJSKIEGO

*M.A. Flórez de la Colina (UPM), D. Gawryluk (BUT), J. Kučinskienė (KVK),
P.C. Izquierdo Gracia (UPM), G. Ivavičiūtė (KVK)*

1.1. WPROWADZENIE

1.1.1. Krajobraz miejski i wartości kulturowe

Jakie są wartości współczesnych miast, spośród których część ma korzenie jeszcze z czasów antycznych? Jest to pytanie trudne do odpowiedzi, ale istotne, ponieważ większość ludzkości mieszka w miastach i tendencja jest taka, że faktyczny jej odsetek będzie wzrastał (ONZ, 2014). Atrakcyjność osiedli miejskich leży u podstaw ludzkiej kultury, ich modernizacja zwiększa zainteresowanie nimi, powodując jednocześnie brak równowagi między małymi miejscowościami a metropoliami. Aby przywrócić nowe zrównoważone podejście do dalszego rozwoju miast, musimy wiedzieć, jakie są ich wartości urbanistyczne oraz lepiej zrozumieć ich środowisko.

W większości słowników (Merriam-Webster, Collins English Dictionary, 2020) krajobraz miejski jest opisywany jako:

1. Widok miasta jako sceny.
2. Artystyczne przedstawienie miasta, pejzażu miejskiego (druk, rysunek, fotografia).
3. Środowisko miejskie, konfiguracja form zbudowanych i przestrzeni pomiędzy nimi.

Miejski krajobraz kulturowy powstaje w wyniku ingerencji człowieka w jego scenę, stanowiącą specyficzny i unikalny krajobraz miejski. Ten kształt tworzy wizerunek miasta, który buduje jego tożsamość. Miejski krajobraz kulturowy jest odzwierciedleniem fizycznych i kulturowych warunków w regionie, występujących wpływów politycznych, gospodarczych i społecznych, poczynając od przeszłości, przez teraźniejszość do przyszłości. Można więc powiedzieć, że morfologia miasta wynika z miejskiego krajobrazu kulturowego (Rosmalia, Martokusumo, 2012).

Chcielibyśmy prześledzić wartości, które są reprezentowane jako formy symboliczne w materialnej, zbudowanej przestrzeni miast europejskich, za pomocą metodologii podobnej do tej, którą wykorzystał Kevin Lynch (1960) do badania trzech miast amerykańskich. Ustalił on, że obrazy miejskie są powiązane z: 1) „landmarkami” (punktami orientacyjnymi), zwykle utożsamianymi z budynkami lub przestrzeniami publicznymi w ich pobliżu, stanowiącymi punkty odniesienia w strukturze miasta i wspomnieniach dla większości jego mieszkańców; 2) „węzłami” – pomiędzy obszarami lub dzielnicami; 3) „dzielnicami” – średnimi lub dużymi obszarami w mieście, o cechach wspólnych; 4) „krawędziami” – albo rzeczywistymi, takimi jak mury w mieście lub linie nabrzeży, albo po prostu postrzeganymi tak przez mieszkańców; 5) „ścieżkami” jak np. ulicami, liniami kolejowymi, kanałami lub innymi przestrzeniami, po których ludzie się poruszają lub podróżują (Lynch, 1960). Dodamy kilka innych podstawowych elementów, które zostały ustanowione w XXI wieku przez UNESCO, jako część koncepcji „Historyczny krajobraz miejski” („Historic Urban Landscape, HUL” UNESCO, 2011).

Postaramy się przybliżyć te wartości, odnosząc nasze badania do trzech miast europejskich, o różnej wielkości i lokalizacji: Białegostoku (Polska), Madrytu (Hiszpania) i Kłajpedy (Litwa).

1.1.2. Budynki, przestrzenie publiczne i sztuka reprezentująca miasto, jako sposób przekazania jego wartości

Przestrzeń publiczna odegrała bardzo ważną rolę zarówno w planowaniu miasta, jak i w rozwoju kultury, szczególnie istotną we współczesnych miastach europejskich XX wieku. W ostatnich dwóch dekadach początku XXI wieku, dramatyczne problemy zmieniły nasz pogląd na otwarte przestrzenie stanowiące dotychczas rdzeń życia w miastach zachodnich. Ataki terrorystyczne, ale także choroby, takie jak Covid-19 skłaniają nas do myślenia o projektowaniu przestrzeni publicznej. Ponieważ „przestrzeń publiczna wydaje się być zagrożona” (Voices of Culture, 2016), musimy określić jej wartości dla obywateli.

Wartości kulturowe są powiązane z tożsamością, co zostało ustalone w wielu studiach i badaniach. Myśląc o wizerunku (krajobrazie) europejskiego, historycznego miasta, większość z nas pamięta jakiś obiekt, taki jak wieża Eiffla w Paryżu czy wieża Big Ben w Londynie, ale także krajobraz miasta, z punktu widokowego. Od XVII wieku wielu artystów malowało miasta podobnie jak uczynił to na słynnym „Widoku Delft” (1660–1661) Jan Vermeer. Malarstwo pejzażowe stało się popularne w Europie w XVIII i XIX wieku, a zbiory widoków miast przechowywano w pałacach. Malarze impresjonistyczni spopularyzowali jako temat krajobrazy miejskie. W XX i XXI wieku fotografia i malarstwo figuratywne również były zainteresowane scenerią miejską. Możemy wykorzystać te artystyczne prezentacje miast, jako narzędzie do zrozumienia ich historii i wartości w takim samym zakresie jak ich tożsamości.

1.1.3. Przypadki Polski, Hiszpanii i Litwy

Celem tego rozdziału jest przedstawienie znaczenia wartości kulturowych w kształtowaniu miast europejskich w ciągu ostatnich 300 lat oraz powodów, dla których przestrzenie publiczne powinny być dostosowywane i projektowane w taki sposób, aby przekazywały nowe wartości, takie jak zrównoważony rozwój, zdolność do zmian w dostosowywaniu się do nowych technologii, jak również ciągłość historyczną, pluralizm i różnorodność oraz tożsamość i identyfikowanie się z miejscem. Zrozumienie tych wartości może pomóc decydentom w lepszym ustalaniu priorytetów działań do wykonania i bardziej przejrzystym procesie podejmowania decyzji.

1.2. Wartości kulturowe i miejska przestrzeń publiczna

Zdajemy sobie sprawę, że myślenie o nowych warstwach opartych na historycznym, urbanistycznym wzorcu naszych miast jest ważniejsze niż dotychczas uważaliśmy. Są one związane ze wspomnieniami mieszkańców, a czasem z wydarzeniami z ich życia. Na przykład **place miejskie są „landmarkami”, które mogą być scenariuszem codziennego życia**, gdy są wykorzystywane jako targowiska, co jest jednym z bardziej powszechnych zastosowań w Europie. Jak wyjaśnili Bob Giddings, James Charlton i Margaret Horne (2011):

„Spośród wszystkich typów przestrzeni miejskich place są najbardziej reprezentatywne dla wartości społeczeństw, które je stworzyły – przykładami są agora, forum, klasztorne krużganek, dziedzińce meczetu. Tradycyjne funkcje obejmowały:

- Handel: kupno i sprzedaż, przechowywanie i produkcja;
- Informację: rozpowszechnianie wiadomości – miejsca działalności społecznej;
- Rekreację: gry, naukę, lunch i rozmowę;
- Ochronę: milicję, szkolenie i musztrę, gromadzenie się w czasie zagrożenia
- Pobożność: święte natchnienie i modlitwę, otwartą przestrzeń przed kościołem przeznaczoną na nabożeństwo (French, 1983)” (Giddings, Charlton, Horne, 2011)

Przeanalizujemy i wyjaśnimy sposoby wykorzystania i wartości jednego wybranego placu w każdym z trzech miast europejskich objętych naszym badaniem oraz to, jak zmieniały się te historyczne przestrzenie publiczne. Dawne zdjęcia i obrazy pokazują, jak place były użytkowane, prezentują niektóre istniejące lub nieistniejące przy nich obiekty, włączanie lub niewłączanie zieleni, pomników czy posągów, wymianę posadzki placów i jego fasad...

1.2.1. Plac miejski w Białymstoku, Polska: „Rynek Kościuszki”

Najważniejszym placem w centrum Białymstoku jest Rynek Kościuszki. W poł. XVIII w. stanowił on główną przestrzeń miasta rezydencjonalnego powiązanego z barokowym założeniem pałacowo-ogrodowym Branickich (Dobroński, 2012). Rynek pełnił wówczas tradycyjne funkcje targowe ale także reprezentacyjne, z bogatym programem symbolicznym. Był szczególną scenografią, pięknie wkomponowaną, otaczającą codzienne życie. Dominująca wieża ratusza górowała nad Białymstokiem (Dolistowska, 2018) (Fig.1.1a). W okresie II wojny światowej ratusz został rozebrany przez Sowietów, którzy w jego miejscu chcieli wznieść pomnik Stalina. W czasie II wojny światowej blisko 90% centrum Białegostoku zostało zniszczone. Po wojnie ratusz, część zabytkowych obiektów wokół rynku i pałac Branickich zostały odbudowane lub w znacznym stopniu zrekonstruowane, podobnie jak to uczyniono ze Starym Miastem w Warszawie (Wicher, 2009). Działania te miały na celu odbudowanie tożsamości miejsca i poczucia identyfikacji społecznej.

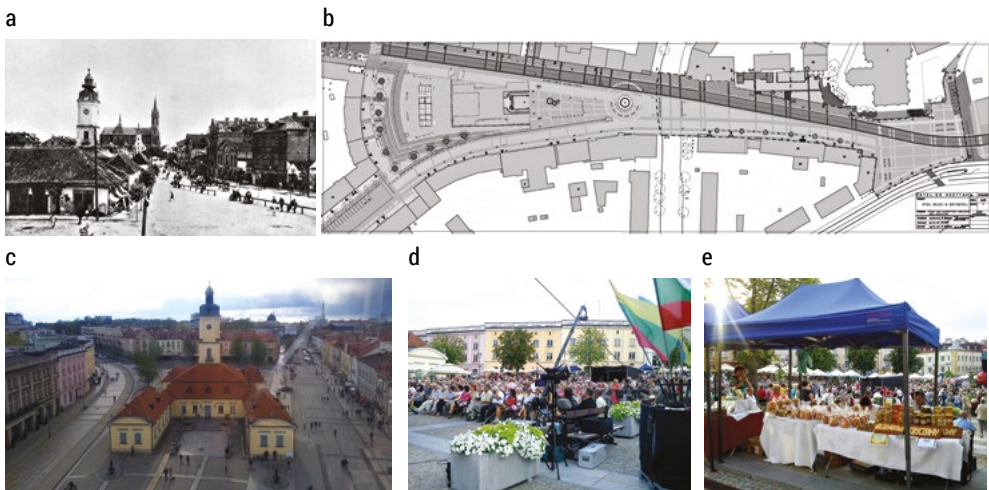


FIG. 1.1. „Rynek Kościuszki” rynek w Białymstoku, Polska a – Rynek 1915–1920 (źródło: WEB-1), b – projekt rewaloryzacji, 1. Dekada XXI wieku (źródło: D. Gawryluk, 2011), c – Rynek Kościuszki, część wschodnia, 2. Dekada XXI wieku, d-e – wydarzenia na Rynku Kościuszki (źródło: c, d, e fot. D. Gawryluk)

W latach 60. XX wieku na Rynku Kościuszki znajdował się skwer pełen kwiatów, krzewów i drzew. Był to również ważny punkt przesiadkowy transportu miejskiego. Na przestrzeni dekad rośliny rozrosły się i przesłoniły przestrzeń rynku, jego kształt i zabudowę wokół. Przestrzeń z niepielęgowaną zielenią stała się nawet niebezpieczna. Ostatni raz Rynek Kościuszki został poddany rewitalizacji w 1. Dekadzie XXI wieku. (projekt Atelier ZETTA) (Gawryluk, 2011) (Fig. 1.1b). Przywrócono czytelność skali

rynku miejskiego (duże drzewa z okresu po II wojnie światowej zostały przesadzone z rynku w inne miejsca miasta) i poprawiono jego funkcjonalność (zmieniono organizację ruchu samochodowego). Wartości kulturowe miejsca są potwierdzone współczesnymi elementami takimi jak gablota ze starymi widokami rynku, rysunek na posadzce pokazujący plan dawnej wagi miejskiej oraz przebieg traktu Choroskiego, rzeźbę małego Ludwika Zamenhofs (autora języka Esperanto) (Fig. 1.1c). Współcześnie rynek spełnia funkcję salonu miejskiego – przestrzeni spotkań, w której odbywają się liczne wydarzenia (kulturalne, społeczne, państwowe, tradycyjne jarmarki) – to miejsce aktywności społecznej, w którym coraz większa liczba mieszkańców spędza czas, i które chętnie odwiedzają turyści. Rynek Kościuszki jest jednym z wiodących „landmarków” Białegostoku głównie z powodu swoich wartości kulturowych (Fig. 1.1d, e).

1.2.2. Plac miejski w Madrycie, Hiszpania: “Plaza Mayor”

Nazwę “Plaza Mayor” można przetłumaczyć jako Rynek Główny i jest to, podobnie jak „Puerta del Sol”, jeden z podstawowych „landmarków” miasta. Plac zachował większość tradycyjnych funkcji ustanowionych przez Francuzów (French, 1983) (Giddings, Charlton, Horne, 2011), m. in. handel (ze sklepami pod arkadami i do dziś popularny zimowy jarmark), rekreację (także prowadzone wraz z restauracjami, kawiarniami i tarasami, wydarzenia kulturalne na świeżym powietrzu), okazjonalnie nauczanie (Valiente López, Izquierdo Gracia, Florez de la Colina, García López de la Osa, González Rodrigo, Martínez Pérez, Llauradó Pérez, 2017), informację (zarówno jako miejsce działalności społecznej jak i ważny punkt informacji miejskiej).

Zbudowany w XVI wieku, pierwotnie znajdował się poza murami Madrytu. Przestrzeń „Plaza Mayor” była wykorzystywana jako rynek, na którym mieszkańcy Madrytu mogli znaleźć produkty tańsze niż te w obrębie miasta, ponieważ nie były one opodatkowane „portazgo” – dosłownie „podatek od bramy” – który wszyscy kupcy musieli płacić chcąc sprzedawać wewnątrz murów.

Transformacja miejscowości po nominacji jej na stolicę Hiszpanii i wynikający z tego wzrost liczby ludności, zmotywowały władze do zbudowania nowej linii murów obronnych, dzięki czemu Plaza Mayor miał zostać zintegrowany z tkanką miejską; ten „landmark” przestał być postrzegany jako „krawędź”. Utrzymano główną funkcję targową placu, natomiast poczyniono zmiany w pojedynczych budynkach, takich jak “Casa de la Panadería” – piekarnia, które stały się scenografią dla oficjalnych, uroczystych wydarzeń Korony i Kościoła (takich jak publiczne egzekucje, procesy kanonizacyjne, inkwizycja “autos de fe”) i świątecznych (walki byków, turnieje, uroczystości) (Fig.1.2)



FIG. 1.2. Obraz olejny placu „Plaza Mayor” w Madrycie, Hiszpania. a – około 1623, b – 1634, c – pomiędzy 1675 a 1680 (źródło: WEB-3)

Znajdziemy tam wiele symboli władzy królewskiej (tablice i napisy pamiątkowe, herby, posągi), które pozostały na swoim miejscu nawet po wielkich przemianach, jakich doznało miasto.

Postrzeganie kształtu tego placu zmieniało się, ze względu na znajdującą się w jego wnętrzu zielen oraz „ścieżki” komunikacji miejskiej wytyczone w XX wieku, co potwierdzają pocztówki z lat 50. tego stulecia (Fig. 1.3). Ludzie poruszali się po okręgu, podążając za linią tramwajową, co było jeszcze bardziej czytelne dzięki posągowi znajdującemu się w środku prostokątnego placu.



FIG. 1.3. Stare pocztówki placu „Plaza Mayor” w Madrycie, Hiszpania (źródło: a, b – WEB-3, c – WEB-4)



FIG. 1.4. Plac „Plaza Mayor” w Madrycie, Hiszpania (źródło: fot. M.A. Flórez de la Colina, 2016)

Współcześnie plac odzyskał swoje znaczenie i symbolikę dla mieszkańców miasta. Jedną z najciekawszych atrakcji dla odwiedzających miasto „landmarków” jest jednocześnie ważnym miejscem spotkań nie tylko turystów, ale również mieszkańców Madrytu oraz przestrzenią rekreacyjną (Fig. 1.4).

Restauracje oraz ich ogródki oferują na placu wyjątkowy sposób delectowania się lokalną kuchnią. Jego przestrzeń często wykorzystywana jest na koncerty i inne wydarzenia kulturalne czy sportowe; plac pozostaje ważnym punktem informacji miejskiej. To także miejsce zakupów w sklepach, które znajdują się pod otaczającymi plac arkadami. Nadal funkcjonuje tradycja niedzielnych kiermaszy znaczków i monet, a w grudniu organizowany jest słynny jarmark bożonarodzeniowy, tradycyjne miejsce zakupu świątecznych ozdób i figurek do żłóbków.

1.2.3. Plac miejski w Kłajpedzie, Litwa

W XVII w. Plac Teatralny był znany jako miejsce występów teatrów wędrownych, funkcjonował tam targ, który wraz z innymi kiermaszami tworzył długi i dość szeroki rynek, tętniący życiem i atrakcjami (Tatoris, 1994). W pierwszej połowie XIX wieku w Kłajpedzie powstały pierwsze place publiczne i zielone skwery. W 1918 r. po zasypaniu części fosy zamkowej, otwarto nowy rynek o nieregularnym kształcie, na skraju którego wybudowano halę targową, w związku z czym, obecny Plac Teatralny znalazł się pomiędzy dwoma targowiskami i sam stał się częścią długiego rynku (Tatoris, 1994). W 1850 r. na miejscu obecnego Placu Teatralnego zaplanowano skwer, ale wkrótce powrócił on do swojej funkcji targowej (Fig. 1.5).



FIG. 1.5. Plac Teatralny od XIX wieku do czasów współczesnych, Kłajpeda, Litwa (fot. Klaipėda County Public Ieva Simonaityte Library (źródło: a, b – WEB-5, c – WEB-6 oraz d, e, f – fot. M. Vainorius)

Początkowo Stare Miasto kończyło się ulicą, dopiero po wybudowaniu teatru na jej froncie, został uformowany plac. Stał się on ukończonym elementem przestrzennym miasta w drugiej połowie XIX wieku (Fig. 1.5). W XX wieku magistrat rozważał najlepsze wykorzystanie Placu Teatralnego. Jedną jego część zamieniono na zielony skwer, a drugą pozostawiono wolną na zgromadzenia publiczne. Podjęto decyzję o budowie fontanny na środku placu oraz trójkątnego skweru wokół niej, i chociaż fontannę zbudowano w 1912 roku (Fig. 1.6), to pomysł zielonego skweru nie został zrealizowany (Tatoris, 1994). Pomnik zaplanowany przez A. Künne ku czci pamięci Simona Dacha (1605–1659), urodzonego w Kłajpedzie poety i profesora Uniwersytetu Karaliaucius, stał do 1939 roku na Placu Teatralnym z rzeźbą Tarava Anike.



FIG. 1.6. Rzeźba autorstwa Tarava Anike na fontannie na Placu Teatralnym, Kłajpeda, Litwa (źródło: a, b – WEB-6, c – Klaipėdos architektūra, 2020)

Budynki, które kształtowały plac, zostały poważnie zniszczone w czasie II wojny światowej. Zburzono magazyny za teatrem, halę targową, blok w dolnej części placu. W 1963 roku w projekcie odbudowy starego miasta, przygotowanym przez V. Jurkstasa, S. Cerskute i V. Parciauskasa, zaproponowano powiększenie przestrzeni przed teatrem poprzez wyburzenie istniejących budynków w dolnej części placu, zasadzenie roślin, założenie parkingu, rozbudowę banku. W rezultacie zmieniono funkcjonalną naturę tego placu. Choć teatr był najważniejszym budynkiem pod względem kompozycyjnym i funkcjonalnym, nowy układ placu tego nie uwzględniał (Butkus et al., 2015). Jedyna ścieżka przecinająca plac po przekątnej zdawała się podkreślać, że jego głównym celem było doprowadzenie tranzytowego ruchu pieszego do przystani. Po obsadzeniu krzewami i drzewami stał się on zielonym skwerem. Plac Teatralny, który przez długi czas po wojnie pełnił funkcję zielonego skweru, nabrał kształtu dopiero w latach 90. XX wieku. Zamknięcie go od strony ruchliwej ulicy Sukileliu (obecnie Pilies) w formie aneksu teatralnego z fontanną i odrestaurowaną rzeźbą Tarava Anike, stało się nową atrakcją miasta (Butkus et. al., 2015) (Fig. 1.6).

1.3. Integracja historycznych wartości kulturowych z wymaganiami współczesnego miasta

Wiele miast w Europie zostało zniszczonych przez wojny w różnych okresach naszej historii. Wspólnota Europejska, po II wojnie światowej, została utworzona, aby spróbować uniknąć destrukcyjnego zagrożenia ze strony ludzi: „Od 1950 roku Europejska Wspólnota Węgla i Stali zaczyna jednoczyć kraje europejskie gospodarczo i politycznie w celu zapewnienia trwałego pokoju. Sześć krajów założycielskich to Belgia, Francja, Niemcy, Włochy, Luksemburg i Holandia” (Unia Europejska, 2020). Wartości kulturowe są niezbędne do budowania pokoju, lub ja stwierdził Jean Monnet: „Gdybym miał to zrobić ponownie, zacząłbym od kultury” (cytat za Jahier, 2016).

1.3.1. Miasto ze śladami dawnych wspólnot wyznaniowych: Białystok, Polska

Białystok przed II wojną światową był miastem wielokulturowym i wielowyznaniowym. Mieszkali tu żydzi (około 40%), katolicy (30%), wyznawcy prawosławia (15%), protestanci (4%) i inni (Dobroński, 2012). Ich różnorodność zaznaczyła się w krajobrazie miasta obiektami związanymi z religią: świątyniami, obiektami kultowymi i cmentarzami. Żydzi stanowili najliczniejszą część białostockiej społeczności, która posiadała na terenie miasta około 60 synagog (Dobroński, 2012; Dolistowska, 2018). Obecnie struktura wyznaniowa w Białymstoku przedstawia się następująco: katolicy (60%), prawosławni (15%), protestanci (niecały 1%) i inni.



FIG. 1.7. Pomniki przywołujące miejsca społeczności żydowskiej dawnego Białegostoku, Białystok, Polska: a – dawny cmentarz żydowski obecnie skwer przy ul. Bema, b – pomnik Wielkiej Synagogi, c – tablica pamiątkowa z widokiem dawnej Wielkiej Synagogi (źródło: fot. D. Gawryluk)

Społeczność żydowska została prawie doszczętnie zniszczona podczas II wojny światowej. We współczesnym krajobrazie Białegostoku świadectwem dawnej diaspory żydowskiej są wybrane obiekty przystosowane do nowych funkcji (synagoga Piaskower – obecnie Universal Podlaski, Synagoga Beit Szmuel – obecnie nieczynna, Synagoga Cytronów – obecnie Galeria Sleńdzińskich), zagospodarowane tereny zieleni

założone na dawnych cmentarzach żydowskich (Park Centralny, obiekt zrealizowany jako czyn społeczny w latach 60./70. XX wieku na miejscu Starego Cmentarza Żydowskiego; skwer przy ul. Bema, projektu Jerzego Grygorczuka powstały w 1. dekadzie XXI w. na miejscu dawnego cmentarza) (Fig. 1.7a) coraz więcej pomników, znaków i tablic informacyjnych w przestrzeni miasta, m. in. Pomnik Wielkiej Synagogi z placem i modelem budynku, przywracających pamięć o lokalizacji największej synagogi w Białymstoku (autor koncepcji Michał Flikier, projektanci i realizatorzy: Maria Dżugała-Sobocińska, Stanisław Ostaszewski, Dariusz Sobociński, 2008) (Fig. 1.7b, c). Pomnik nie jest łatwy do odnalezienia, struktura urbanistyczna miasta uległa zmianie po II wojnie światowej, a teren dawnej dzielnicy żydowskiej jest prawie niewidoczny w krajobrazie miasta.

Kościół ewangelicko-augsburski miał licznych wyznawców w XVII–XIX wieku. Teraz są oni prawie nieobecni w białostockiej społeczności. W krajobrazie miejskim zaznaczone są tereny dwóch dawnych cmentarzy ewangelickich: 1) przy ul. Wasilkowskiej w formie lapidarium (1994–1996 proj. Jerzy Grygorczuk) ze zbiorem elementów nagrobnych (Fig. 1.8a) oraz 2) na Rynku Siennym w postaci nowej kompozycji rzeźbiarskiej połączonej z zielenią, zrealizowanej według koncepcji rzeźbiarza Jarosława Perszki w 2020 roku. Skrzyżowane linie pomnika i placu są symbolem przecinania się różnych kultur i społeczności Białegostoku (Fig. 1.8c).

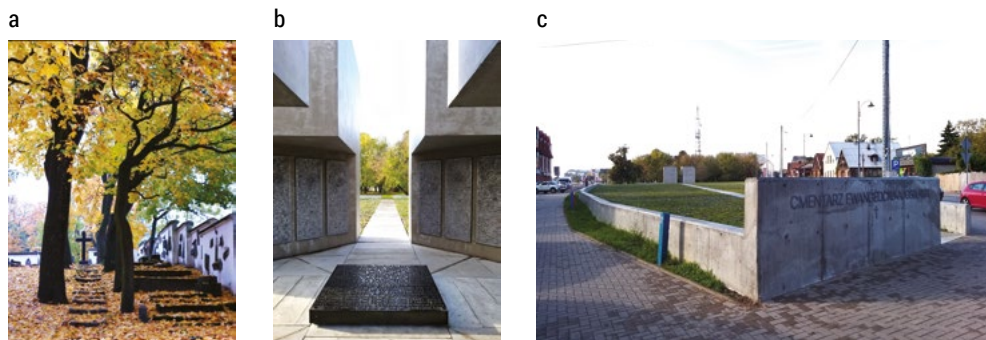


FIG. 1.8. Dawne cmentarze ewangelickie w Białymstoku, Polska: a – Lapidarium przy ul. Wasilkowskiej, b – pomnik na Rynku Siennym c – Sienny Rynek (źródło: a, b, c fot. D. Gawryluk)

Cmentarze wyznaniowe zostały wchłonięte przez miasto i zmieniono ich funkcjonalność. Białostockie projekty opierają się na integracji zieleni i historii w miejscach dawnych cmentarzy żydowskich i ewangelickich.

1.3.2. Historyczne miasto z “międzynarodową duszą”: Madryt, Hiszpania

Starożytna świątynia egipska została przeniesiona z Egiptu do Madrytu, ale niewielu mieszkańców hiszpańskiej stolicy zdaje sobie sprawę z wagi tego „landmarku”.

Budowa zapory w Asuanie na początku lat 60. XX w. miała spowodować zalanie wielu obiektów dziedzictwa kultury Doliny Nubijskiej. UNESCO zapoczątkowało pierwszą międzynarodową współpracę ratowniczą. Hiszpania została nagrodzona przez Egipt za swój wkład w ratowanie świątyni Debot, przeniesionej z Aleksandrii do Madrytu i umieszczonej tam na Górze Księcia Pio.



FIG. 1.9. „Świątynia Debot” w Madrycie, Hiszpania (źródło: M.A. Flórez de la Colina, 2020)

Prace rekonstrukcyjne i restauracyjne w Madrycie wykonali Manuel Herrero Palacios and Martín Almagro Basch (archeolog), ale dopiero w latach 1970–1971. Restytucji muru dokonano przy użyciu piaskowca z Sotomayor. Dwa pylony, zachowane z trzech początkowych, umieszczono na osi kompozycji zatopionego w łagodnym zbocz sztucznego stawu, zintegrowanego z przebudową parku, w którym zlokalizowana została świątynia (Fig. 1.9, 1.10).



FIG. 1. 10. Model „Świątyni Debot” z II w. p.n.e., umieszczony wewnątrz muzeum (źródło: M.A. Flórez de la Colina, 2020)

Ostatnie badania donoszą o postępującym niszczeniu świątyni z powodu problemów środowiskowych, wywołując kontrowersje dotyczące przyszłych działań na rzecz jej lepszej ochrony (Arquitectura de Madrid, 2020).

1.3.3. Miasto, które integruje zielen z historią: Kłajpeda, Litwa

Zieleń miasta i przedmieść Kłajpedy miała znaczenie użytkowe i estetyczne. Silne wiatry morskie i unoszący się piasek wymagają tworzenia barier ochronnych. Aby upiększyć miasto magistrat założył w Kłajpedzie place i skwery, zażądał ich uporządkowania, a także udekorowania cmentarza krzewami i kwiatami. Już w II połowie wieku XVIII, z rozkazu rządu pruskiego, ulice Kłajpedy obsadzono drzewami (Tatoris, 1994). W połowie XIX wieku rozpoczęto obsadzanie deptaku. Promenada ta miała 5 km długości. Na skraju alei znajdowały się parki w stylu angielskim. Z czasem powstały tam ogrody miejskie i skwery. W XIX wieku większe stacje kolejowe musiały mieć skwery, dwa z nich zostały założone blisko dworca w Kłajpedzie. W XX wieku projektowanie parków i skwerów nabrało bardziej sztywnych form – geometrycznych. Zieleń miejską i podmiejską uzupełniono o cmentarz. Oprócz szacunku dla zmarłych przodków, miały one również ważne znaczenie edukacyjne w zakresie estetycznym (Tatoris, 1994). W historii Kłajpedy było wiele cmentarzy, każda społeczność miała własny. W 1820 roku otwarto nowy Cmentarz Miejski, na którym każdy mógł znaleźć miejsce pochówku. Z góry postanowiono posadzić drzewa na cmentarzu (Demereckas, 2014). Starannie utrzymana nekropolia stała się cichym miejscem, które uważano za dumę Kłajpedy. Już na planie z 1840 roku widnieje nowy Cmentarz Miejski, zaprojektowany w stylu klasycystycznym (Fig. 1.11), podzielony na cztery prostokąty jednakowej wielkości. Po wielkim pożarze w 1857 roku wytyczono nową, szeroką ścieżkę do cmentarza (Demereckas, 2014) (Fig. 1.11).

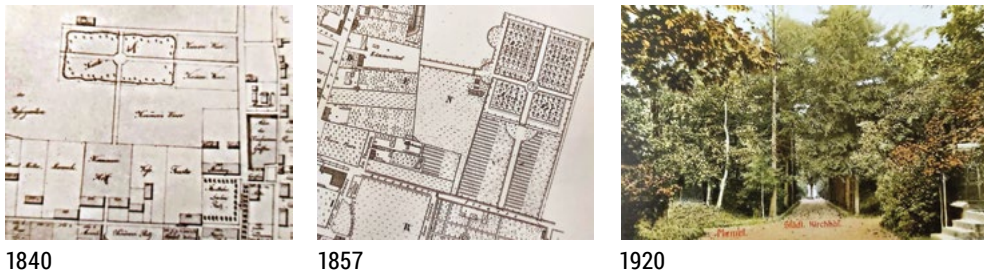


FIG. 1.11. Cmentarz miejski od XIX do XX wieku, Kłajpeda, Litwa (źródło: fot. z Demereckas, 2014)

Cmentarz został przebudowany: w zachodniej części przed nekropolią utworzono półkolisty plac. Cmentarz miejski miał charakter parkowy, więc świetnie nadawał się na spacer (Fig. 11). Na przełomie XIX I XX wieku do tego miejsca zaczęło się zbliżać rozrastające się miasto. W latach 1944–45 Kłajpeda straciła większość swojej populacji, więc cmentarz przestał pełnić funkcje memorialne. Dla nowych właścicieli miasta nekropolia stała się miejscem czerpania zysków. Pod koniec lat 60. XX wieku z cmentarza skradziono metalowe kraty i krzyże, usunięto marmurowe nagrobki, a mieszkańcy zasadzili tam ziemniaki. W 1957 roku postanowiono zamknąć cmentarz

i zamienić go w zielen miejską. Jednak zajęło to trochę czasu. W latach 70. XX w., kiedy zarządowi miasta udało się wskrzesić i zrealizować ideę utworzenia parku na dawnej nekropolii, wybrano dla niego imię M. Mazvydasa (*Klaipėdos skulptūrų parkas ir jo tapatumų iššūkiai*, 2012). Park ten miał stać się parkiem rzeźb, mieć nie tylko rekreacyjny, ale i wystawienniczy cel, a rzeźby musiały powstać w Kłajpedzie i zostać przekazane miastu. Dziś w Parku Rzeźby w Kłajpedzie wystawionych jest 116 rzeźb o różnej tematyce, stworzonych przez 67 rzeźbiarzy podczas plenerów rzeźbiarskich w Smiltyne (1977–1991) (Fig. 1.12).



FIG. 1.12. Cmentarz miejski od XIX do XX wieku, Kłajpeda, Litwa (źródło: fot. Ž. Gedvilas)

Sympozja – plenery rzeźbiarzy odbywały się latem i były najważniejszą inicjatywą kulturalną tamtych czasów nie tylko w mieście, ale w całym kraju. W 1986 roku Park Rzeźby w Kłajpedzie został uznany za pomnik przyrody o znaczeniu lokalnym. Każda rzeźba w parku opowiada swoją historię, ma określone znaczenie lub myśl. W Parku rzeźby znajdują się również nagrobki z pierwszej połowy XIX–XX wieku, upamiętniające historię Kłajpedy (Fig. 1.12). Dziś teren parku obejmuje i łączy kilka wymiarów (*Skulptūrų parko istorija*, 2017): 1. Historyczne dziedzictwo memorialne upamiętniające sławne osoby pochowane na Cmentarzu Miejskim; 2. Spuściznę artystyczną nowoczesnej rzeźby dekoracyjnej, która jest obecnie dobrze zachowana i utrzymana; 3. Wykorzystanie tego miejsca jako przestrzeni publicznej wydarzeń kulturalnych.

1.4. Wnioski

Wartości kulturowe wybranych trzech europejskich miast (Białegostoku, Madrytu i Kłajpedy) mogą być przykładem tego, co już się robi, ale także możliwości lepszego zrozumienia zarówno naszej przeszłości, jak i teraźniejszości, budowania bardziej zrównoważonej i stabilnej przyszłości, dzielenia się doświadczeniami i przekazywania ich nowym obywatelom Europy.

Bibliografija

1. Arquitectura de Madrid (2020) Templo de Devod. Online article in *Fundación Arquitectura COAM* website. Retrieved from: <http://guia-arquitectura-madrid.coam.org/#inm.F2.1> (Available: 16/10/2020)
2. Butkus, T. S., Safronovas, V., Petrulis, V. (2015) *Klaipėdos urbanistinė raida, 1945–1990*. Vilniaus dailės akademija. [ISBN 978-609-9546-469]
3. Demereckas, K. (2014). *Klaipėdos istoriniai parkai ir želdynai*. Klaipėda. [ISBN 978-609-8094-11-4]
4. Dobroński, A. Cz. ed. (2012) *Historia Białegostoku*, Wydawnictwo Sąsiedzi, Białystok [ISBN: 978-83-934373-0-6]
5. Dolistowska, M. (2018) *W poszukiwaniu Tożsamości miasta. Architektura i urbanistyka Białegostoku w latach 1795–1939*. 2nd ed. Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok [ISBN 978-83-7431-530-2]
6. European Union (2020) *The history of the European Union*. Online article in European Union website. Retrieved from: https://europa.eu/european-union/about-eu/history_en (Available: 16/10/2020)
7. Gawryluk, D. (2011) Contemporary building technologies used to reconstruction and modernisation of historical places and architectural monuments in Białystok. Technical Transaction. Architecture. Czasopismo Techniczne. Architektura, R. 108, Z. 11, 2-A1, 57–64 [online: <https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/resources/32239>]
8. Giddings, B., Charlton, J., Horne, M. (2011), Public squares in European city centres, *Urban Design International*, 16 (3), 202–212. ISSN 1357-5317. And, cited by them: French, J.S. (1983) *Urban Space – A Brief History of the City Square*, 2nd ed. Iowa: Kendall Hunt Publishing
9. Jahier, L. (2016) “Foreword”. Citation of Jean Monnet. In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P. iii [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4] (Available: 16/10/2020)
10. *Klaipėdos architektūra*. (2020). Retrieved from: <https://www.vle.lt/Straipsnis/Klaipėdos-architektūra-125278>
11. *Klaipėdos skulptūrų parkas ir jo tapatumų iššūkiai*. (2012). Klaipėda. [ISBN 978-609-404-134-1]
12. Lynch, K. (1960) *The Image of the City*. The MIT Press. [ISBN 0-262-62001-4]
13. Merriam-Webster (2020), *Cityscape definition*. [Online dictionary]. Retrieved from: www.merriam-webster.com/cityscape. Collins English Dictionary (2020) *Cityscape definition*. [Online dictionary]. Retrieved from: www.collinsdictionary.com/cityscape. (Available: 16/10/2020)
14. Rosmalia, D. Martokusumo, W. (2012) The Notion on Urban Cultural Landscape from the Perspective of Landscape Architecture Case Study: Cirebon City, West Java, *Arte – Polis 4 International Conference – Creative Connectivity and the Making of Place*. 719–728
15. *Skulptūrų parko istorija*. (2017). Article from History Museum of Lithuania Minor, Klaipėda, Lithuania website. Retrieved from: <https://www.mlimuziejus.lt/lt/skulpturu-parkas/klaipėdos-m-skulpturu-parko-istorija/skulpturu-parko-istorija/>

16. Tatoris, J. (1994). *Senoji Klaipėda. Urbanistinė raida ir architektūra iki 1939 metų*. Vilnius. [ISBN 5-420-00510-7]
17. UNESCO (2011) *UNESCO Recommendation on the Historic Urban Landscape. And Second Consultation on the 2011 Recommendation on Historic Urban Landscape Implementation by Member States, 2019*. Retrieved from: <https://whc.unesco.org/en/hul/> (Available: 16/10/2020)
18. United Nations (2014) *World Urbanization Prospects (Revisions)* Department of Economic and Social Affairs. Retrieved from: <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>. In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P.2 [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4] [Accessed: 16.10.2020]
19. Valiente López, M., Izquierdo Gracia, P.C., Florez de la Colina, M.A., García López de la Osa, G., González Rodrigo, S., Martínez Pérez, I., Llaurodo Pérez, N. (2017) The enchantment of pencil drawing in Madrid: gamebased learning and architectural sketches of “Plaza Mayor” square, *ICERI 2017 Proceedings*, 2017, 355–362 [doi: 10.21125/iceri.2017.0149]
20. Voices of Culture (2016), Promoting Intercultural Dialogue and Bringing Communities Together Through Culture in Shared Public Spaces. Brainstorming report (to be published). *European Union, European Economic and Social Committee (2016), Culture, Cities and Identity in Europe*, 8 [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4]
21. WEB-1: Website <https://polska-org.pl> [Online] Old photo by H. Poddebski: *Market Square 1915–1920, Bialystok, Poland*. (1915–20), Retrieved from: <https://polska-org.pl/8100356.foto.html?idEntity=7143859> [Accessed: 10.10.2020]
22. WEB-2: Website <https://www.portalsamorzadowy.pl> [Online] Fig. 1 c) Photo: *Kościuszko Square, eastern part, the 2nd decade of the 21st c*. Retrieved from: <https://www.portalsamorzadowy.pl/serwis/top-inwestycje-polski-wschodniej/nominacje/61851.html> [Accessed: 10.10.2020]
23. WEB-3: Website Memoria de Madrid <http://www.memoriademadrid.es> [Online] Oil paintings: Fig. 2 a) De la CORTE, J. (ca. 1623) *Fiesta real en la Plaza Mayor* (Oil painting). Inv. 3422. Casa de la panadería, Plaza Mayor. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=9990&num_id=10&num_total=210. Fig. 2 b) Unknown author (1634) *Perspectiva de la Plaza Mayor, con la comitiva de Felipe III camino de la calle Mayor* (Oil Painting) “Segobiana / El Alcazar”. Inv. 3152. Casa de la Panadería, Plaza Mayor, Ayuntamiento de Madrid. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10006&num_id=108&num_total=210. [Accessed: 16.10.2020] Fig. 2 c) Unknown author (between 1675 & 1680), *Vista de la plaza Mayor en fiesta de toros* (Oil Painting). Inv. 4004. Casa de la Panadería, Plaza Mayor, Ayuntamiento de Madrid. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=140406&num_id=33&num_total=210 [Accessed: 16.10.2020] Fig. 3 a) Unknown author (1916–1923). Museo Historia: Inv. 1991/1/590. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10403&num_id=15&num_total=568. [Accessed: 16.10.2020] Fig. 3 b) Lacoste, J. (1906–1914). *Museo Historia*: Inv. 31234 Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10581&num_id=105&num_total=213. [Accessed: 16.10.2020]

24. WEB-4: Website www.delcampe.net [Online] Ancient photo of “Plaza Mayor” square in Madrid, Spain” (Old postcard). [Accessed: 16.10.2020]
25. WEB-5: Website <http://adm.klavb.lt/de/adm/> [Online] *Fig. 5 a, b – Theatre square history, Klaipeda County Public Ieva Simonaityte Library (AdM archive)* [Accessed: 28.09.2020]
26. WEB-6: Website <http://www.krastogidas.lt/objektai/5-paminklas-simonui-dachui-skulptura-taravos-anike> [Online] *Fig. 6 a, b – Tarava Anike* [Accessed: 09.10.2020]
27. Wicher, S. (2009) *Życ architektura. Życie i twórczość Stanisława Bukowskiego*. Białostockie Zakłady Graficzne S.A., Białystok [ISBN 978-83-89231-10-9]

1. MIESTOVAIZDŽIO KULTŪROS VERTYBĖS

*MA Flórez de la Colina (UPM), D. Gawryluk (BET), J. Kučinskienė (KVK),
PC Izquierdo Gracia (UPM), G. Ivavičiūtė (KVK)*

1.1. ĮVADAS

1.1.1. Miestovaizdis ir kultūros vertybės

Kokios yra šiuolaikinių miestų vertybės? Ir, ar kurios nors iš jų turi istorinę vertę? Sudėtingi, tačiau aktualūs klausimai, atsižvelgiant į tai, kad dauguma pasaulio gyventojų gyvena miestuose, ir matoma tendencija, kad faktinis jų procentas didės (United Nations, 2014). Miesto tipo gyvenviečių patrauklumas yra žmogaus kultūros pagrindas. Modernumas tik padidino jų patrauklumą, todėl trūksta pusiausvyros tarp mažų kaimiškų miestų ir megapolių. Norėdami suformuoti naują tvarų požiūrį, turime žinoti, kas yra tos miesto vertybės, ir geriau suprasti savo aplinką.

Daugumoje žodynų (Merriam-Webster, Collins English Dictionary, 2020) teigiama, kad miestovaizdis gali būti:

1. Miestovaizdis, kaip peizažas.
2. Meninis miestovaizdis, urbanistinis kraštovaizdis (spaudiniai, tapyba, fotografija).
3. Miesto aplinka, pastatų formos ir įsiterpusios erdvės.

Miesto kultūrinis kraštovaizdis susiformavo dėl žmogaus įsikišimo į jo peizažą, kuris yra specifinis ir unikalus miestiskajam kraštovaizdžiui. Ši forma sukuria miesto vaizdą, kuris gali būti naudojamas, kaip jo identitetas. Miesto kultūrinis kraštovaizdis yra regiono fizinių ir kultūrinių sąlygų, atsirandančių dėl politinės, ekonominės ir socialinės įtakos, kylančios iš praeities ir besitęsiančios dabartyje bei ateityje, atspindys. Galima sakyti, kad miesto morfologiją formuoja urbanistinis kultūrinis kraštovaizdis (Rosmalia, Martokusumo, 2012).

Norėtume atskleisti vertybes, kurios, kaip simbolinė forma, vaizduojamos materialiose Europos miestų erdvėse, taikant panašią metodiką, kurią Kevin Lynch (1960) naudojo tyrinėdamas tris Amerikos miestus.

Kevin Lynch nustatė, kad miestovaizdžiai buvo susieti su: „orientyrais“ – pastatais ar viešomis atviromis erdvėmis šalia jų, daugumos piliečių atskaitos taškais ir atsiminimais; „mazgais“ tarp vietovių ar rajonų; „rajonais“ – vidutiniais ar dideliais miesto plotais, turinčiais bendrų bruožų; „briaunomis“, pavyzdžiui, miesto sienomis ar pakrantėmis; „takais“ – gatvėmis, geležinkeliais, kanalais ar kitomis erdvėmis, kuriomis žmonės vaikšto ar keliauja (Lynch, 1960). Pridėsime keletą kitų pagrindinių elementų, kuriuos XXI amžiuje įkūrė UNESCO, kaip “Istorinio urbanistinio kraštovaizdžio (IUK)” koncepcijos dalį (UNESCO, 2011).

Mes stengsimės pateikti požiūrį į šias vertybes, susiedami mūsų tyrimus su trimis Europos miestais, kurių dydis ir vieta yra skirtingi: Balstogė (Lenkija), Madridas (Ispanija) ir Klaipėda (Lietuva).

1.1.2. Miesto pastatai, viešosios erdvės ir meninis vaizdavimas, kaip būdas perteikti jų vertybes

XX a. Europos miestuose viešoji erdvė užėmė labai svarbų vaidmenį tiek miesto planavime, tiek kultūroje. Per pastaruosius du XXI amžiaus dešimtmečius dramatiškos problemos – teroristiniai išpuoliai, ligos, tokios kaip Covid-19 – pakeitė mūsų požiūrį į atviras erdves, kurios buvo miesto gyvenimo esmė, ir verčia mus susimąstyti apie viešųjų erdvių projektavimą. Kadangi „viešajai erdvei gresia pavojus“ (Voices of Culture, 2016), turime piliečiams įvardinti jos vertybes.

Daugelyje tyrimų nustatyta, kad kultūros vertybės yra susijusios su tapatybe. Mąstant apie istorinį Europos miesto vaizdą, dauguma iš mūsų prisimena kokį nors statinį, pavyzdžiui, Eifelio bokštą Paryžiuje ar Big Ben – Londone, o taip pat ir miestovaizdį iš apžvalgos aikštelės. Nuo XVII a. daugelis tapytojų vaizdavo miestovaizdžius – pavyzdžiui, panoraminiai miesto vaizdai sukurti Jan Vermeer (1660–1661). Europoje peizažiniai paveikslai išpopuliarėjo XVIII–XIX amžiuose, miestų vaizdų kolekcijos buvo saugomos rūmuose. Impresionistai išpopuliarino miesto kraštovaizdį tapyboje. XX–XXI a. fotografija ir vaizduojamoji tapyba domėjosi miesto aplinka. Šiuos meninius miestų atvaizdavimus galime panaudoti, kaip įrankį istorijos, vertybių ir tapatumo supratimui.

1.1.3. Lenkijos, Ispanijos ir Lietuvos pavyzdžiai

Šio skyriaus tikslas – parodyti kultūros vertybių svarbą per pastaruosius 300 metų formuojant Europos miestus, ir kodėl viešosios erdvės turėtų būti pritaikytos ir suprojektuotos taip, kad perteiktų naujas vertybes, tokias kaip tvarumas, gebėjimas prisitaikyti prie naujų technologijų pokyčių, taip pat istorinis tęstinumas, pliuralizmas ir įvairovė, tapatumas ir vietos prasmė. Sprendimų priėmėjams šių vertybių suvokimas gali padėti geriau nustatyti prioritetus ir parengti skaidresnį sprendimų priėmimo procesą.

1.2. Kultūros vertybės ir viešosios miesto erdvės

Mąstyti apie istorinių miesto modelių naujus materialius sluoksnius yra labai svarbu. Šie sluoksniai yra susiję su gyventojų prisiminimais ir kartais jungiasi su jų gyvenimo įvykiais. Pavyzdžiui, **viešosios aikštės yra „orientyrai“**, atspindintys kasdienio gyvenimo vaizdą, kuriuose vyksta prekyba, ir tai yra viena iš labiausiai paplitusių paskirčių Europoje. Kaip paaiškino Bob Giddings, James Charlton and Margaret Horne (2011):

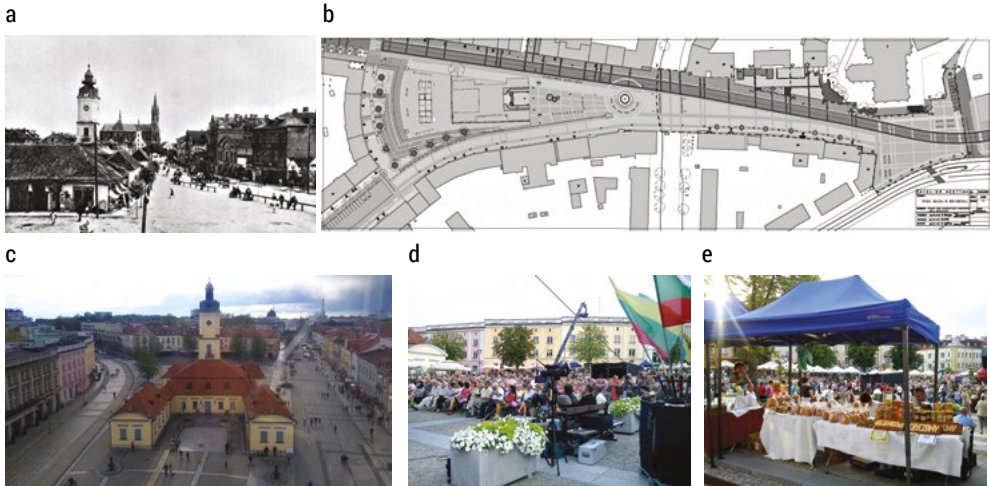
„Iš visų miesto erdvių tipų aikštės yra labiausiai reprezentuojančios visuomeninės vertybės, pavyzdžiui, agora, forumas, vienuolynas, mečetė, kiemas. Įtrauktos tradicinės vertybės:

- prekyba: pirkimas ir pardavimas, depozitoriumas ir gamyba;
- informacija: naujienų sklaida – socialinės veiklos vieta;
- poilsis: žaidimai, mokymas, pietūs ir pokalbiai;
- apsauga: policija, mokymai ir pratybos, susirinkimas pavojaus metu;
- pamaldumas: šventas įkvėpimas ir malda, atvira erdvė pamaldoms priešais bažnyčią (French, 1983)“ (Giddings, Charlton, Horne, 2011)

Mes išanaluosime ir paaiškinsime kiekviename iš trijų mūsų tyrime dalyvaujančių Europos miestų pasirinktos viešosios aikštės naudojimą ir vertes bei kaip pasikeitė minėtos viešosios erdvės. Senosios nuotraukos ir paveikslai parodo, kaip jos buvo naudojamos, esami / neegzistuojantys objektai jose, įskaitant želdinius, paminklus ar statulas, pasikeitusias dangas ir pastatų fasadus...

1.2.1. Miesto aikštė Balstogėje, Lenkijoje: Kosciuškos aikštė – „Rynek Kościuszki“

Svarbiausia Balstogės centro aikštė – Kosciuškos aikštė (Rynek Kościuszki). Tai buvo pagrindinė gyvenamoji, privati miesto erdvė, nuo XVIII amžiaus sujungta su barokiniais Branicki rūmais ir sodo rezidencija (Dobroński, 2012). Turgaus aikštė atliko ne tik tradicinę prekybos, bet ir reprezentacinę funkciją su turtinga simboliais programa. Kasdienį turgaus gyvenimą supo gražiai sukomponuotas miesto ir architektūros vaizdas. Virš Balstogės iškilo dominuojantis rotušės bokštas (Dolistowska, 2018) (1.1a pav.). Antrojo pasaulinio karo metais sovietai nugriovė bokštą, norėdami vietoje jo pastatyti Stalino paminklą. Per Antrąjį pasaulinį karą beveik 90 procentų Balstogės centro buvo sunaikinta. Po karo, panašiai kaip ir Varšuvos senamiestyje, rotušė ir kai kurie istoriniai pastatai aplink turgaus aikštę bei Branicki rūmai buvo atstatyti arba iš esmės rekonstruoti (Wicher, 2009). Šia veikla buvo siekiama atkurti vietos identitetą ir socialinės tapatybės jausmą.



1.1. PAV. Kosciuškos aikštė Balstogėje, Lenkijoje a – turgaus aikštė 1915-1920 (Šaltinis: WEB-1), b – XX-ojo amžiaus 1-ojo dešimtmečio projektas. (Šaltinis: D. Gawryluk, 2011), c – Kosciuškos aikštė, rytinė dalis, XXI a. II dešimtmetis (šaltinis: WEB-2), d, e – renginiai Kosciuškos aikštėje (Šaltinis: D. Gawryluk nuotraukos)

XX a. septintame dešimtmetyje Kosciuškos aikštė buvo apsodinta gėlėmis, krūmais, medžiais. Taip pat čia buvo svarbus viešojo transporto taškas. Per dešimtmečius augalai užaugo ir Kosciuškos aikštės forma bei pastatai tapo užslėpti.

Paskutinį kartą Kosciuškos aikštę atgaivino XXI a. pirmajame dešimtmetyje (Atelier ZETTA projektas) (Gawryluk, 2011) (1.1b pav.). Pokario aikštėje augę dideli medžiai persodinti į kitą miesto dalį bei atkurtas erdvės funkcionalumas (pakeistas eismo organizavimas). Balstogės kultūrinės vertybes sustiprina šiuolaikiniai elementai, pavyzdžiui, vitrinos, iš kurių atsiveria senieji Kosciuškos aikštės vaizdai, aikštės grindinyje esantis piešinys, kuriame pavaizduotas buvęs miesto pastato planas ir Choroski maršruto eiga, jaunojo Ludwik Zamechoff skulptūra (esperanto kalbos autorius) (1.1c pav.). Šiuo metu turgus veikia kaip miesto poilsio erdvė – susitikimo vieta, kurioje vyksta daugybė renginių (kultūrinių, socialinių, valstybinių, tradicinių turgų...) – socialinės veiklos vieta, kur laiką leidžia vis daugiau gyventojų, vieta, kurią specialiai aplanko turistai. Dėl savo kultūros vertybių, Kosciuškos aikštė yra viena pagrindinių Balstogės įžymybių (1.1 d, e pav.).

1.2.2. Miesto aikštė Madride, Ispanijoje: “Plaza Mayor”

Pavadinimo „Plaza Mayor“ vertimas – pagrindinė aikštė ir tai yra „Puerta del Sol“ – vienas iš pagrindinių miesto orientyrų. Joje išliko dauguma prancūzų nustatytų tradicinių funkcijų (French, 1983) (Giddings, Charlton, Horne, 2011), įskaitant prekybą (parduotuvės, pasažai ir net šiandien populiarius laikinasis žiemos turgus), poilsį (restoranai, kavinės, terasos, kultūriniai renginiai po atviru dangumi, mokymai) (Valiente

López, Izquierdo Gracia, Florez de la Colina, García López de la Osa, González Rodrigo, Martínez Pérez, Llauradó Pérez, 2017), informaciją (tiek kaip socialinės veiklos vieta, tiek kaip svarbi savivaldybės informacijos vieta).

Įrengta XVI amžiuje, iš pradžių ji buvo už Madrido miesto ribų. „Plaza Mayor“ erdvė buvo naudojama kaip turgavietė, kurioje Madrido gyventojai galėjo rasti pigesnių produktų nei kaime, nes pastarieji buvo apmokestinami „portazgo“ – pažodžiui – „vartų mokesčiu“ – kurį visi prekybininkai turėjo sumokėti, norėdami prekiauti miesto ribose.

Po to, kai Madridas tapo Ispanijos sostine, įvyko kaimo transformacija, ir dėl to išaugęs gyventojų skaičius motyvavo kaimo valdžią statyti naują sieną, todėl „Plaza Mayor“ ketinta integruoti į kaimo urbanistinę struktūrą; taip pakito suvokimas apie šį „orientyrą“. Nepaisant to, kad tai yra pagrindinis turgavietės centras, kažkas atspindi ypatinguose pastatuose, tokiuose kaip „Casa de la Panadería“ – „Kepyklos namuose“; jis tapo karaliaus ir bažnyčios išskilmingų veiksmų (pavyzdžiui, viešų egzekucijų, kanonizacijos procesų, inkvizicijos „autos de fe“) ir šventinių veiklų (koridos, turnyrai, šventės) vieta (1.2 pav.).



1.2. PAV. „Plaza Mayor“ aikštės alejiniai paveikslai Madride, Ispanijoje. a – maždaug 1623 m, b – 1634 m, c – tarp 1675 ir 1680 m (Šaltinis: WEB-3)

Ten galima rasti daugybę Monarchijos valdžios simbolių (atminimo lentų ir užrašų, herbų, statulų), kurie išliko net ir įvykus dideliems miesto pokyčiams.

Kaip matome 1950-ųjų metų atvirukuose, šios aikštės forma buvo žymiai pakeista želdiniais ar XX a. viešajam transportui nutiestais „keliais“ (1.3 pav). Žmonių judėjimas buvo žiedinis, sekant tramvajaus linijomis, o tai išryškino stačiakampio formos aikštės viduryje esanti statula.



1.3. PAV. Senosios „Plaza Mayor“ aikštės Madride, Ispanijoje nuotraukos (Šaltinis: a, b – WEB-3, c – WEB-4)

Šiandien ji atgavo svarbią ir simbolinę prasmę piliečiams. Tai yra viena iš įdomiausių lankytinų vietų, vis dar svarbi susitikimų orientyrų bei poilsio erdvė ne tik turistams, bet ir sostinės gyventojams, madridiečiams (1.4 pav.).



1.4. PAV. „Plaza Mayor“ aikštė Madride, Ispanijoje (Šaltinis: MA Flórez de la Colina nuotrauka, 2016)

Aikštė yra svarbus savivaldybės informacijos centras, jos terasos ir restoranai siūlo unikalų būdą mėgautis ispaniška virtuve, o erdvė dažnai naudojama koncertams ir kitiems kultūros renginiams ar sporto veiklai. Taip pat tai yra apsipirkimo parduotuvėse, kurias galite rasti po pasažais, vieta. Vis dar egzistuoja sekmadienio pašto ženklų ir monetų turgaus tradicija, o gruodžio mėnesį vyksta garsusis kalėdinis turgus – tradicinė vieta, kur galima nusipirkti papuošalus ir figūrėles prakartėlei.

1.2.3. Miesto aikštė Klaipėdoje, Lietuva

XVII a. *Teatro aikštė* buvo žinoma kaip keliaujančiųjų teatrų pasirodymų vieta, veikė turgus, kuris su kitomis prekyvietėmis sudarė ilgą ir gana plačią turgavietę, čia šurmuliuodavo prekybininkai, vykdavo atrakcionai (Tatoris, 1994). XIX a. I p. Klaipėdoje buvo įrengti pirmieji visuomeniniai skverai ir aikštės. 1819 m., užpylus dalį pilies griovių atsiradusioje netaisyklingos formos aikštėje, buvo atidarytas Naujasis turgus, kurio pakraštyje buvo pastatyta halė, ir dabartinė *Teatro aikštė* atsidūrė tarp dviejų prekyviečių ir pati tapo ilgos turgavietės dalimi (Tatoris, 1994). 1850 m. buvo suplanuotas skveras dabartinės *Teatro aikštės* vietoje, tačiau netrukus ši vieta panaudota prekybai. (1.5 pav.).

Senamiestis ilgą laiką baigdavosi gatve, o pastačius teatrą, prieš jį ir susiformavo aikštė. Užbaigtu miesto erdviu elementu aikštė pasidarė XIX a. II p. (1.5 pav.). XX a. pr. magistratas svarstė, kaip geriau panaudoti *Teatro aikštę*. Dalį jos svarstyta paversti skveru, o kitą dalį palikti laisvą visuomenės susibūrimams. Nutarta aikštės viduryje statyti fontaną ir aplink jį įrengti trikampį skverą, tačiau nors fontanas 1912 m. buvo pastatytas (1.6 pav.), skvero atsisakyta (Tatoris, 1994). Alfredo Kiunės sukurtas

paminklas Klaipėdoje gimusio poeto, Karaliaučiaus universiteto profesoriaus, poeto Simono Dachso (1605–1659) atminimui su Taravos Anikės skulptūra *Teatro aikštėje* stovėjo iki 1939-ųjų.



1.5. PAV. Teatro aikštė nuo XIX a. iki dabar, Klaipėda, Lietuva (nuotrauka iš Klaipėdos apskrities viešosios levos Simonaitytės bibliotekos (Šaltinis: a, b – WEB-5, c – WEB-6 ir d, e, f – Martyno Vainoriaus nuotraukos)



1.6. PAV. Taravos Anikės skulptūra su fontanu Teatro aikštėje, Klaipėda, Lietuva (Šaltinis: a, b – WEB-6, c – „Klaipėdos architektūra“, 2020)

II pasaulinio karo metu aikštę formavę statiniai gerokai nukentėjo. Buvo sugriauti sandėliai už teatro, prekybos halė, išgriautas kvartalas žemutinėje aikštės dalyje. 1963 m. senamiesčio rekonstrukcijos projekte, kurį paruošė V. Jurkštas, S. Čerškutė ir V. Parčiauskas, buvo siūloma priešais teatrą padidinti erdvę, išgriaunant esamus pastatus žemutinėje dalyje, apželdinti, įrengti aikštėlę automobiliams, prie banko pridurti priestatą, orientuotą pagal aikštės perimetrą ir pan. Šių pertvarkymų dėka pakito aikštės planinis ir funkcinis pobūdis. Nors teatras kompoziciniu bei funkcinu požiūriu buvo svarbiausias pastatas, bet aikštės naujasis išplanavimas to jau nereprezentavo (Butkus ir kt., 2015). Vienintelis takas, diagonaliai kertantis aikštę, tarsi pabrėžia, kad svarbiausia jos paskirtis yra praleisti tranzitinį pėsčiųjų eismą gatvę į prielauką.

Apželdinus aikštę, prisodinus joje krūmų ir medžių, ji tapo skveru. Pokariu ilgą laiką funkcionavusi kaip skveras *Teatro aikštė* savo pavidalą įgavo tik pačioje 9-ojo dešimtmčio pabaigoje. Uždarius ją nuo judrios Sukilėlių g. (dabar Pilies) teatro priestatu ir atstačius Taravos Anikės skulptūrą su fontanu, ji tapo nauju emociniu miesto traucos tašku (1.6 pav.).

1.3. Istorinių kultūros vertybių ir šiuolaikinių miesto reikalavimų integravimas

Skirtingais mūsų istorijos laikotarpiais karai sugriovė daugelį Europos miestų. Siekiant išvengti šios griauamos grėsmės žmonėms, po Antrojo pasaulinio karo buvo sukurta Europos bendrija: „Nuo 1950 m. Europos anglių ir plieno bendrija pradėjo ekonomiškai ir politiškai vienyti Europos šalis, siekdama užtikrinti ilgalaikę taiką. Šešios steigėjos yra Belgija, Prancūzija, Vokietija, Italija, Liuksemburgas ir Nyderlandai“ (Europos Sąjunga, 2020 m.). Kultūros vertybės yra būtinos kuriant taiką arba, kaip teigė Jeanas Monnet: „Jei man tektų tai padaryti dar kartą, pradėčiau nuo kultūros“ (cituojuama Jahier, 2016).

1.3.1. Miestas su buvusių religinių bendruomenių požymiais: Balstogė, Lenkija

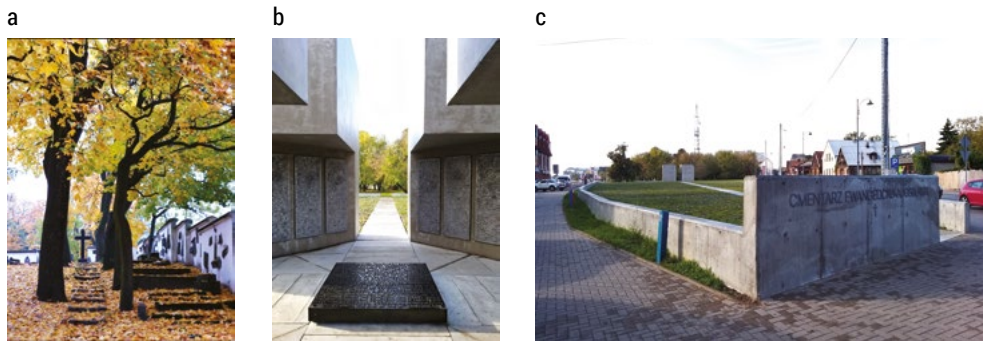
Balstogė prieš Antrąjį pasaulinį karą buvo daugiakultūris ir religingas miestas. Čia gyveno žydai (apie 40 proc.), katalikai (30 proc.), stačiatikiai krikščionys (15 proc.), protestantai (4 proc.) ir kiti (Dobroński, 2012 m.). Jų įvairovė miesto kraštovaizdyje buvo pažymėta objektais, susijusiais su religija: šventyklomis ir kapinėmis. Žydai buvo gausiausia Balstogės visuomenės dalis, turėjusi apie 60 sinagogų mieste (Dobroński, 2012; Dolistowska, 2018). Šiandien konfesijos struktūra Balstogėje yra tokia: katalikai (60 proc.), stačiatikiai krikščionys (15 proc.), protestantų bažnyčios (mažiau nei 1 proc.) ir kiti.



1.7. PAV. Didžiosios sinagogos paminklas Balstogėje, Lenkijoje: a – buvusi kapinių aikštė Bema gatvėje, b – Didžiosios sinagogos paminklas, c – atminties lenta su vaizdu į buvusią Didžiąją sinagogą (Šaltinis: D. Gawryluk nuotraukos)

Žydų bendruomenė per Antrąją pasaulinį karą buvo beveik visiškai sunaikinta. Šiuolaikiniame Balstogės kraštovaizdyje buvusios žydų diasporos įrodymai yra objektai, pritaikyti naujoms funkcijoms (sinagoga „Piaskower“ – dabar „Universal Podlaski“, sinagoga „Beit Szmuel“ – dabar nenaudojama, sinagoga „Cytrons-Slendzinski“ – dabar galerija), sutvarkytos žaliosios zonos buvusių žydų kapinių vietoje (centrinis parkas realizuotas kaip bendruomenės vieta XX a. 6–7 dešimtmetyje, Senųjų žydų kapinėse; aikštė prie Bema gatvės, suprojektuota Jerzy Grygorczuk XXI a. I dešimtmetyje, buvusių kapinių vietoje) (1.7a pav.), vis daugiau paminklų, iškabų ir informacinių lentų miesto erdvėje, pvz., Didžiosios sinagogos paminklas su aikšte ir pastato modelis, žymintis didžiausios Balstogės sinagogos vietą (koncepcijos autorius Michał Flikier, dizaino ir realizacijos menininkai: Maria Džugała-Sobocińska, Stanisław Ostaszewski, Dariusz Sobociński, 2008) (1.7b, c pav.). Paminklą nėra lengva rasti, miesto struktūra buvo pakeista po Antrojo pasaulinio karo, o buvusio žydų rajono miestovaizdyje beveik nebeliko.

XVII amžiuje buvo daug evangelikų-Augsburgo bažnyčios sekėjų. Dabar Balstogės bendruomenėje jų beveik nėra. Miestovaizdyje matomos dviejų buvusių evangelikų kapinių teritorijos: 1) lapidariumo pavidalu (1994–1996 suprojektuotas Jerzy Grygorczuk) su antkapių kolekcija šalia Wasilkowska gatvės (1.8a pav.) ir 2) naujos skulptūros ir žalumos kompozicija Sienny aikštėje (Rynek Sienny) realizuota pagal skulptoriaus Jarosława Perszko koncepciją 2020 m. (1.8b pav.). Susikertančios paminklo ir aikštės linijos yra įvairių Balstogės kultūrų ir bendruomenių sankirtos simbolis (1.8c pav.).



1.8. PAV. Buvusios evangelikų kapinės Balstogėje, Lenkijoje: a – Lapidariumas Wasilkowska gatvėje b – paminklas Sienny aikštėje (Šaltinis: a, b nuotraukos: D. Gawryluk), c – Sienny aikštė, Sienny Rynek (Šaltinis: WEB-7)

Miestas įtraukė religines kapines ir jų funkcionalumas pakito. Balstogės projektai grindžiami želdynų ir istorijos integravimu buvusių žydų ir evangelikų kapinių vietose.

1.3.2. Istorinis „tarptautinės dvasios“ miestas: Madridas, Ispanija

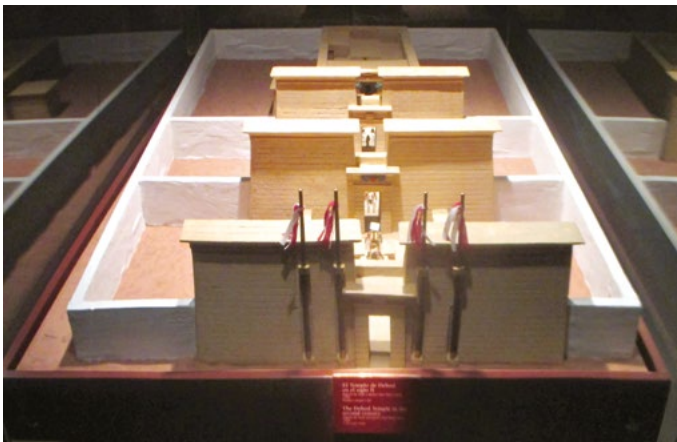
Istorinė Egipto šventykla buvo perkelta iš Egipto į Madridą, tačiau nedaugelis jos gyventojų žino šio „orientyro“ svarbą.

Assuán užtvankos statyba 1960-ųjų pradžioje grėsė daugelio Nubijos slėnio paveldo objektų užtvindymu. Pirmąjį tarptautinį gelbėjimo bendradarbiavimą pradėjo UNESCO. Ispanija buvo Egipto apdovanota už indėlį gelbstint Debodo šventyklą, kuri perkelta iš Aleksandrijos į Madridą ir įrengta Princo Pio kalne.



1.9. PAV. „Templo de Debod“ Madride, Ispanijoje (Šaltinis: MA Flórez de la Colina, 2020)

Rekonstrukcijos ir restauravimo darbus Madride atliko Manuelis Herrero Palaciosas ir Martínas Almagro Baschas (archeologas), tačiau tik 1970–1971 m. Atstatymai atlikti su „Sotomayor“ smiltainio pelenų mūru ir du iš trijų pradinių stulpų likę buvo sumontuoti ašine kryptimi, pereinant į švelnų šlaitą, dirbtinio tvenkinio viduje, integruotame į pertvarkytą parką. (1.9, 1.10 pav.).



1.10. PAV. „Templo de Debod“ modelis, kaip atrodė II a., esantis muziejaus viduje (Šaltinis: MA Flórez de la Colina, 2020)

Naujausi tyrimai skelbia apie laipsnišką šventyklos nykimą dėl aplinkos problemų, sukeldami ginčus dėl būsimų veiksmy siekiant geresnio išsaugojimo (Arquitectura de Madrid, 2020).

1.3.3. Miestas, apjungiantis žalias erdves ir istoriją: Klaipėda, Lietuva

Klaipėdos miesto ir užmiesčio želdynai turėjo utilitarinę ir estetinę reikšmę. Stiprūs jūriniai vėjai ir pustomas smėlis vertė kurti apsaugines užtūras. Norėdamas, kad miestas gražėtų, magistratas įrenginėjo mieste aikštes, skverus, reikalavo juos tvarkyti, krūmais ir gėlėmis papuošti kapines. Jau XVIII a. II p. Prūsijos vyriausybės įsakymu Klaipėdos gatvės pradėtos apsodinti medžiais (Tatoris, 1994). XIX a. vid. pradėta sodinti pasivaikščiojimo alėja. Ši promenada buvo 5 km ilgio. Šios alėjos pakraščiuose įrengti angliško stiliaus parkai. Laikui bėgant įrengiami miesto sodai, skverai. XIX a. didesnės geležinkelio stotys privalėjo turėti skverus, prie Klaipėdos stoties tokie buvo įrengti net du. XX a. parkų, skverų planavimas tampa griežtesnių formų – geometrinis. Miesto ir priemiesčių želdinius papildė ir kapinės. Be pagarbos mirusiems protėviams jos turėjo ir svarbią estetinę auklėjamąją reikšmę (Tatoris, 1994). Per Klaipėdos miesto istoriją kapinių buvo daug, kiekviena bendruomenė turėjo savo kapines. 1820 m. buvo atidarytos naujos Miesto kapinės, kuriose rastų sau vietą visi. Iš anksto buvo nuspręsta kapines apsodinti medžiais (Demereckas, 2014). Kruopščiai prižiūrimos kapinės tapo ramia vieta, kuri buvo laikoma Klaipėdos pasididžiavimu. 1840 m. plane jau matomos klasicistiniu stiliumi suprojektuotos naujos Miesto kapinės (1.11 pav.), kurias takai dalijo į keturis vienodo dydžio stačiakampius. Po didžiojo gaisro 1857 m. įrengtas naujas platus takas į kapines (Demereckas, 2014) (1.11 pav.).



1840



1857



1920

1.11. PAV. Miesto kapinės XIX–XX a., Klaipėda, Lietuva (Šaltinis: nuotraukos iš Demereckas, 2014)

Kapinės perplanuotos: suformuota pusračio formos aikštė vakarinėje dalyje prieš kapines. Miesto kapinės buvo parko stiliaus, tad labai tiko pasivaikščiojimams (11 pav.). XIX–XX a. sandūroje prie šių kapinių ėmė artėti besiplečiantis miestas. 1944–45 m. Klaipėda neteko absoliučios daugumos gyventojų, tad šios kapinės nebeatliko memorialinės funkcijos. Naujiesiems miesto šeiminkams kapinės tapo vieta, iš kurios galima pasipelnėti. Šešto dešimtmečio pabaigoje kapinėse metalinės grotelės ir kryžiai

buvo išvogti, marmuriniai antkapiai nuimti, gyventojai sodino bulves. 1957 m. buvo nutarta uždaryti kapines ir paversti jas miesto želdynu. Bet tai užtruko. Aštuntame dešimtmetyje, miesto vadovybei sugebėjus atgaivinti ir įgyvendinti parko kūrimo buvusiose kapinėse idėją, šiam parkui buvo parinktas M. Mažvydo vardas (*Klaipėdos skulptūrų parkas ir jo tapatumų iššūkiai*, 2012). Šis parkas turėjo tapti skulptūrų parku, turėti ne tik rekreacinę, bet ir ekspozicinę paskirtį, o skulptūros turėjo būti kuriamos Klaipėdoje ir dovanojamos miestui. Šiandien Klaipėdos skulptūrų parke eksponuojama 116 įvairios tematikos skulptūrų, kurias skulptorių simpoziumų Smiltnėje metu (1977–1991 m.) kūrė 67 skulptoriai. (1.12 pav.).



1.12. PAV. Miesto kapinės XIX–XX a., Klaipėda, Lietuva (Šaltinis: Žygimanto Gedvilo nuotr.)

Skulptorių simpoziumai vykdavo vasarą ir buvo reikšmingiausia to meto kultūrinė iniciatyva ne tik mieste, bet ir visoje šalyje. 1986 m. Klaipėdos skulptūrų parkas buvo paskelbtas vietinės reikšmės gamtos paminklu. Kiekviena parke esanti skulptūra pasakoja savo istoriją, turi tam tikrą reikšmę, prasmę ar mintį. Skulptūrų parke galima aptikti ir XIX–XX a. pirmos pusės Klaipėdos miesto istoriją menančių antkapinių paminklų (12 pav.). Šiandien Skulptūrų parko teritorija apima ir vienija kelias dimensijas (*Skulptūrų parko istorija*, 2017): 1. istorinį memorialinį palikimą, įamžinant Miesto kapinėse palaidotų įžymių žmonių atminimą; 2. meninį modernios dekoratyviosios skulptūros palikimą, kuris šiuo metu yra gerai išsilaikęs ir prižiūrimas; 3. šios vietos kaip viešos erdvės panaudojimą kultūriniam vyksmui.

1.4. Išvados

Šių trijų Europos miestų kultūrinės vertybės gali būti pavyzdžiu to, kas jau yra padaryta, ir kaip galimybė, geriau suprasti mūsų praeitį ir dabartį, kurti darnesnę ir atsparesnę ateitį, dalytis ir pranešti apie tai naujiems Europos piliečiams.

Literatūros šaltiniai

1. Arquitectura de Madrid (2020) *Templo de Devod*. Online article in *Fundación Arquitectura COAM* website. Retrieved from: <http://guia-arquitectura-madrid.coam.org/#inm.F2.1> (Available: 16/10/2020)
2. Butkus, T. S., Safronovas, V., Petruolis, V. (2015) *Klaipėdos urbanistinė raida, 1945–1990*. Vilniaus dailės akademija. [ISBN 978-609-9546-469]
3. Demereckas, K. (2014). *Klaipėdos istoriniai parkai ir želdynai*. Klaipėda. [ISBN 978-609-8094-11-4]
4. Dobroński, A. Cz. ed. (2012) *Historia Białegostoku*, Wydawnictwo Sąsiedzi, Białystok [ISBN: 978-83-934373-0-6]
5. Dolistowska, M. (2018) *Wposzukiwaniu Tożsamości miasta. Architektura I urbanistyka Białegostoku w latach 1795–1939*. 2nd ed. Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok [ISBN 978-83-7431-530-2]
6. European Union (2020) *The history of the European Union*. Online article in European Union website. Retrieved from: https://europa.eu/european-union/about-eu/history_en (Available: 16/10/2020)
7. Gawryluk, D. (2011) *Contemporary building technologies used to reconstruction and modernisation of historical places and architectural monuments in Białystok*. Technical Transaction. Architecture. Czasopismo Techniczne. Architektura, R. 108, Z. 11, 2-A1, pp. 57–64 [online: <https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/resources/32239>]
8. Giddings, B., Charlton, J., Horne, M. (2011), *Public squares in European city centres* [In:] *Urban Design International*, 16 (3). pp. 202–212. ISSN 1357-5317. And, cited by them: French, J.S. (1983) *Urban Space – A Brief History of the City Square*, 2nd ed. Iowa: Kendall Hunt Publishing.
9. Jahier, L. (2016) “Foreword”. Citation of Jean Monnet. In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P. iii [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qq-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4] (Available: 16/10/2020)
10. *Klaipėdos architektūra*. (2020). Retrieved from: <https://www.vle.lt/Straipsnis/Klaipedos-architektura-125278>
11. *Klaipėdos skulptūrų parkas ir jo tapatumų iššūkiai*. (2012). Klaipėda. [ISBN 978-609-404-134-1]
12. Lynch, K. (1960) *The Image of the City*. The MIT Press. [ISBN 0-262-62001-4].
13. Merriam-Webster (2020), *Cityscape definition*. [Online dictionary]. Retrieved from: www.merriam-webster.com/cityscape. Collins English Dictionary (2020) *Cityscape definition*. [Online dictionary]. Retrieved from: www.collinsdictionary.com/cityscape. (Available: 16/10/2020)
14. Rosmalia, D. Martokusumo, W. (2012) *The Notion on Urban Cultural Landscape from the Perspective of Landscape Architecture Case Study: Cirebon City, West Java* [In:] *Arte – Polis 4 International Conference – Creative Connectivity and the Making of Place*. – p. 719–728.
15. *Skulptūrų parko istorija*. (2017). Article from History Museum of Lithuania Minor, Klaipėda, Lithuania website. Retrieved from: <https://www.mlimuziejus.lt/lt/skulpturu-parkas/klaipedos-m-skulpturu-parko-istorija/skulpturu-parko-istorija/>

16. Tatoris, J. (1994). *Senoji Klaipėda. Urbanistinė raida ir architektūra iki 1939 metų*. Vilnius. [ISBN 5-420-00510-7]
17. UNESCO (2011) *UNESCO Recommendation on the Historic Urban Landscape. And Second Consultation on the 2011 Recommendation on Historic Urban Landscape Implementation by Member States, 2019*. Retrieved from: <https://whc.unesco.org/en/hul/> (Available: 16/10/2020)
18. United Nations (2014) *World Urbanization Prospects (Revisions)* Department of Economic and Social Affairs. Retrieved from: <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>. In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P.2 [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4] [Accessed: 16.10.2020]
19. Valiente López, M., Izquierdo Gracia, P.C., Florez de la Colina, M.A., García López de la Osa, G., González Rodrigo, S., Martínez Pérez, I., Llauradó Pérez, N. (2017) *The enchantment of pencil drawing in Madrid: gamebased learning and architectural sketches of “Plaza Mayor” square*. [In:] ICERI 2017 Proceedings, 2017, pp. 355–362. [doi: 10.21125/iceri.2017.0149]
20. Voices of Culture (2016), *Promoting Intercultural Dialogue and Bringing Communities Together Through Culture in Shared Public Spaces*. Brainstorming report (to be published). In: European Union, European Economic and Social Committee (2016), *Culture, Cities and Identity in Europe*. P.8 [Online Study carried out by Culture Action Europe and Agenda 21 for Culture – UCLG]. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/qe-01-16-463-en-n.pdf>. [Online: ISBN 978-92-830-3199-4]
21. WEB-1: Website <https://polska-org.pl> [Online] Old photo by H. Poddebski: *Market Square 1915–1920, Białystok, Poland*. (1915–20), Retrieved from: <https://polska-org.pl/8100356,foto.html?idEntity=7143859> [Accessed: 10.10.2020]
22. WEB-2: Website <https://www.portalsamorzadowy.pl> [Online] Fig. 1 c) Photo: *Kościuszko Square, eastern part, the 2nd decade of the 21st c.* Retrieved from: <https://www.portalsamorzadowy.pl/serwis/top-inwestycje-polski-wschodniej/nominacje/61851.html> [Accessed: 10.10.2020]
23. WEB-3: Website Memoria de Madrid <http://www.memoriademadrid.es> [Online] Oil paintings: Fig. 2 a) De la CORTE, J. (ca. 1623) *Fiesta real en la Plaza Mayor* (Oil painting). Inv. 3422. Casa de la panadería, Plaza Mayor. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=9990&num_id=10&num_total=210. Fig. 2 b) Unknown author (1634) *Perspectiva de la Plaza Mayor, con la comitiva de Felipe III camino de la calle Mayor* (Oil Painting) „Segobiana / El Alcazar”. Inv. 3152. Casa de la Panadería, Plaza Mayor, Ayuntamiento de Madrid. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10006&num_id=108&num_total=210. [Accessed: 16.10.2020] Fig 2 c) Unknown author (between 1675 & 1680), *Vista de la plaza Mayor en fiesta de toros* (Oil Painting). Inv. 4004. Casa de la Panadería, Plaza Mayor, Ayuntamiento de Madrid. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=140406&num_id=33&num_total=210 [Accessed: 16.10.2020] Fig. 3 a) Unknown author (1916–1923). Museo Historia: Inv. 1991/1/590. Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10403&num_id=15&num_total=568. [Accessed: 16.10.2020] Fig. 3 b) Lacoste, J. (1906–1914). *Museo Historia*: Inv. 31234 Retrieved from: http://www.memoriademadrid.es/buscador.php?accion=VerFicha&id=10581&num_id=105&num_total=213. [Accessed: 16.10.2020]

24. WEB-4: Website www.delcampe.net [Online] Ancient photo of “Plaza Mayor” square in Madrid, Spain” (Old postcard). [Accessed: 16.10.2020]
25. WEB-5: Website <http://adm.klavb.lt/de/adm/> [Online] *Fig. 5 a, b – Theatre square history, Klaipeda County Public Ieva Simonaityte Library (AdM archive)* [Accessed: 28.09.2020]
26. WEB-6: Website <http://www.krastogidas.lt/objektai/5-paminklas-simonui-dachui-skulptura-taravos-anike> [Online] *Fig. 6 a, b – Tarava Anike* [Accessed: 09.10.2020]
27. Wicher, S. (2009) *Życie architektury. Życie i twórczość Stanisława Bukowskiego*. Białostockie Zakłady Graficzne S.A., Białystok [ISBN 978-83-89231-10-9]

2. 3D MODELING AND DIGITALIZATION IN HERITAGE

*Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė,
Mercedes Valiente, Wojciech Matys*

2.1. Fundamentals of Cartography and Photogrammetry

Cartographic products in digital public environment can be seen more than ever before. An interactive map product embedded in many digital cartographic systems become ubiquitous. A map is a visual representation of an entire earth area or a part of an area where 3D space, usually is presented on a horizontal plane/ flat 2D surface.

There are several types of surface models: two-dimensional, three-dimensional, four-dimensional, dynamic and even web. The maps show various objects: physical features, roads, topography, population, climate changes, natural resources, economic activities, small architectural monuments, political boundaries, etc.

Cartography is the art and science of graphically representing a geographical area, usually on a map or chart. It may involve the superimposition of political, cultural or other nongeographical objects onto the representation of a geographical area. Modern cartography largely involves the use of aerial and satellite photographs as a base for any desired map or chart. The procedures for translating photographic data into maps are governed by the principles of photogrammetry and yield a degree of accuracy previously unattainable. The remarkable improvements in satellite photography since the late 20th century and the general availability on the Internet of satellite images have made possible the creation of *Google Earth* and other databases that are widely available online (WEB-1). In addition, the use of geographic information system (GIS) has been indispensable in expanding the scope of cartographic subjects. Cartography is related to three assumptions: 1. Cartography is relevant assuring the quality of geospatial information; 2. Cartography is attractive constructing interactive, collaborative maps; 3. Cartography is modern generating 3D and 4D real-time models (WEB-2). Fig. 2.1 shows example of modern cartography application.



FIG. 2.1. Modern cartography: 2D, 3D images and photograph of sculptures – park in Klaipeda city (Source: WEB-3)

Photogrammetry is the science of making reliable measurements by the use of photographs and especially aerial photographs (as in surveying). The definition of photogrammetry can be extended: photogrammetry is the art, science and technology of obtaining reliable information about physical objects and the environment through the process of recording, measuring and interpreting photographic images and patterns of electromagnetic radiant imagery and other phenomena. The main product created by the use of photogrammetry science is the orthophoto map. An orthophoto (also known as an orthophotograph) is an aerial image that has been geometrically corrected (ortho rectified) so that the image is uniform from edge to edge. Orthophotos are corrected to remove terrain effects (what happens when you convert a 3D real surface into a 2D product) and distortions that result from the camera's lens and the angle the photo was taken from the plane.



FIG. 2.2. Fragment of orthophoto map: Klaipeda city (Source: WEB-5)

The goal of ortho rectification is to create an image where distance measurements are the same across the entire image. A digital orthophoto map typically has a geographic reference to the Earth, such as a UTM or State Plane coordinates, so each pixel in the photo can be accurately located (Manual, 2004; Linder, 2009; WEB-4). Many of the digital aerial photographs available through GIS are orthophotos. Fig. 2.2 shows rectified aerial photography: fragment of orthophoto map of Klaipeda city.

2.2. Generation of spatial models of small architectural objects located in public space

The mapping of protected cultural heritage objects is relevant today and in the future. The idea is to commemorate cultural heritage objects, protecting them from degradation, to ensure the preservation of information, to increase the relevance and visibility, and to realize more convenient access to geoinformation. Various institutions are involved with the common goal of promoting cultural heritage to Lithuanian and foreign residents by using information technologies.

Digital maps, constructed by the use of various technologies (e.g., TLS) are becoming public and accessible at the website to anyone who is interested. Terrestrial laser scanning (TLS) is referred to terrestrial Light Detection and Ranging (LiDAR) technology, acquiring XYZ coordinates of numerous points on surfaces by emitting laser pulses toward these points and measuring the distance from the device to the target. Software packages are generally required for managing and analyzing the data because of the large amount of data stored in a TLS point cloud. A point cloud may be converted into a grid DEM to facilitate topographic mapping and spatial analyses. TLS instruments are commonly of three categories based on the distance the laser light can travel to record a point in a field-of-view: short, medium and long-range scanners. A potential limitation to TLS approaches is the weight of the instrument (>20 kg including the battery) length (Ruzgienė, Berteška *et al.* 2015, Kraus, 2007).

2.2.1. The instruments and technologies

The new multi-station *Leica Nova MS60* enables surveying with one instrument, combines fast 3D laser-scanning capabilities, GPS/ GNSS connectivity and digital imaging (WEB-6). The *Nova MS60* features includes a fast laser speed of up to 30,000 points per second, optimized scan area definitions, adapted scan managements, and an improved scanning path for zenith scans. Measurement professionals can make decisions directly in the field, performing point-cloud analysis such as flatness analysis, etc. Scan data of the *Nova MS60* can graphically show in real time, collecting the points positions in the field.

Laser scanner *Stonex X300* made in Italy is a 3D scanner designed to deliver effective results every day, on any project. This scanner has a dedicated line of accessories to work better, scanning process is controlled by smartphone or tablet, allows to work where others fail, regardless of dust, humidity, heat or bumps (WEB-7).

3D Reshaper is a scanner software dedicated to surveyors and can execute processing of point cloud (manual and automatic filters, merge, color), 3D meshing (smoothing, holes filling, borders improvement), 3D inspection of data, polylines, CAD surfaces, to compute a digital surface model, longitudinal profiles, classify points, etc. terrestrial scanning (WEB-8).

JRC 3D Reconstructor is the multi-platform powerful software to handle LiDAR point cloud: import, process and manage terrestrial scanning data, handheld, mobile, airborne laser scanner and easily integrate UAV and 3D imaging data in a single platform.

For realization of 3D modelling of architectural small objects located in cities/public space, apply up-to-date mapping/ geoinformation technologies:

- Remote Sensing (RS) – imagery from satellites in *Google Earth* (simultaneously *Street View*) application usable for overview general situation of study object (WEB-3).
- Terrestrial Lidar Scanning (TLS) – the scanning sculptures with laser scanners (*Nova MS60*, *Stonex X300*), 3D modelling by the use of software (*3D Reshaper*, *JRC 3D Reconstructor*). Laser scanning speeds up workflows by combining technologies (imaging, scanning capabilities and GNSS connectivity) in this all-in-one instrument. With the use of specialized software, all measurement and scanning data can be visualized in 3D environment for quality and completeness corrections (WEB-9).
- Geoinformation Systems (GIS) – the use of software application (*ArcGIS*) for thematic map construction, classification of topographic elements and coordinates from other data sources, e.g., city municipality.
- Aerial Photogrammetry – the use of orthophoto map for presentation of sculptures positions and infrastructure of cities parks for public needs.

2.2.2. The results of sculptures mapping

The sculptures park located in Klaipeda city, Lithuania is the open-air art gallery with 116 works of art of various thematic and 6 historical objects, situated on area of 10 ha. This object was selected because of great significance as nature and art monument combining historical memorial legacy, modern decorative sculptures and the use of public space for cultural events. The mapping of sculpture park objects is important activity for obtaining information that can be used for construction state-of-the-art data base, disseminating for everyone's needs by the use of smart devices.

Data acquisition and processing. 116 sculptures and 6 historical objects were scanned by the use of terrestrial scanning technology (TLS) with laser scanner *Leica Nova MS60*. The photographs of all sculptures by the use of high-resolution camera

were gained from four stations (at the sides, front, rear of the sculpture) and sometimes from additional stations depending on the complexity of the sculpture. These photographs were used for 3D modelling. Software *3D Reshaper* was applied for 3D modelling of all sculptures in a virtual environment (WEB-8). The virtual geoinformation data base can be taken from the platforms of <http://www.mlimuziejus.lt/park> (WEB-10) and can be used by everyone. 3D modelling was fulfilled step by step: importation of points cloud gained from laser scanning of sculptures; TIN creation, filling of gaps; creating real image; shading of invisible areas, generation of three-dimension model. The example of 3D modelled sculpture named “Bangpūtys” by software *3D Reshaper* is presented in Figures 2.3 and 2.4.

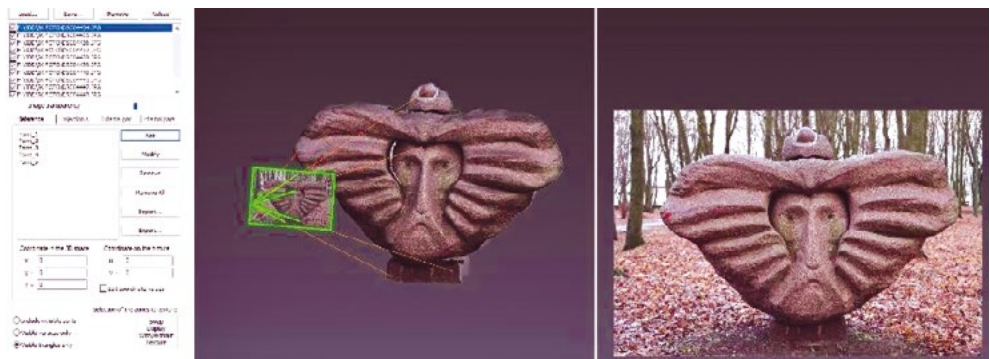


FIG. 2.3. Extraction of a real image model: orientation of sculpture “Bangpūtys” model, used 4 photographs (Source: own elaboration, 2020)



FIG. 2.4. 3D model of sculpture „Bangpūtys“ generated from TLS data (Source: own elaboration, 2020)

Thematic map construction. The spatial data set was created with software application *ArcGIS*. The orthophoto map of study area and topographic survey with sculptures planimetric coordinates was provided by Klaipeda city municipality. These data were imported in *ArcGIS* overlaying positions of sculptures onto the orthophoto map and constructed map (Fig. 2.5).

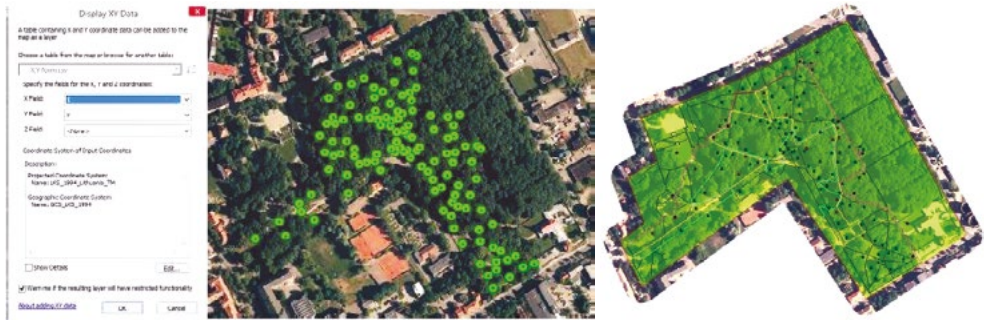


FIG. 2.5. Sculptures position onto orthophoto map and the map of sculpture park constructed by the use of GIS technology (Source: own elaboration, 2020)

Another object of study – 3D modelling of architectural heritage objects “Baubliai”, located in Dionizo Poskos antiquities field museum, Bijoty village, Lithuania have been performed. Oaks, that are about a thousand years old, are called “Baubliai” (Baubles). The museum shed oak stalk with straw roof, coated by ribbons cementitious foundations; there writer and historian, enlightener of culture D. Poška rested and worked at the end of XIX century. Baubles, has been declared as important historical, cultural, ancient monument of Lithuanian culture with no analogue. Nowadays Baubles are covered by glass roof.

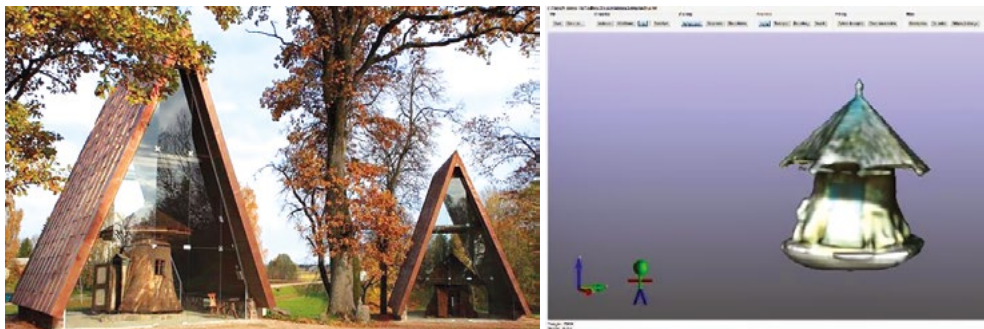


FIG. 2.6. The field museum with cultural monuments and generated 3D model of Bauble by the use of TLS technology (Source: own elaboration, 2020)

Two Baubles were scanned with laser scanner *Stonex X300* using TLS technology. Because both Baubles were under a closed glass and enclosure with a roof, the scanning procedure becomes complicated. For both Baubles, due to the trapezoidal roof, it was decided to measure from six different positions outside and also inside with scanning angle 75–90 angles. Measuring conditions were more difficult concerning of the tapering roof, therefore the laser scanner had to be raised higher. Due to the difficult measurement conditions mentioned above, the measurements took five hours. 3D modelling of Baubles was performed by the use of software *JRC 3D Reconstructor* processing, unifying, correcting of the point cloud. Generated 3D model of one Bauble is presented in Figure 2.6.

2.3. Classic methods of 3D modelling

Understandably, new technologies are replacing the old ways of 3D modelling cultural heritage. However, one cannot forget about the classic methods of visualizing objects. When constructing them, we base methods of measurement: traditional (manual meters) and modern (electronic meters). However, when creating them, an equally important or even more important role is played by the “feeling” of the object by the author of the model, his/her knowledge, experience and imagination. The author decides about the hierarchy of importance of the elements included in the object. Some of them are detailed, others are blurred or even deleted. That kind of 3D modelling, unlike digital methods, is heavily influenced by subjectivity and humanity.

2.3.1. 3D drawings made by hand

This kind of 3D modelling is usually faster and simpler than others, and also can be created always and everywhere.

Two methods are used to create 3D drawings: parallel projections and perspective projections (Ducki, Rokosza, Rylke, Skalski, 2003).

In the first method (simpler), lines are projected in parallel along three different axes (x , y , z) with different angles in conjunction with a horizontal baseline. We distinguish isometric projection, elevation oblique and axonometric projection/plan oblique.

This type of 3D drawing is easily understood even by laypersons and can be constructed at all scales. It is often used both to present urban and planning layouts as well as small architectural spaces (gardens, atriums, etc.) (Fig. 2.7).

Perspective projections are characterized by the parallel lines convergence at the vanishing points usually placed on the horizon line (the viewer’s eye level). The most used are one-point and two-point perspectives.

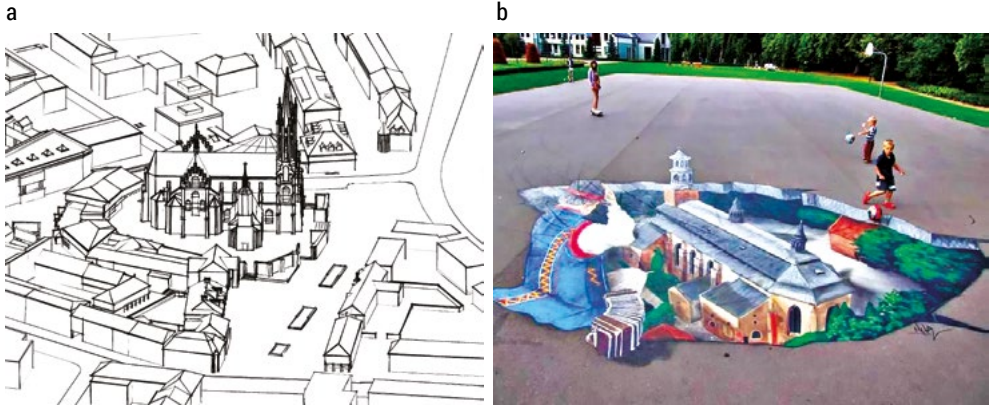


FIG. 2.7. Examples of the use of parallel projection (Source: a – axonometric projection of the center of Białystok, graphics by Wojciech Matys; b – 3D street – art by Marek Kierklo, Kartuzy, photo by Bartłomiej Gruby, WEB – 11)

These kinds of 3D drawings are usually created in two main types of perspective: linear perspective and atmospheric perspective.

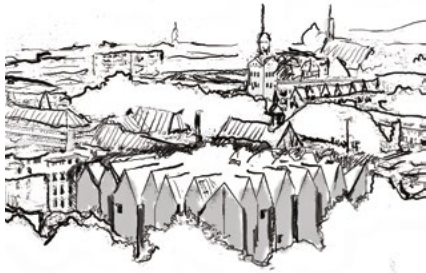
Linear perspective has all converging lines which seem to move towards a common vanishing point (or points) placed on an eye-level of the viewer's line (horizon line) (Fig. 2.8).



FIG. 2.8. Linear perspective projection – examples (Source: a – graphics by Marta Baum, b – graphics by Wojciech Matys)

The atmospheric perspective projection is based on landscape painting. The space shown is not “constructed” (Wilk, 2014). It is often impossible to determine the location of vanishing points and depth is shown by varying object sizes (larger seem closer, smaller farther) (Fig. 2.9).

a



b



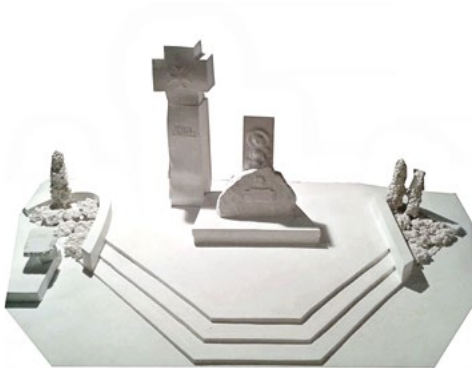
FIG. 2.9. Atmospheric perspective projection – examples (Source: a – graphics by Wojciech Matys b – graphics by Marta Baum)

2.3.2. Manual models

A model is a conventional three-dimensional “image” of space made in a given scale or in appropriate proportions. The conventionality of the model is achieved, among others, thanks to the use of homogeneous materials, the use of non-obvious, undefined elements, or simplification of the presented spaces.

This kind of 3D modelling is often used when creating models of sculptural objects or also tactile models intended mainly for the blind (Fig. 2.10).

a



b



FIG. 2.10. Examples of the manual models (Source: a – Manual model by Jerzy Grygorczuk, photo by W. Matys, b – photo by M. Kłopotowski)

Model views are digitized by photos. The same is true of hand-drawn drawings that are also scanned (also by large-format scanners). Digitized objects can be used in visualizations using photo processing software.

2.4. Drawing by computer is a different way to draw

The importance of Architectural Drawing as a means of communication between professionals is unquestionable. That is why one of the essential objectives of technical schools in the Plan of Study, is to provide students with a means of communication that is essential for their future professional activities. What is clear is that virtually no important architect has dispensed with the intermediate language that is the graphical representation. Therefore, it is safe to say that the graphic medium, architectural drawing, really offers the greatest potential for the study of the entire set of issues related to the architectural discipline. At the same time it is taught, or at least that has been the focus throughout our years of teaching at this school, the precise rules to master the different techniques, both conventional and newest, those have been used or are used in Architectural Drawing execution and knowledge necessary for their restructuring.

Nowadays not only conventional techniques are taught, but attempting, at least experimentally, to show each student more innovative ways in Architectural Representation. This is the case of the use of computers, and the new language BIM.

New ways of drawing the BIM (Building Information Modelling – modelling building information). For BIM applications, with programs such as Revit, architecture is more than a three-dimensional model with different representations; it is not enough to represent the building in a realistic way, it is a simulator of buildings under real conditions. Many words have been spent in comparing AutoCAD – AutoCAD Architecture – Revit, but if we do, we will always fall into the simplistic comparison as tools to represent reality, forgetting the most important thing of Revit, which is to simulate reality. Simulating reality can make better choices in the design phase, as well as provide many of the problems that arise in the life cycle of the building.

The computer drawing was projected in 2D and 3D, but with BIM new concepts were incorporated:

- 4D-BIM: incorporation of the time factor in the project
- 5D-BIM: construction costs related to time and durability of the building
- 6D-BIM: building maintenance throughout its lifetime.

The BIM (Building Information Modeling – modeling building information), is a new revolution as with the advent of computer drawing.

2.4.1. 3D print introduction

A 3D printer is a machine capable of generating print designs in three dimensions and in different materials ranging from mud, dust, some plastics and even metals. The result is being able to create volumetric parts previously designed on a computer.

3D printers use multiple manufacturing technologies and we will try to explain simply how they work. With 3D printers what you do is create an object with its 3 dimensions and this becomes built on layers until the finished desired object.

What a 3D printer really does is to produce a 3D computer design created with a physical 3D model. In other words, if we have designed on your computer, for example a simple cup of coffee (by any CAD program – Computer Aided Design) we can print it in reality through the 3D printer and produce a physical product that would be our own cup of coffee. With this we can generate through physical documents electronic documents. Generally, the materials used to manufacture metal objects can be, nylon, and about 100 different types of materials.

2.4.2. 3D print uses of 3D printers at different sectors: research in the UPM

The models are made with a 3D printer model MARKETBOT REPLICATOR TM 2 DESKTOP 3D PRINTER Fig. 2.11. In the images you can see some examples. In Fig. 2.12. and Fig. 2.13. you can see the models.

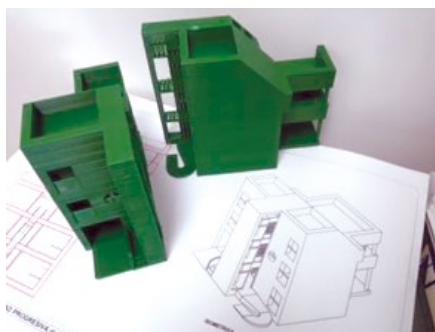
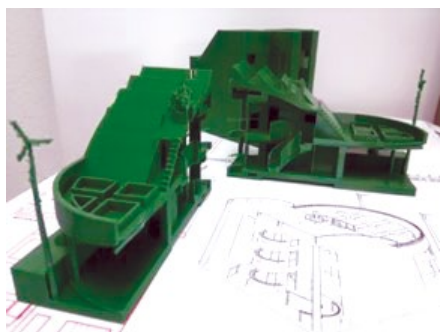


FIG. 2.11. Models were made with a 3D PRINTER MARKETBOT REPLICATOR TM 2 DESKTOP 3D PRINTER (Source: own elaboration, 2020)

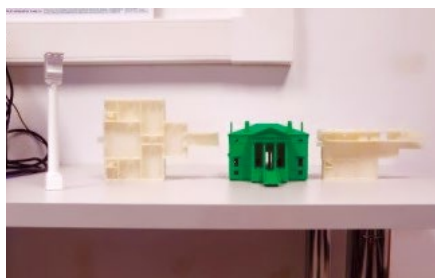


FIG. 2.12. Models were made with a 3D printer MARKETBOT REPLICATOR TM 2 DESKTOP 3D PRINTER PALLADIO HOUSES VILLA CHIERICATI (Source: own elaboration, 2020)

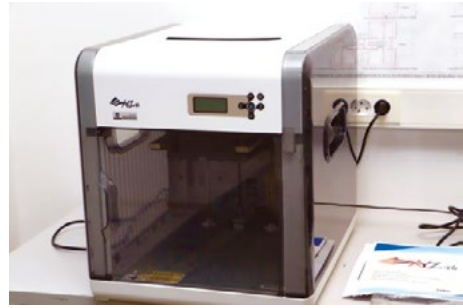


FIG. 2.13. MakerBot Replicator 3D printer (Source: own elaboration, 2020)

For a long time 3D printers have been one of the greatest inventions that has reached its peak in this 21st century, due to a lot of companies that are innovating in their production and in application uses that can be given. The marketplace in 3D printers reveals many different purposes, sizes and prices, opening millions of possibilities for easy production even allows trial and error without excessive costs.

References

1. Ducki, J., Rokosza, J., Rylke, J., Skalski, J. (2003) *Hand Drawing for Landscape Architects (in Polish)*, Warsaw, Publishing House SGGW
2. Kraus, K. 2007. *Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans*. Berlin: Walter de Gruyter. 459
3. Linder, W. (2009) *Digital Photogrammetry. A practical Course*, Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, 33–73, 121–131
4. *Manual of Photogrammetry* (Edited by J. Chris McGlone), (2004) American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Maryland, USA, 959–963
5. Ruzgienė, B.; Berteška, T.; Gečytė, S.; Jakubauskienė, E.; Aksamitauskas, V, Č. 2015. The surface modelling based on UAV Photogrammetry and qualitative estimation. Measurement. Oxford: Elsevier Ltd. Vol. 73, p. 619–627
6. WEB-1: *Cartography*, (2020), [Online] Available from: <https://www.britannica.com/science/cartography> [Accessed: 18.02.2020]
7. WEB-2: *Modern Cartography*, (2020), [Online] Available from: <http://www.gsdi.org/docs/2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf> [Accessed: 18.02.2020]
8. WEB-3: Google Earth, Street View application (2020), [Online] Available from: <https://earth.google.com/web/@55.69191266,21.17681752,11.67728544a,6495.67834488d,35y,0.00000121h,0t,0r/> [Accessed: 20.10.2020]
9. WEB-4: *Geospatial technology*, (2020), [Online] Available from <https://mapasyst.extension.org/what-is-an-orthophoto/> [Accessed: 18.02.2020]
10. WEB-5: Maps.lt (2020), [Online] Available from: <https://beta.maps.lt/?c=2362412.9%2C7500077.6&r=0&s=72223.819286&b=orto/> [Accessed: 20.10.2020]
11. WEB-6: Smart Office, (2020), [Online] Available from: <https://www.soffice.lt/produktas/technine-iranga/tacheometriai/daugiafunkciniai/MS60.html> [Accessed: 10.03.2020]

12. WEB-7: Stonex (2020), [Online] Available from: <https://www.stonex.it/project/x300-laser-scanner/> [Accessed: 15.03.2020]
13. WEB-8: Reshaper 3D, (2020), [Online] Available from: <https://www.3dreshaper.com/en/software-en/download-software/current-release-software> [Accessed: 22.03.2020]
14. WEB-9: Terrestrial Laser Scanning, (2020), [Online] Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/terrestrial-laser-scanning> [Accessed: 20.01.2020]
15. WEB-10: Mažosios Lietuvos istorijos muziejus (2020), [Online] Available from: <http://www.mlimuziejus.lt/park/> [Accessed: 20.10.2020]
16. WEB-11: Kartuzy (2020), [Online] Available from: <https://kartuzy.info/zdjecie/3631957> [Accessed: 20.10.2020]
17. Wilk, S. (2014) *Construction and Design Manual Drawing for Landscape Architects*, Dom Publisher, Berlin

2. PAVELDO SKAITMENINIMAS IR 3D MODELIAVIMAS

*Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė,
Mercedes Valiente, Wojciech Matys*

2.1. Kartografijos ir fotogrametrijos pagrindai

Skaitmeninėse viešosiose erdvėse kartografinius produktus galima pamatyti dažniau nei bet kada anksčiau. Vis plačiau naudojami interaktyvūs žemėlapiai, kurie gali būti įkeliami ir į skaitmenines kartografines sistemas. Žemėlapis yra tam tikros vietovės vaizdinis modelis, kai 3-jų dimensijų erdvė pateikiama horizontalioje plokštumoje/lygiame 2D paviršiuje. Žemės paviršiaus skaitmeniniai modeliai gali būti dvimačiai (2D), trimačiai (3D), keturmačiai (4D), dinaminiai ir internetiniai. Žemėlapiuose vaizduojami įvairūs objektai ir jų fizinės savybės: kelių tinklas, topografijos elementai, gyventojų tankis, klimato kaita, gamtos išteklių pasiskirstymas, ekonominės veiklos rezultatai, mažosios architektūros paminklai, pasienio ribos ir kt.

Kartografija yra menas ir mokslas tiriantis geografinių vietovių grafinio vaizdavimo žemėlapiuose būdus ir fizinių sąvybių pateikimą diagramose. Į kartografinius vaizdus gali būti įkeliami ir politiniai, kultūriniai ar kiti ne geografiniai objektai. Žemėlapiams sudaryti šiuolaikinėje kartografijoje vis dažniau naudojamos aerofotografijos ir palydovinės (kosminės) nuotraukos. Fotografinių duomenų taikymo žemėlapiams sudaryti procedūros yra reglamentuojamos fotogrametriniais reikalavimais ir gaunamas toks aukštas tikslumas, koks anksčiau nebuvo pasiekiamas. XX amžiaus pabaigoje ženklūs kosminės geodezijos pasiekimai ir kosminių vaizdų įkėlimas į internetinę aplinką sąlygojo internetinės programos *Google Earth* sukūrimą ir kitus duomenų rinkinius, kurie plačiai prieinami internete (WEB-1). Be to, geografinių informacinių sistemų (GIS) naudojimas, išplečiant kartografinių duomenų panaudojimo sritis, tampa būtinybe. Kartografijos mokslas siejamas su šiais apibūdinimais: 1) kartografija yra skirta kokybiškai geoobjektų erdvinei informacijai gauti; 2) kartografija yra puiki priemonė, kuriant interaktyviusius, bendrusius žemėlapius; 3) kartografija yra moderni, generuojant 3D ir 4D modelius realiuoju laiku (WEB-2). 2.1 paveiksle pateikti šiuolaikinės kartografijos produktų pavyzdžiai.



2.1. PAV. Šiuolaikinės kartografijos produktai: 2D, 3D fotografiniai vaizdai ir skulptūrų fonuotruaka – skulptūrų parkas Klaipėdoje (Šaltinis: WEB-3)

Fotogrametrija yra mokslas, nagrinėjantis matavimų fonuotruakose ir aerofonotruakose metodus geometrinei informacijai apie objektus kaupiti. Platesnis fotogrametrijos apibrėžimas – fotogrametrija yra menas, mokslas ir technologija patikimai informacijai apie fizinius objektus ir aplinką gauti, registruojant, matuojant ir interpretuojant fotografinius vaizdus, elektromagnetinę spinduliuotę bei kitus reiškinius. Pagrindinis produktas, sukurtas taikant fotogrametrijos metodus, yra ortofotografinis žemėlapis. Ortofotografija (ortofotografinė nuotrauka) yra geometriškai koreguotas (rektifikuotas), neiškraipytas vietovės fotografinis vaizdas. Ortofotografinio rektifikavimo būdu pašalinami geometriniai iškraipymai, atsiradę dėl reljefo, transformuojant 3D vietovės paviršių į 2D, dėl fotokameros posvyrio ir optinės sistemos netikslumo, dėl centrinės projekcijos įtakos.



2.2. PAV. Ortofotografinio žemėlapis fragmentas: Klaipėda (Šaltinis:WEB-5)

Ortofotografinio rektifikavimo tikslas – sukurti tokį fotografinį vaizdą, kurio visame plote mastelis būtų pastovus dydis. Skaitmeninis ortofotografinis žemėlapis yra susietas su geografine (referencine) koordinacių sistema – UTM ar stačiakampėmis koordinatėmis, todėl fotografinio vaizdo kiekvieno pikselio padėtys tiksliai nustatomos (Manual, 2004; Linder, 2009; WEB-4). Daugelis aerofotonuotraukų, saugomų geoinformacinėse sistemose (GIS) yra ortofotografinės nuotraukos. 2.2 paveiksle pateikta rektifikuota aerofotonuotrauka – Klaipėdos miesto ortofotografinio žemėlapio fragmentas.

2.2. Mažosios architektūros objektų, esančių viešojoje erdvėje, erdvinių modelių generavimas

Saugomų kultūros paveldo objektų kartografavimas yra aktualus ir šiandien, ir ateityje. Pagrindiniai kartografavimo tikslai: įamžinti kultūros paveldo objektus, apsaugant juos nuo sunykimą, užtikrinti informacijos išsaugojimą, didinti svarbos supratimą ir matomumą bei užtikrinti patogią prieigą prie geoinformacinių duomenų.

Įvairios institucijos yra išitraukusios į bendro tikslo realizavimą – naudojant informacines technologijas, skleisti informaciją apie kultūros paveldo išsaugojimą Lietuvos ir užsienio gyventojams.

Skaitmeniniai žemėlapiai, sukurti taikant įvairias technologijas (pvz., antžeminį lazerinį skenavimą), vis labiau tampa vieši ir prieinami internetinėse svetainėse visiems, kurie domisi kultūros objektais. Antžeminis lazerinis skenavimas TLS (Terrestrial Laser Scanning) yra susijęs su šviesos spindulio aptikimo ir atstumų matavimo LiDAR (Light Detection and Ranging) technologija. Nustatoma didelio kiekio taškų planimetrinės koordinatės ir aukščiai (X,Y ir Z), skleidžiant lazerio impulsus šių taškų link ir matuojant atstumą nuo prietaiso iki taikinio. TLS taškų debesis apima labai didelį kiekį duomenų, todėl reikalinga speciali programinė įranga duomenims valdyti ir analizuoti. Taškų debesis gali būti konvertuojamas į reljefo skaitmeninį modelį (DEM) tankaus tinklelio forma ir taip palengvinamas topografinis kartografavimas bei erdvinė analizė. Atsižvelgiant į atstumą, kurį lazerio spindulys gali pasiekti, TLS įranga skirstoma į tris kategorijas: trumpojo, vidutinio ir tolmojo nuotolio skeneriai. TLS technologijos taikymo trūkumas yra pakankamai didelis įrangos svoris (su akumuliatoriumi sveria daugiau nei 20 kg) (Ruzgienė, Berteška *et al.* 2015, Kraus, 2007).

2.2.1. Instrumentai ir technologijos

Naujoji daugiafunkcinė lazerinio skenavimo stotis *Nova MS60*, Leica leidžia atlikti matavimus vienu instrumento pastatymu, skenavimo procesas yra pakankamai greitas, galimas GPS/ GNSS ryšys ir skaitmeninio vaizdo gavimas (WEB-6). Lazerinio

skenerio *Nova MS60* pagrindinės sąlybės: skenavimo greitis siekia iki 30,000 taškų per sekundę, optimizuotai apibrėžimas skenavimo plotas, automatizuotas skenavimo proceso valdymas, patobulintas skenavimo procesas zenito kryptimi. Matuotojai gali priimti sprendimus tiesiogiai lauke, atlikdami taškų debesies ar reljefo analizę. Nustačius taškų padėtis vietovėje, skenavimo *Nova MS60* duomenys pateikiami grafiškai realiuoju laiku.

Italijoje pagamintas lazerinis skeneris *Stonex X300* teikia 3D duomenis, skenavimo rezultatai gaunami efektyviai ir tinkami bet kokiam projektui realizuoti. Šis skeneris turi specialius priedus matavimo procesams pagerinti, prietaisas valdomas išmaniuoju telefonu ar planšetiniu kompiuteriu, galima dirbti įvairiomis sąlygomis, atsparus dulkių, drėgmės, šilumos ar smūgių poveikiams (WEB-7).

3D Reshaper yra skenavimo duomenų apdorojimo programinė įranga, kuria galima atlikti taškų debesies rankinį ir automatinį filtravimą, duomenų apjungimą bei spalvinį išlyginimą, 3D tinklo kūrimą, paviršių glotninimą, tarpų užpildymą, kraštų sujungimą, duomenų tikrinimą; sukurti skaitmeninį paviršiaus modelį (DSM), išbraižyti išilginius profilius, klasifikuoti taškus ir kt (WEB-8).

JRC 3D Reconstructor yra daugialypė galinga programinė įranga, skirta LiDAR taškų debesims apdoroti. Programa dirba su duomenimis ir fotografiniais vaizdais gautais iš įvairių šaltinių: antžeminių, rankinių, mobiliųjų skenerių, lazerinio skenavimo iš oro, bepilotės skraidyklės UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), kitos aerofotografavimo įrangos.

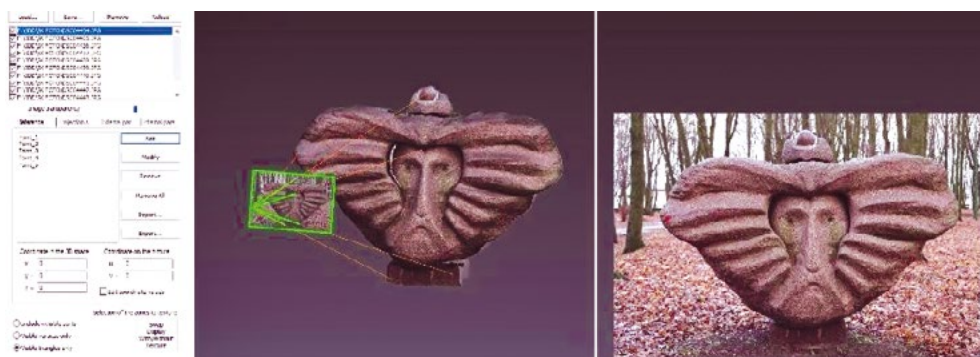
Miestų parkuose ar kitose viešosiose erdvėse esančių mažų architektūrinių objektų 3D modeliavimo realizavimui taikomos šios šiuolaikinės kartografavimo bei geoinformacinės technologijos:

- Nuotoliniai tyrimai RS (Remote Sensing). Naudojantis internetinėje aplinkoje *Google Earth* teikiamomis kosminėmis/ palydovinėmis nuotraukomis ir *Street View* funkcija apžvelgiama tiriamojo objekto lokacija bei analizuojama aplinka (WEB-3);
- Antžeminis lazerinis skenavimas (TLS). Architektūriniai maži objektai (skulptūros) skenuojami antžeminiiais lazeriniais skeneriais (*Nova MS60* ar *Stonex X300*), 3D modeliavimas atliekamas specialiomis programinėmis sistemomis (*3D Reshaper* ar *JRC 3D Reconstructor*). Skenavimo procesas vyksta greitai, derinamos vaizdo gavimo, skenavimo galimybių ir GNSS ryšio funkcijos. Naudojantis programinėmis sistemomis, visi matavimo ir nuskaitymo duomenys vizualizuojami 3D aplinkoje ir taip gaunami kokybiški ir išsamūs duomenys (WEB-9).
- Geoinformacinės sistemos (GIS). Programine įranga (*ArcGIS*) konstruojami teminiai žemėlapiai, klasifikuojami topografiniai elementai, objektų koordinatės gali būti gaunamos iš įvairių institucijų, pvz., miesto savivaldybės.
- Aerofotogrametrija. Skulptūrų padėtys ir miesto parkų infrastruktūra pateikiama ortofotografiniame žemėlapyje ir pristatoma visuomenės poreikiams.

2.2.2. Skulptūrų kartografavimo rezultatai

Skulptūrų parkas, esantis Klaipėdos mieste, yra 10 ha ploto meno galerija (objektas) po atviru dangumi. Galerijoje yra 116 įvairių teminių ir 6-ių istorinių objektų meno kūrinį. Šis objektas – tai reikšmingas gamtos ir meno paminklas, jungiantis istorinį memorialinį palikimą, šiuolaikines dekoratyvines skulptūras ir viešosios erdvės naudojimą kultūriniais renginiais. Skulptūrų parko objektų kartografavimas yra svarbi veikla, siekiant gauti informaciją, kuri naudojama moderniam duomenų rinkiniui kurti bei išmaniaisiais įrenginiais skleisti kiekvieno asmens poreikiams.

Duomenų rinkimas ir apdorojimas. Taikant antžeminę lazerinę skenavimo technologiją (TLS), 116 skulptūrų ir 6 istoriniai objektai nuskenuoti lazeriniu skeneriu *Nova MS60*, Leica. Be to, didelės raiškos fotokamera visos skulptūros nufotografuotos iš keturių stočių (iš skulptūrų šoninės dalies, priekio, galo) ir iš papildomų stočių, atsižvelgiant į skulptūros konfigūraciją. Gautosios fonuotraukos, kaip papildoma vizualinė informacija, naudojamos skulptūroms 3D modeliuoti. Visų skulptūrų 3D modeliai sukurti programine sistema *3Dreshaper* ir pateikti virtualioje aplinkoje (WEB-8). Ši virtualųjų geoinformacinių duomenų rinkinį galima rasti ir naudotis be apribojimų www.regia.lt arba www.mlim.lt platformose (WEB-10). Skulptūrų modeliavimas atliktas šiais etapais: importuojamas lazerinio skenavimo taškų debesis, kuriamas tankus trianguliacijos tinklas (TIN), užpildomi tarpai, pateikiamas realusis vaizdas, šešėliuojamos nematomos sritys, generuojamas trijų dimensijų modelis. Skulptūros „Bangpūtys“ modeliavimo programine sistema *3DReshaper* rezultatai pateikti 2.3 ir 2.4 paveiksluose.



2.3. PAV. Realus vaizdo modelis: skulptūros „Bangpūtys“ orientavimas pagal 4 fonuotraukas (Šaltinis: sukurta autoriu, 2020)



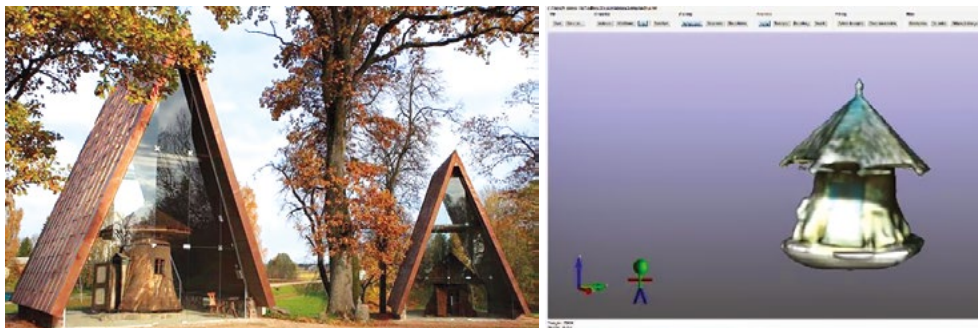
2.4. PAV. Skulptūros „Bangpūtys“ 3D modelis sugeneruotas pagal TLS duomenis (Šaltinis: sukurta autorių, 2020)

Teminio žemėlapio kūrimas. *ArcGIS* programine įranga kuriamas erdviųjų duomenų rinkinys. Skulptūrų parko ortofotografinis žemėlapis ir topografiniai duomenys (planimetrinių koordinatijų rinkinys) gauti iš Klaipėdos miesto savivaldybės. Šie duomenys importuoti į GIS programinę sistemą ir skulptūrų padėties rodomos ortofotografiniame žemėlapyje. Sukurtasis teminis žemėlapis pateiktas 2.5 pav.



2.5. PAV. Skulptūrų padėties ortofotografiniame žemėlapyje ir skulptūrų parko žemėlapis sukurtas, naudojant GIS technologiją (Šaltinis: sukurta autorių, 2020)

Kitas skulptūrų 3D modeliavimo objektas – architektūrinis paveldas „Baubliai“, esantis Dionio Poškos lauko muziejuje Bijotų kaime. Šioje vietovėje XIX a. pabaigoje išsėjosi ir dirbo rašytojas ir istorikas, kultūros šviesuolis D. Poška. Ažuolai, kuriems maždaug tūkstantis metų, vadinami Baubliais. Muziejuje eksponuotas ažuolo kamienas su šiaudiniu juosteliniu stogu ir cementiniais pamatais. Baubliai, paskelbti reikšmingu istorinio, kultūrinio, antikinio Lietuvos kultūros paminklu, neturinčiu analogo. Siekiant apsaugoti Baublius, jie yra uždengti stikliniais gaubtais.



2.6. PAV. Kultūros paminklai lauko muziejuje ir vieno Baublio sugeneruotas 3D modelis pagal taikytos TLS technologijos duomenis (Šaltinis: sukurta autorių, 2020)

Du Baubliai, taikant TLS technologiją, nuskenuoti lazeriniu skeneriu *Stonex X300*. Kadangi abu Baubliai apgaubti uždaru stikliniu stogeliu, skenavimo procedūra tampa sudėtingesnė. Dėl trapecijos formos stogo abu Baubliai nuskenuoti iš šešių skirtingų stočių, iš išorinės ir vidinės pusės, skenavimo kampų 75° – 90° . Darbą stotyje apsunkino siaurėjančio stogo konstrukcija, todėl skenerį reikėjo pakelti aukščiau. Dėl minėtų darbo sąlygų skenavimo procesas užruko ilgiau – apie penkias valandas. Programine sistema *JRC 3D Re-constructor* atliktas Baublių 3D skenavimo duomenų apdorojimas, taškų debesies koregavimas, glotninimas ir modeliavimas. 2.6 paveiksle pateiktas lauko muziejaus objektų fotografinis vaizdas ir sugeneruotas vieno Baublio 3D modelis.

2.3. 3D modeliavimo klasikiniai metodai

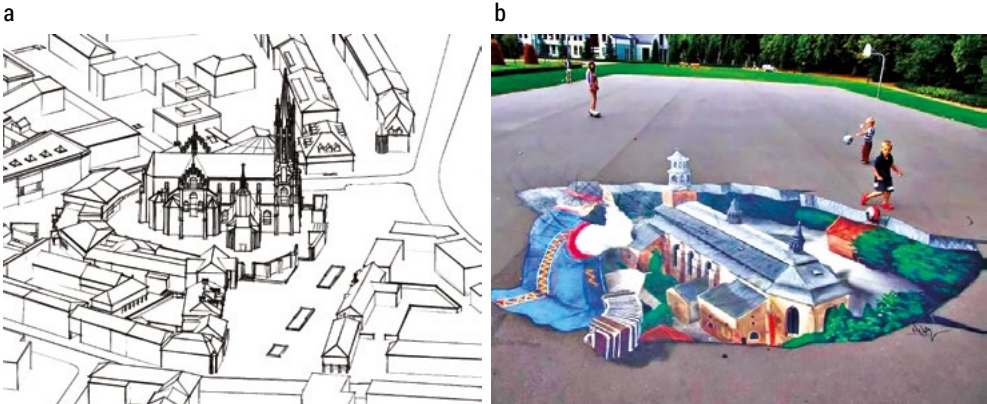
Be abejonės, naujos technologijos keičia senus kultūros paveldo objektų 3D modeliavimo būdus. Tačiau negalima pamiršti ir klasikinių objektų atvaizdavimo (vizualizacijos bei modelių kūrimo) metodų. Toks modeliavimas atliekamas remiantis matavimų rezultatais. Taikomi šie matavimų metodai: tradiciniai-rankiniai ir šiuolaikiniai-elektroniniai. Kuriant modelius klasikiniu būdu, pagrindinis vaidmuo tenka modelio sudarytojui, svarbios yra jo žinios, patirtis ir vaizduotė bei objekto „pajautimas“. Modelių kūrėjas nustato objektą sudarančių elementų svarbos hierarchiją. Kai kurie elementai pateikiami išsamiai, kiti neryškiai ar net nevaizduojami. 3D modeliavimui klasikiniiais metodais, skirtingai nei skaitmeniniais, didelę įtaką daro subjektyvumas ir žmogiškasis faktorius.

2.3.1. 3D brėžinių sudarymas rankiniu būdu: projektavimo metodai

3D modeliavimas rankiniu būdu paprastai yra greitesnis ir paprastesnis nei kiti būdai ir gali būti atliekamas visokiomis sąlygomis. 3D brėžiniams sukurti naudojami du projektavimo metodai: 1) lygiagrečios (ortogonalinės) ir 2) perspektyvinės projekcijos (Ducki, Rokosza, Rylke, Skalski, 2003).

Pirmuoju, paprastesniuoju metodu, linijos projektuojamos lygiagrečiai trimis koordinacių sistemoms (X, Y ir Z) skirtingais linijų orientavimo kampais ir siejama su bazine horizontaliąja plokštuma. *Išskiriami* šios projekcijos rūšys: izometrinė ir aksonometrinė (projektuojama pasvirusioje, *įstrižinėje* plokštumoje). Lygiagrečiosios (ortogonaliosios) projekcijos 3D brėžiniai yra lengvai suprantami ir nespecialistams, jie sudaromi įvairiais masteliais ir dažnai naudojami, pristatant miesto ar statinių planus, taip pat mažas architektūrinės erdves (sodus, atriumus ir kt.). Lygiagrečiosios projekcijos taikymo pavyzdžiai pateikti (2.7 pav).

Perspektyvinėms projekcijoms būdinga lygiagrečių linijų konvergencija begalybės (sueities) taškuose, išsidėsčiusiuose ant horizonto linijos (stebėtojo akių lygyje). Dažniausiai naudojamos vieno taško ir dviejų taškų perspektyvinė projekcija.



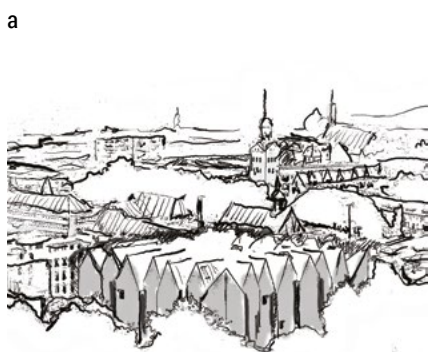
2.7. PAV. Ortogonaliosios projekcijos taikymo pavyzdžiai (Šaltinis: a – Bialystoko centro aksonometrinė projekcija, Wojciecho Matyso brėžinys, b – gatvės 3D modelis – parengtas Marek Kierklo, Kartuzy, fotonuotrauka Bartłomiej Gruby, WEB-11)

3D brėžiniai paprastai sudaromi *šiais* pagrindiniais perspektyvinės projekcijos metodais: linijine ir atmosferine. Linijinėje perspektyvinėje projekcijoje visi projektuojamieji spinduliai (susiliejančios/ sueinančios į tašką linijos), nukreipti link sueities taško (ar taškų), esančio ant horizonto linijos (stebėtojo akių lygyje). Linijinės perspektyvinės projekcijos taikymo pavyzdžiai pateikti (2.8 pav).



2.8. PAV. Linijinės perspektyvinės projekcijos taikymo pavyzdžiai (Šaltinis: a) Martos Baum brėžinys; b) Wojciecho Matyso brėžinys)

Atmosferinė perspektyvinė projekcija paremta kraštovaizdžio tapyba (vaizdavimu). Rodoma erdvė nėra „sukonstruota“ (Wilk, 2014). Dažnai neįmanoma nustatyti linijų sueities taškų padėties, o brėžinio „gylis“ apibūdina įvairių objektų dydžius (didesni atrodo arčiau, mažesni toliau). Atmosferinės perspektyvinės projekcijos taikymo pavyzdžiai pateikti (2.9 pav).

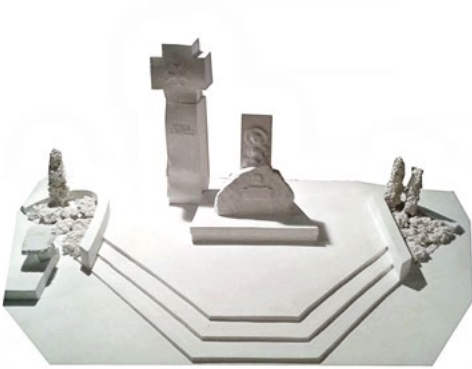


2.9. PAV. Atmosferinės perspektyvinės projekcijos taikymo pavyzdžiai (Šaltinis: a – Wojciecho Matyso grafinis brėžinys, b – Martos Baum grafinis brėžinys)

2.3.2. Rankiniu būdu sukurti modeliai

Modelis yra įprastas trjų dimensijų erdvinis vaizdas, sukurtas tam tikru masteliu ar atitinkamomis proporcijomis. Įprastas modelio vaizdas pasiekiamas naudojant homogeninius duomenis, neapibrėžtus elementus arba supaprastinant pateiktas erdves. Dažnai 3D erdvėje modeliuojami skulptūriniai objektai arba kuriami taktiliniai modeliai, skirti akliems. Modelių, sukurtų rankiniu būdu, pavyzdžiai pateikti (2.10 pav).

a



b



2.10. PAV. Modelių, sukurtų rankiniu būdu, pavyzdžiai (Šaltinis: a – Modelis sukurtas Jerzy Grygorczuk, W. Matys fotonuotrauka, b – M. Kłopotowski fotonuotrauka)

Modeliai rankiniu būdu gali būti sukurti ir skaitmenizuojant fotonuotraukas didelio formato skeneriais. Skaitmeniniai duomenys naudojami vizualizacijai, o fotonuotraukos apdorojamos specialia programine įranga.

2.4. Kompiuterinė grafika ir 3Dmodeliavimas

Architektūrinių brėžinių, kaip specialistų bendravimo priemonė yra neabejotinai svarbi. Todėl vienas iš esminių tikslų – suteikti būtinas profesinei veiklai žinias apie šių priemonių kūrimą. Daugelis architektų komunikuoja, analizuodami brėžinius, sukurtus kompiuterinės grafikos pagalba. Galima teigti, kad grafinis vaizdas – architektūrinis brėžinys teikia didžiausią potencialą, nagrinėjant su architektūra susijusius klausimus. Dažniausiai praktiniu būdu įsisavinimi ne tik architektūrinių brėžinių sudarymo klasikiniai (įprastieji), bet ir naujaisi inovatyvūs metodai.

Statinių informacijos modeliavimo sistema BIM (Building Information Modelling) atveria plačias galimybes inovatyvius metodus taikyti kompiuterinėje grafikoje. BIM taikymas kartu su Revit programa architektūroje leidžia sukurti ne tik trijų dimensijų modelius su įvairia vizualizacija, bet ir atlikti pastatų modeliavimą realiuoju laiku. Atlikus programinių sistemų AutoCAD, AutoCAD Architecture ir Revit palyginimą, teigiama, kad šie įrankiai naudojami, siekiant pavaizduoti realią situaciją, tačiau reikia išskirti svarbiausią dalyką – Revit įrankiu galima atlikti ir objekto modeliavimą. Modeliavimo proceso metu galima pasirinkti projektavimo etapus, spręsti problemas, išskylančias pastato eksploatavimo metu, kt. Kompiuterinis grafinis brėžinys paprastai kuriamas 2D ir 3D formatais, tačiau taikant revoliucingąjį technologinį sprendimą – BIM, galimos ir šios naujos funkcijos:

- 4D-BIM: laiko rodiklio įtraukimas į projektą;

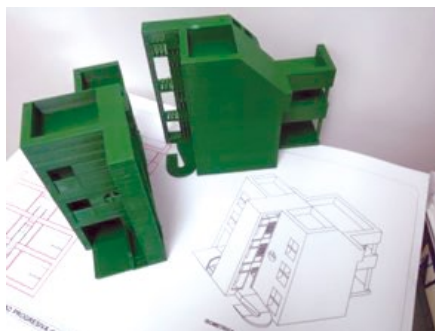
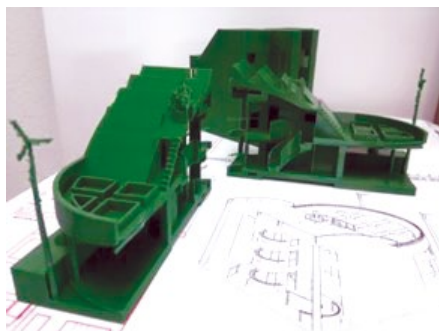
- 5D-BIM: statybos išlaidų, susijusių su statybos trukme ir pastato ilgaamžiškumu, skaičiavimas;
- 6D-BIM: pastato priežiūra per visą jo egzistavimo laikotarpį.

2.4.1. 3D spausdintuvas

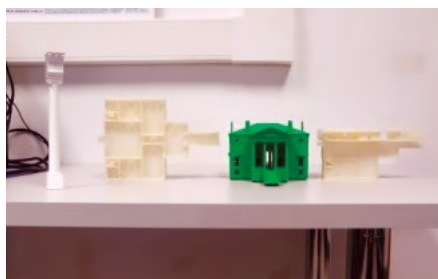
3D spausdintuvas yra įranga, galinti sukurti trijų dimensijų (matmenų) spausdintą modelį, naudojant įvairias medžiagas (dumblą, plastiką, metalą ir kt.). 3D spausdintuvu sukuriamos/ spausdinamos kompiuteriu suprojektuotos tūrinės dalys. Spausdinimo procesas tęsiasi tol, kol suprojektuotas 3-jų dimensijų objektas pagaminamas ir pastatomas ant parengtojo sluoksnio. 3D spausdintuvas yra kompiuterizuota įranga, skirta modeliui pagaminti pagal sukonstruotą fizinį 3D objektą. Pavyzdžiui, jei naudojantis bet kuria CAD (Computer Aided Design) programa, kuriamas kavos puodelio grafinis brėžinys, tai 3D spausdintuvu pagaminamas (atspausdinamas) fizinis produktas (šiuo atveju – puodelis). Taip naudodamiesi fiziniais duomenimis elektroniniu būdu galima sugeneruoti įvairius modelius. Objektų modelių gaminimui (3D spausdinimui) gali būti naudojama apie 100 skirtingų rūšių medžiagų.

2.4.2. 3D spausdintuvo naudojimas: UPM tyrimai

2.11 pav. ir 2.12 pav. pateiktieji 3D modeliai pagaminti 3D spausdintuvu *MARKETBOT REPLICATOR TM2*. Spausdintuvo fotonuotrauka pateikta 2.13 pav.



2.11. PAV. Modeliai, pagaminti MARKETBOT REPLICATOR TM2 3D SPAUSDINTUVU (Šaltinis: sukurta autorių, 2020)



2.12. PAV. Modeliai, pagaminti MARKETBOT REPLICATOR TM2 3D SPAUSDINTUVU: PALLADIO, VILA CHIERICATI (Šaltinis: sukurta autorių, 2020)



2.13. PAV. 3D spausdintuvas MakerBot Replicator (Šaltinis: sukurta autorių, 2020)

3D spausdintuvai – tai vienas iš didžiausių išradimų, pasiekusių taikomumo viršūnę XXI amžiuje. 3D spausdintuvų rinkoje galima rasti daugybę skirtingų spausdintuvų modelių, įvairaus dydžio ir skirtingos kainos, o įsigijus spausdintuvą, netgi leidžiama jį išbandyti.

Literatūros šaltiniai

1. Ducki, J., Rokosza, J., Rylke, J., Skalski, J. (2003) *Hand Drawing for Landscape Architects* (in Polish), Warsaw, Publishing House SGGW
2. Kraus, K. (2007). *Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans*. Berlin: Walter de Gruyter. 459
3. Linder, W. (2009). *Digital Photogrammetry. A practical Course*, Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, 33–73, 121–131
4. *Manual of Photogrammetry* (Edited by J. Chris McGlone), (2004) *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, Maryland, USA, 959–963
5. Ruzgienė, B.; Berteška, T.; Gečytė, S.; Jakubauskienė, E.; Aksamitauskas, V, Č. (2015). *The surface modelling based on UAV Photogrammetry and qualitative estimation. Measurement*. Oxford: Elsevier Ltd. Vol. 73, p. 619–627

6. WEB-1: *Cartography*, (2020), [Online] Available from: <https://www.britannica.com/science/cartography> [Accessed: 18.02.2020]
7. WEB-2: *Modern Cartography*, (2020), [Online] Available from: <http://www.gsdi.org/docs/2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf> [Accessed: 18.02.2020]
8. WEB-3: Google Earth, Street View application (2020), [Online] Available from: <https://earth.google.com/web/@55.69191266,21.17681752,11.67728544a,6495.67834488d,35y,0.00000121h,0t,0r/> [Accessed: 20.10.2020]
9. WEB-4: *Geospatial technology*, (2020), [Online] Available from <https://mapasyst.extension.org/what-is-an-orthophoto/> [Accessed: 18.02.2020]
10. WEB-5: Maps.lt (2020), [Online] Available from: <https://beta.maps.lt/?c=2362412.9%2C7500077.6&r=0&s=72223.819286&b=orto/> [Accessed: 20.10.2020]
11. WEB-6: Smart Office, (2020), [Online] Available from: <https://www.soffice.lt/produktas/technine-iranga/tacheometriai/daugiafunkciniai/MS60.html> [Accessed: 10.03.2020]
12. WEB-7: Stonex (2020), [Online] Available from: <https://www.stonex.it/project/x300-laser-scanner/> [Accessed: 15.03.2020]
13. WEB-8: Reshapter 3D, (2020), [Online] Available from: <https://www.3dreshaper.com/en/software-en/download-software/current-release-software> [Accessed: 22.03.2020]
14. WEB-9: Terrestrial Laser Scanning, (2020), [Online] Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/terrestrial-laser-scanning> [Accessed: 20.01.2020]
15. WEB-10: Mažosios Lietuvos istorijos muziejus (2020), [Online] Available from: <http://www.mlimuziejus.lt/park/> [Accessed: 20.10.2020]
16. WEB-11: Kartuzy (2020), [Online] Available from: <https://kartuzy.info/zdjecie/3631957> [Accessed: 20.10.2020]
17. Wilk, S. (2014) *Construction and Design Manual Drawing for Landscape Architects*, Dom Publisher, Berlin

2. MODELADO Y DIGITALIZACIÓN 3D EN EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

*Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė,
Mercedes Valiente, Wojciech Matys*

2.1. Fundamentos de la cartografía y la fotogrametría

La utilización de los programas cartográficos en los espacios públicos digitales es cada vez más frecuente. Un producto cartográfico interactivo integrado en muchos sistemas cartográficos digitales se ha convertido en algo muy necesario. Un mapa es una representación visual de un área terrestre completa o una parte de un área, usualmente representada en una superficie plana. Hay varios tipos de mapas: bidimensionales, tridimensionales, cuatridimensionales, dinámicos e incluso por sistemas web. Los mapas representan diversos objetos: características físicas, carreteras, topografía, población, climas, recursos naturales, actividades económicas, pequeños monumentos arquitectónicos, límites políticos, etc.

La cartografía es el arte y la ciencia de representar gráficamente un área geográfica, generalmente en un mapa o carta. Puede implicar la superposición de objetos políticos, culturales, o no geográficos en la representación de un área geográfica. La cartografía moderna implica en gran medida el uso de fotografías aéreas y satelitales como base para cualquier mapa o carta deseada. Los procedimientos para traducir los datos fotográficos en mapas se rigen por los principios de la fotogrametría y producen un grado de precisión previamente inalcanzable. Las notables mejoras en la fotografía por satélites desde finales del siglo XX y la disponibilidad general en Internet de imágenes satelitales han hecho posible la creación de *Google Earth* y otras bases de datos disponibles globalmente (WEB-1). Además, el uso del sistema de información geográfica (SIG) ha sido indispensable para ampliar el alcance de los temas cartográficos. La cartografía está relacionada con tres supuestos: 1. La cartografía es relevante al asegurar la calidad de la información geoespacial; 2. La cartografía es atractiva al construir mapas interactivos y colaborativos; 3. La cartografía es moderna al generar modelos 3D y 4D en tiempo real (WEB-2). Fig. 2.1 muestra un ejemplo de aplicación de cartografía moderna



FIG. 2.1. Cartografía moderna: imágenes 2D, 3D/ mapas y fotografía de Street View del parque de esculturas en la ciudad de Klaipeda (Fuente: WEB-3)

La fotogrametría es la ciencia de hacer mediciones fiables mediante el uso de fotografías y especialmente fotografías aéreas (como en la topografía). La definición de fotogrametría puede ampliarse: la fotogrametría es el arte, la ciencia y la tecnología de obtener información fiable sobre los objetos físicos y el medio ambiente a través del proceso de registrar, medir e interpretar imágenes fotográficas y patrones de imágenes electromagnéticas radiantes y otros fenómenos. El principal producto creado por el uso de la ciencia de la fotogrametría es el mapa orto fotográfico. Una orto foto (también conocida como orto fotografía) es una imagen aérea que ha sido corregida geoméricamente (orto rectificada) para que la imagen sea uniforme de punto a punto. Las orto fotos se corrigen para eliminar los efectos del terreno (lo que sucede cuando se toma una superficie 3-D y se convierte en un producto 2-D) y las distorsiones que resultan de la lente de la cámara y el ángulo de la foto se tomó desde el plano.



FIG. 2.2. Fragmento de mapa ortofotográfico: entorno KVK, ciudad de Klaipeda (Fuente: WEB-5)

El objetivo de la orto rectificación es crear una imagen donde las medidas de distancia son las mismas en toda la imagen. Un mapa digital orto fotográfico típicamente tiene una referencia geográfica a la Tierra, como las coordenadas UTM o State Plane, por lo que cada píxel en la foto se puede localizar con precisión (Manual, 2004; Linder, 2009; WEB-4). Muchas de las fotografías aéreas digitales disponibles a través de GIS son orto fotos. Fig. 2.2 muestra fotografía aérea rectificada: fragmento del mapa orto fotográfico de la ciudad de Klaipeda.

2.2. Generación de modelos espaciales de pequeños objetos arquitectónicos situados en un espacio público

La cartografía de los objetos del patrimonio cultural protegido es pertinente hoy y en el futuro. La idea es conmemorar los objetos del patrimonio cultural, protegiéndolos de la degradación, asegurar la preservación de la información, aumentar la relevancia y visibilidad, y lograr un acceso más conveniente a la geo información. Varias instituciones participan en el objetivo común de promover el patrimonio cultural de los residentes lituanos y extranjeros utilizando las tecnologías de la información.

Estos mapas digitales se están haciendo públicos y accesibles en el sitio web para cualquier persona interesada. El escaneo láser terrestre (TLS) se refiere a la tecnología terrestre de Detección y Alcance de Luz (LiDAR), adquiriendo coordenadas XYZ de numerosos puntos en superficies emitiendo pulsos láser hacia estos puntos y midiendo la distancia desde el dispositivo al objetivo. Los paquetes de software son generalmente necesarios para administrar y analizar los datos debido a la gran cantidad de datos almacenados en una nube de puntos TLS. Una nube de puntos puede convertirse en una red DEM para facilitar la cartografía topográfica y los análisis espaciales. Los instrumentos TLS se dividen comúnmente en tres categorías basadas en la distancia que la luz láser puede recorrer para registrar un punto en un campo de visión: escáneres de corto, medio y largo alcance. Una posible limitación de las aproximaciones TLS es el peso del instrumento (>20 kg incluyendo la batería) (Ruzgienė, Berteška *et al.* 2015, Kraus, 2007).

2.2.1. Instrumentos y tecnologías

El nuevo *Leica Nova MS60* MultiStation permite la topografía con un solo instrumento, combina capacidades de escaneo láser 3D rápidas, conectividad GNSS e imágenes digitales (WEB-6). Las características del *Nova MS60* incluyen una velocidad láser rápida de hasta 30,000 puntos por segundo, definiciones optimizadas del área de escaneo, administración adaptada del escaneo y una ruta de escaneo mejorada para escaneos cenitales. Los profesionales de la medición pueden tomar decisiones

directamente en el campo, realizando análisis de nubes de puntos tales como análisis de planeidad, etc. Los datos de escaneo de la *Nova MS60* pueden mostrar gráficamente en tiempo real, recogiendo las posiciones de puntos en el campo.

Escáner láser *Stonex X300* hecho en Italia es un escáner 3D diseñado para ofrecer resultados eficaces todos los días, en cualquier proyecto. *X300* tiene una línea dedicada de accesorios para trabajar mejor, controlado por teléfono inteligente o tableta, le permite trabajar donde otros fallan, independientemente de polvo, humedad, calor o golpes (WEB-7).

3D Reshaper es un software de escáner dedicado a los topógrafos y puede realizar Procesamiento de Nubes de Puntos (filtros manuales y automáticos, fusión, color), Mallado 3D (alisado, llenado de agujeros, mejora de bordes), Inspección 3D de datos, Polilíneas, Superficies CAD, para calcular un Modelo de Superficie Digital, perfiles longitudinales, puntos de clasificación, etc (WEB-8).

JRC 3D Reconstructor es el potente software multiplataforma para manager LiDAR nube de puntos (point cloud): importar, procesar y gestionar datos de una nube terrestre, escáner láser portátil, móvil y aerotransportado e integra fácilmente datos de imágenes UAV y 3D en una sola plataforma.

Para la realización de modelado 3D de pequeños objetos arquitectónicos ubicados en parques urbanos/ espacios públicos el uso de tecnologías de cartografía/ geoinformación actualizadas tales como:

- Teledetección (RS) – utilizar imágenes de satélites en la aplicación *Google Earth* (simultáneamente *Street View*) para una visión general de la situación general del objeto de estudio (WEB-3).
- Terrestrial Lidar Scanning (TLS) – las esculturas de escaneo con escáner láser (*Nova MS60*, *Stonex X300*), modelado 3D mediante el uso de software (*3D Reshaper*, *JRC 3D Reconstructor*). El *MS60* acelera los flujos de trabajo combinando tecnologías (imágenes, capacidades de escaneo y conectividad GNSS) en este instrumento todo en uno. Con el software *3D Reshaper*, todos los datos de medición y escaneo se pueden visualizar en un entorno 3D para correcciones de calidad e integridad (WEB-9)
- Geoinformation Systems – el uso de la aplicación de software *ArcGIS* para la construcción de mapas temáticos, la adquisición de la topografía y las coordenadas de otras fuentes de datos – municipio de la ciudad.
- Fotogrametría aérea – el uso de mapas orto foto con resolución de 10 cm para la presentación de las posiciones de esculturas y rutas en los parques de la ciudad para uso público.

2.2.2. Resultados de la cartografía de esculturas

El parque de esculturas situado en la ciudad de Klaipeda, Lituania es la galería de arte al aire libre con 116 obras de arte de diversos objetos temáticos y 6 históricos, situado en un área de 10 hectáreas. Este objeto fue seleccionado por su gran importancia como

monumento de naturaleza y arte que combina el legado histórico conmemorativo, esculturas decorativas modernas y el uso del espacio público para eventos culturales. El registro geográfico de objetos del parque escultórico es una actividad importante para obtener información que pueda ser utilizada para la construcción de una base de datos moderna, y se pueda diseminar digitalmente para cubrir las necesidades de todos mediante el uso de dispositivos inteligentes.

Adquisición y procesamiento de datos. 116 esculturas y 6 objetos históricos fueron escaneados mediante el uso de tecnología de escaneo terrestre (TLS) con el escáner láser *Leica Nova MS60*. Las fotografías de todas las esculturas con el uso de una cámara de alta resolución se obtuvieron de cuatro estaciones (en los lados, frente, detrás de la escultura) y a veces de estaciones adicionales dependiendo de la complejidad de la escultura. Estas fotografías fueron utilizadas para el modelado 3D.

Software *3D Reshaper* se ha aplicado para el modelado 3D de todas las esculturas en un entorno virtual (WEB-8). La base de geoinformación virtual se puede encontrar en las plataformas de www.regia.lt o www.mlim.lt (WEB-10) y es de libre acceso. El modelado 3D se realizó paso a paso: importación de nubes de puntos obtenidas del escaneo láser de esculturas; creación de TIN, relleno de huecos; creación de una imagen real; sombreado de áreas invisibles, generación de modelos tridimensionales. El ejemplo de escultura modelada en 3D llamada “Bangpūtys” por el software *3D Reshaper* se presenta en las Figuras 2.3 y 2.4.

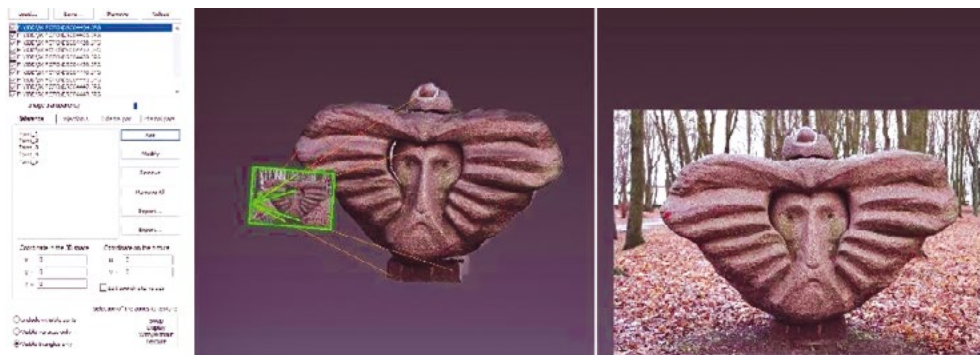


FIG. 2.3. Extracción de un modelo de imagen real: orientación del modelo de escultura, utilizado 4 fotografías (Fuente: elaboración propia, 2020)



FIG. 2.4. Modelo 3D de escultura "Bangpūty's" generado a partir de datos TLS (Fuente: elaboración propia, 2020)

Construcción de mapas temáticos. El conjunto de datos espaciales se creó con la aplicación de software ArcGIS. El mapa orto fotográfico del área de estudio y el levantamiento topográfico con las coordenadas planimétricas de las esculturas fue proporcionado por el municipio de la ciudad de Klaipeda. Estos datos fueron importados en ArcGIS superponiendo posiciones de esculturas en el mapa orto-fotográfico y un mapa construido (Fig. 2.5).



FIG. 2.5. Posición de las esculturas en el mapa orto fotográfico y el mapa del parque de esculturas construido con el uso de la tecnología SIG (Fuente: elaboración propia, 2020)

Se han realizado el modelado 3D de objetos de patrimonio arquitectónico de Baubliai, situado en Dionizo Poskos museo de antigüedades de campo, del pueblo de Bijotų, Lituania. Los robles, que tenían unos mil años, se llaman Baubliai. El museo vertiente tallo de roble con techo de paja, y recubierto de cintas con cimientos de un cementerio; – allí escritor e historiador, ilustrador de la cultura D. Poška a finales del siglo XIX. Baubliai, ha sido declarado como un importante monumento histórico, cultural, antiguo de la cultura lituana sin parangón. Hoy en día Baubliai (Baubles) están protegidos por cubiertas de vidrio.

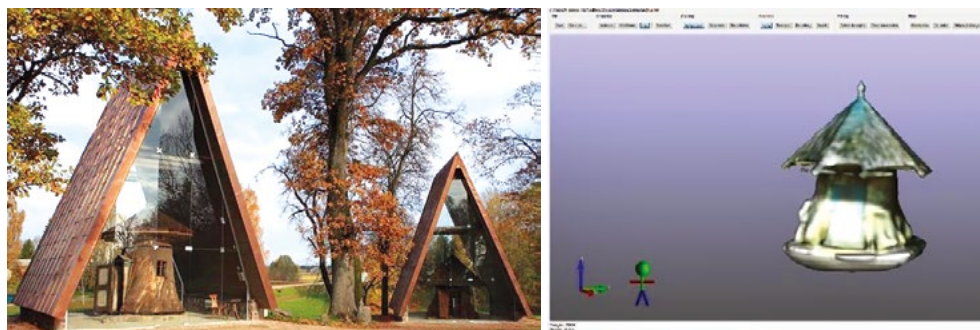


FIG. 2.6. El museo de campo con monumentos culturales y modelo generado por 3D de Bauble por el uso de la tecnología TLS (Fuente: elaboración propia, 2020)

Se escanearon dos Baubles con el escáner láser *Stonex X300* y se utilizó la tecnología TLS. Debido a que ambos Baubles estaban bajo un vidrio cerrado y un recinto con techo, el procedimiento de escaneo se complica. Para ambos Baubles, debido al techo trapezoidal, se decidió medir desde seis posiciones diferentes en el exterior y también en el interior con ángulo de exploración de 75–90 ángulos. Las condiciones de medición se hicieron más difíciles debido al techo cónico, por lo tanto el escáner láser tuvo que ser elevado más alto. Debido a las difíciles condiciones de medición mencionadas anteriormente, las mediciones duraron cinco horas. El modelado 3D de Baubles se realizó mediante el uso del software *JRC 3D Reconstructor* de procesamiento, unificar, corregir de la nube de puntos. El modelo 3D generado de un Bauble se presenta en la Figura 2.6.

2.3. Métodos clásicos de modelado 3D

Las nuevas tecnologías están reemplazando las viejas formas de modelado 3D del patrimonio cultural. Sin embargo, no podemos olvidar los métodos clásicos de visualización de objetos. Al construirlos, nos basamos métodos de medición: tradicionales (medidores manuales) y modernos (medidores electrónicos). Sin embargo, al crearlos, es importante o aún más importante es el “sentimiento” del objeto por el autor del modelo, su conocimiento, experiencia e imaginación. El autor decide sobre la jerarquía de importancia de los elementos incluidos en el objeto. Algunos de ellos son detallados, otros están borrosos o incluso borrados. Ese tipo de modelado 3D, a diferencia de los métodos digitales, está fuertemente influenciado por la subjetividad y la humanidad.

2.3.1. Dibujos en 3D hechos a mano

Este tipo de modelado 3D suele ser más rápido y sencillo que otros, y se puede hacer siempre y en todas partes.

Se utilizan dos métodos para crear dibujos en 3D: proyecciones paralelas y proyecciones en perspectiva (Ducki, Rokosza, Rylke, Skalski, 2003).

En el primer método (más simple), las líneas se proyectan en paralelo a lo largo de tres ejes diferentes (x, y, z) con ángulos diferentes en conjunción con una línea de base horizontal. Distinguimos la proyección isométrica, la elevación oblicua y la proyección/planta oblicua axonométrica. Este tipo de dibujo 3D es fácilmente comprensible incluso por las personas no iniciadas en dibujo y se puede construir a todas las escalas. A menudo se utiliza tanto para presentar diseños urbanos y urbanísticos como pequeños espacios arquitectónicos (jardines, atrios, etc.) (Fig.2.7).

Las perspectivas se caracterizan por la convergencia de líneas paralelas en los puntos de fuga normalmente situados en la línea del horizonte (a nivel del ojo del espectador).

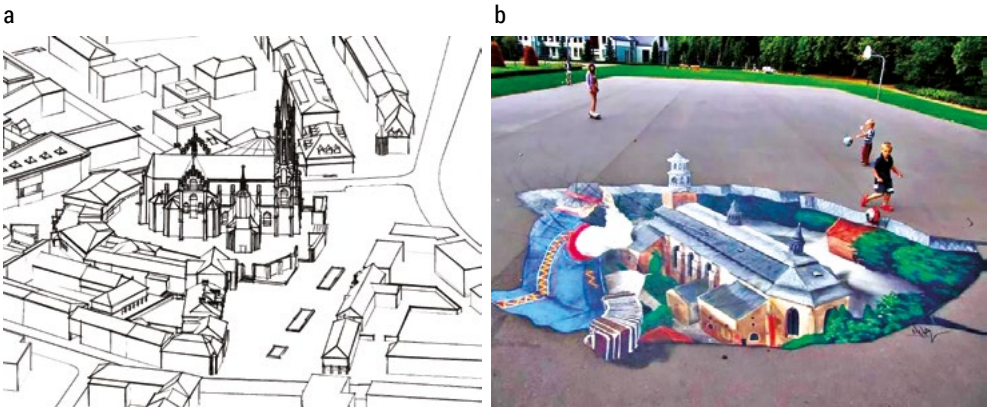


FIG. 2.7. Ejemplos del uso de gráficos de proyección paralela (Fuente: a – Perspectiva Axonométrica del centro de Białystok por Wojciech Matys; b – Calle 3D – realizado por Marek Kierklo, Kartuzy, fotografía de Bartłomiej GrubY, WEB-11)

Las más utilizadas son las perspectivas de un punto y dos puntos. Este tipo de dibujos 3D se crean generalmente en dos tipos principales de perspectiva: perspectiva lineal y perspectiva aérea.

La perspectiva lineal tiene todas las líneas convergentes que parecen fugar hacia un punto de fuga común (o puntos) colocados en un nivel visual de la “línea del espectador” (línea del horizonte) (Fig.2.8).

a



b



FIG. 2.8. Proyección de perspectiva lineal – ejemplos (Fuente: a – gráficos de Marta Baum, b – gráficos de Wojciech Matys)

La perspectiva aérea se basa en la pintura de paisajes. El espacio mostrado no está “construido” (Wilk, 2014). A menudo es imposible determinar la ubicación de los puntos de fuga y la profundidad se muestra por diferentes tamaños de objetos (más grandes parecen más cercanos, más pequeños más lejos) (Fig. 2.9).

a



b



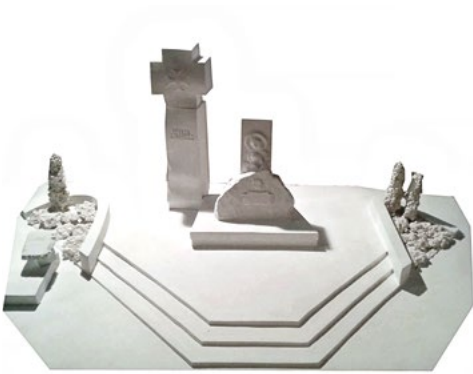
FIG. 2.9. Proyección de perspectiva atmosférica – ejemplos (Fuente: a – gráficos de Wojciech Matys, b – gráficos de Marta Baum)

2.3.2. Modelos manuales

Un modelo es una “imagen” tridimensional convencional del espacio realizado a una escala dada o en proporciones adecuadas. La percepción del modelo se logra, entre otras cosas, gracias al uso de materiales homogéneos, el uso de elementos no obvios, indefinidos, o la simplificación de los espacios presentados.

Este tipo de modelado 3D se utiliza a menudo al crear modelos de objetos escultóricos o también modelos táctiles destinados principalmente a los ciegos (Fig. 2.10).

a



b



FIG. 2.10. Ejemplos de modelos manuales (Fuente: a – Modelo manual creado por Jerzy Grygorczuk, foto de W. Matys, b – foto de M. Klopotoski)

Las vistas de los modelos se digitalizan con fotos. Lo mismo ocurre con los dibujos realizados a mano que también se escanean (también con escáneres de gran formato). Los objetos digitalizados se pueden utilizar en visualizaciones usando software de procesamiento de fotos.

2.4. El dibujo por ordenador es una forma diferente de dibujar

La importancia del Dibujo Arquitectónico como medio de comunicación entre profesionales es incuestionable. Es por ello que uno de los objetivos esenciales de las Escuelas Técnicas en su Plan de Estudio, es dotar a los estudiantes de un medio de comunicación esencial para sus futuras actividades profesionales. Lo que está claro es que prácticamente ningún arquitecto importante ha prescindido del lenguaje intermedio que es la representación gráfica. Por lo tanto, es seguro decir que el medio gráfico, el dibujo arquitectónico, realmente ofrece el mayor potencial para el estudio de todo el conjunto de cuestiones relacionadas con la disciplina arquitectónica. Al mismo tiempo se enseñan, o al menos ese ha sido el objetivo de nuestros años de enseñanza en esta escuela, las reglas precisas para dominar las diferentes técnicas, tanto convencionales como nuevas, que se han utilizado o se utilizan en la ejecución de Dibujo Arquitectónico y los conocimientos necesarios para su reestructuración.

Hoy en día no sólo se enseñan técnicas convencionales, sino que se intenta, al menos experimentalmente, mostrar a cada estudiante formas más innovadoras de representación arquitectónica. Este es el caso del uso de ordenadores, y en especial el lenguaje BIM. Existen nuevas formas de dibujar el BIM (Building Information Modelling). Para aplicaciones BIM, con programas como Revit, la arquitectura es más que un modelo tridimensional con diferentes representaciones; no basta con representar el edificio de una manera realista, es un simulador de edificios en condiciones reales.

Se han empleado muchas palabras al comparar AutoCAD – AutoCAD Architecture – Revit, pero si lo hacemos, siempre caeremos en la comparación simplista como herramientas para representar la realidad, olvidando lo más importante de Revit, que es simular la realidad. Simular la realidad puede hacer mejores elecciones en la fase de diseño, así como proporcionar muchos de los problemas que surgen en el ciclo de vida del edificio. El dibujo por ordenador se proyectó en 2D y 3D, pero con BIM se incorporaron nuevos conceptos:

- 4D-BIM: incorporación del factor tiempo en el proyecto
- 5D-BIM: costes de construcción relacionados con el tiempo y la durabilidad del edificio
- 6D-BIM: mantenimiento del edificio durante toda su vida útil

El BIM (Building Information Modeling), es una nueva revolución como con el método del dibujo por ordenador.

2.4.1. Introducción a la impresión 3D

Una impresora 3D es una máquina capaz de generar diseños de impresión en tres dimensiones y en diferentes materiales que van desde barro, polvo, algunos plásticos e incluso metales. El resultado es poder crear piezas volumétricas previamente diseñadas en un ordenador.

Las impresoras 3D utilizan múltiples tecnologías de fabricación y trataremos de explicar brevemente cómo funcionan. Con las impresoras 3D lo que se hace es crear un objeto con sus tres dimensiones y esto se construye en capas hasta que el objeto esté terminado. Lo que una impresora 3D realmente hace es producir un diseño de computadora 3D creado con un modelo 3D físico. En otras palabras, si hemos diseñado en nuestro ordenador, por ejemplo una simple taza de café (por cualquier programa CAD – Computer Aided Design) podemos imprimirla a través de la impresora 3D y producir un producto físico que sería nuestra propia taza de café. Con esto podemos generar elementos físicos desde diseños electrónicos. En general, los materiales utilizados para la fabricación de objetos pueden ser, nylon, metal y alrededor de 100 tipos diferentes de materiales.

2.4.2. Usos de impresión 3D de impresoras 3D en diferentes sectores: investigación en la UPM

Los modelos están fabricados con una impresora 3D modelo MARKETBOT REPLICATOR TM 2 DESKTOP 3D PRINTER Fig. 2.11. En las imágenes se pueden ver algunos ejemplos. En la Fig. 2.12. Fig. 2.13. Se pueden ver los modelos realizados.

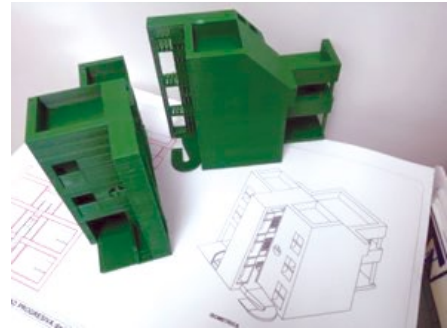
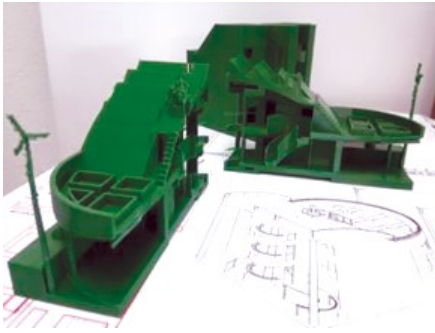


FIG. 2.11. Los modelos fueron hechos con una impresora 3D MARKETBOT REPLICATOR TM 2 DESKTOP 3D PRINTER (Fuente: elaboración propia, 2020)

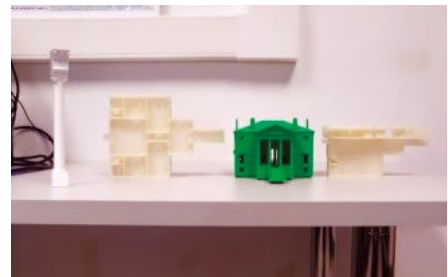


FIG. 2.12. Los modelos fueron hechos con una impresora 3D MARKETBOT REPLICATOR TM 2 DESKTOP 3D PRINTER PALLADIO HOUSES VILLA CHIERICATI (Fuente: elaboración propia, 2020)



FIG. 2.13. Impresora 3D MakerBot Replicator y XYZ PRINTING DA VINCI 1.0 (Fuente: elaboración propia, 2020)

Durante mucho tiempo, las impresoras 3D han sido uno de los mayores inventos que ha alcanzado su punto máximo en este siglo XXI, debido a la gran cantidad de empresas que están innovando en su producción y en los usos de aplicación que se pueden dar. El mercado en impresoras 3D revela muchos propósitos, tamaños y precios diferentes, abriendo millones de posibilidades para una producción fácil incluso permite el ensayo de prueba y error sin costos excesivos.

Referencias

1. Ducki, J., Rokosza, J., Rylke, J., Skalski, J. (2003) *Hand Drawing for Landscape Architects* (in Polish), Warsaw, Publishing House SGGW
2. Kraus, K. (2007). *Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans*. Berlin: Walter de Gruyter. 459
3. Linder, W. (2009). *Digital Photogrammetry. A practical Course*, Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, 33–73, 121–131
4. Manual of Photogrammetry (Edited by J. Chris McGlone), (2004) *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, Maryland, USA, 959–963
5. Ruzgienė, B.; Berteška, T.; Gečytė, S.; Jakubauskienė, E.; Aksamitauskas, V, Č. (2015). *The surface modelling based on UAV Photogrammetry and qualitative estimation. Measurement*. Oxford: Elsevier Ltd. Vol. 73, p. 619–627
6. WEB-1: *Cartography*, (2020), [Online] Available from: <https://www.britannica.com/science/cartography> [Accessed: 18.02.2020]
7. WEB-2: *Modern Cartography*, (2020), [Online] Available from: <http://www.gsdi.org/docs/2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf> [Accessed: 18.02.2020]
8. WEB-3: Google Earth, Street View application (2020), [Online] Available from: <https://earth.google.com/web/@55.69191266,21.17681752,11.67728544a,6495.67834488d,35y,0.00000121h,0t,0r/> [Accessed: 20.10.2020]
9. WEB-4: *Geospatial technology*, (2020), [Online] Available from <https://mapasyst.extension.org/what-is-an-orthophoto/> [Accessed: 18.02.2020]
10. WEB-5: Maps.lt (2020), [Online] Available from: <https://beta.maps.lt/?c=2362412.9%2C7500077.6&r=0&s=72223.819286&b=orto/> [Accessed: 20.10.2020]
11. WEB-6: Smart Office, (2020), [Online] Available from: <https://www.soffice.lt/produktas/technine-iranga/tacheometrai/daugiafunkciniai/MS60.html> [Accessed: 10.03.2020]
12. WEB-7: Stonex (2020), [Online] Available from: <https://www.stonex.it/project/x300-laser-scanner/> [Accessed: 15.03.2020]
13. WEB-8: Reshapter 3D, (2020), [Online] Available from: <https://www.3dreshaper.com/en/software-en/download-software/current-release-software> [Accessed: 22.03.2020]
14. WEB-9: Terrestrial Laser Scanning, (2020), [Online] Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/terrestrial-laser-scanning> [Accessed: 20.01.2020]
15. WEB-10: Mažosios Lietuvos istorijos muziejus (2020), [Online] Available from: <http://www.mlimuziejus.lt/park/> [Accessed: 20.10.2020]
16. WEB-11: Kartuzy (2020), [Online] Available from: <https://kartuzy.info/zdjecie/3631957> [Accessed: 20.10.2020]
17. Wilk, S. (2014) *Construction and Design Manual Drawing for Landscape Architects*, Dom Publisher, Berlin

2. MODELOWANIE 3D I DIGITALIZACJA OBIEKTÓW DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

*Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė,
Mercedes Valiente, Wojciech Matys*

2.1. Podstawy kartografii i fotogrametrii

Opracowania kartograficzne w cyfrowym obrazie przestrzeni publicznej występują obecnie częściej niż kiedykolwiek wcześniej. Interaktywna mapa osadzona stała się wszechobecna w wielu cyfrowych systemach kartograficznych. Taka mapa to wizualna prezentacja całego obszaru ziemi lub jej części, zwykle przedstawiana na płaskiej powierzchni. Istnieje kilka rodzajów map: dwuwymiarowa, trójwymiarowa, czterowymiarowa, dynamiczna, a nawet internetowa. Przedstawiają one różne obiekty: cechy fizyczne, drogi, topografię, ludność, klimat, zasoby naturalne, działalność gospodarczą, pomniki małej architektury, granice polityczne itp.

Kartografia jest dziedziną sztuki i nauki polegającą na graficznym przedstawianiu dowolnego obszaru geograficznego, zwykle na mapie lub wykresie. Może obejmować nakładanie się informacji politycznych, kulturowych lub pochodzących z innych obiektów niegeograficznych na prezentację obszaru geograficznego.

Współczesna kartografia w dużej mierze polega na wykorzystaniu zdjęć lotniczych i satelitarnych jako podstawy dowolnej mapy lub wykresu. Procesy transformacji danych fotograficznych na mapy wywodzą się z zasad fotogrametrii i zapewniają wcześniej nieosiągalny stopień dokładności. Niezwykle postępy w fotografii satelitarnej od końca XX wieku oraz ogólna dostępność zdjęć satelitarnych w Internecie umożliwiły stworzenie aplikacji *Google Earth* i innych szeroko dostępnych baz danych (WEB-1). Dodatkowo wykorzystanie systemu informacji geograficznej (GIS) okazało się nieodzowne w poszerzaniu zakresu tematów kartograficznych. Kartografia wiąże się z trzema założeniami: 1. Kartografia ma znaczenie dla zapewnienia jakości informacji geoprzestrzennej; 2. Kartografia jest atrakcyjnym sposobem tworzenia map interaktywnych, opartych na współpracy; 3. Kartografia to nowoczesne generowanie modeli 3D i 4D w czasie rzeczywistym (WEB-2). Rys. 2.1 przedstawia przykład nowoczesnej aplikacji kartograficznej.



RYS. 2.1. Współczesna kartografia: obrazy / mapy 2D, 3D i zdjęcie Street View parku rzeźb w Kłajpedzie. (Źródło: WEB-3)

Fotogrametria to nauka polegająca na wykonywaniu wiarygodnych pomiarów z wykorzystaniem fotografii, a bazująca głównie na zdjęciach lotniczych (jak w geodezji). Definicję fotogrametrii można rozszerzyć: fotogrametria jest sztuką, nauką i technologią uzyskiwania wiarygodnych informacji o obiektach fizycznych i środowisku poprzez proces rejestracji, pomiaru i interpretacji obrazów fotograficznych oraz wzorów promieniowania elektromagnetycznego i innych zjawisk. Głównym produktem stworzonym dzięki wykorzystaniu fotogrametrii jest ortofotomapa. Ortofoto (znane również jako ortofotografia) to zdjęcie lotnicze, które zostało geometrycznie skorygowane (ortorektyfikowane), tak aby obraz był jednolity od krawędzi do krawędzi. Ortofotografie są korygowane celem usunięcia efektów terenu (transformacja trójwymiarowej powierzchni na obraz dwuwymiarowy (płaski)) i zniekształceń, które wynikają z obiektywu aparatu i kąta, pod jakim zdjęcie zostało zrobione z samolotu.



RYS. 2.2. Fragment mapy ortofotomapy: środowisko KVK, Kłajpeda. (Źródło: WEB-5)

Celem modyfikacji ortogonalnej jest stworzenie obrazu, w którym pomiary odległości są takie same na całym obrazie. Cyfrowa mapa ortofotomapy zazwyczaj zawiera odniesienie geograficzne do Ziemi, takie jak współrzędne UTM lub SPCS, dzięki czemu istnieje możliwość dokładnego zlokalizowania każdego z pikseli na zdjęciu (Manual, 2004; Linder, 2009; WEB-4). Wiele cyfrowych zdjęć lotniczych dostępnych za pośrednictwem GIS to ortofotomapy. Rys. 2.2 przedstawia skorygowaną fotografię lotniczą: fragment ortofotomapy Kłajpedy.

2.2. Generowanie przestrzennych modeli obiektów małej architektury zlokalizowanych w przestrzeni publicznej

Mapowanie obiektów dziedzictwa kulturowego jest istotne zarówno dziś, będzie też ważne w przyszłości. Jego ideą jest ich upamiętnienie, zabezpieczenie przed degradacją, udokumentowanie, zwiększenie znaczenia i widoczności oraz zapewnienie wygodniejszego dostępu do geoinformacji na ich temat. Różne instytucje są zaangażowane we wspólny cel, jakim jest promowanie dziedzictwa kulturowego wśród mieszkańców Litwy i obcokrajowców za pomocą technologii informacyjnych. Mapy cyfrowe stają się publiczne i ogólnodostępne w Internecie dla każdego, kto jest nimi zainteresowany.

Naziemne skanowanie laserowe (TLS) odnosi się do technologii naziemnego wykrywania i określania odległości (LiDAR), polegającej na pozyskiwaniu współrzędnych XYZ wielu punktów na powierzchni poprzez wysyłanie impulsów laserowych w kierunku tych punktów i pomiar odległości od urządzenia do celu. Do zarządzania danymi i ich analizowania, ze względu na dużą ilość danych przechowywanych w chmurze punktów TLS, zwykle wymagane są pakiety oprogramowania. Chmurę punktów można przekształcić w siatkę DEM, aby ułatwić mapowanie topograficzne i analizy przestrzenne. Instrumenty TLS zwykle dzielą się na trzy kategorie w zależności od odległości, jaką światło lasera może pokonać, aby zarejestrować punkt w polu widzenia: skanery krótkiego, średniego i dalekiego zasięgu. Potencjalnym ograniczeniem metod TLS jest waga przyrządu (> 20 kg łącznie z baterią) (Ruzgienė, Berteška *et al.* 2015, Kraus, 2007).

2.2.1. Przyrządy i technologie

Leica Nova MS60 MultiStation umożliwia wieloaspektowe pomiary za pomocą jednego instrumentu, łącząc w sobie możliwości szybkiego skanowania laserowego 3D, łączności GNSS i obrazowania cyfrowego (WEB-6). *Nova MS60* charakteryzuje się dużą prędkością lasera (do 30,000 punktów na sekundę), zoptymalizowaną definicją obszaru skanowania, dostosowaniem zarządzania skanowaniem oraz ulepszoną ścieżką skanowania dla skanów zenitowych. Specjaliści ds. pomiarów mogą podejmować decyzje bezpośrednio w terenie, wykonując analizy chmur punktów, takie jak analiza płaskości itp. Dzięki skanowaniu danych *Nova MS60* pozwala przedstawiać graficznie wyniki w czasie rzeczywistym, zbierając pozycje punktów w terenie.

Skaner laserowy *Stonex X300* wyprodukowany we Włoszech to skaner 3D zaprojektowany do skutecznego opracowania wyników w każdym projekcie, w dowolnym czasie. X300 posiada dedykowaną linię akcesoriów do lepszej pracy, może być sterowany smartfonem lub tabletem, może pracować w każdych warunkach niezależnie od kurzu, wilgoci, upału czy wstrząsów (WEB-7).

3D Reshaper to oprogramowanie skanera przeznaczone dla geodetów, które może przetwarzać dane w chmurze punktów (ręczne i automatyczne filtry, scalanie, kolorowanie), wykonać siatkowanie 3D (wygładzanie, wypełnianie otworów, poprawianie granic), przetwarzać dane 3D, polilinie, powierzchnie CAD, obliczenia cyfrowego modelu powierzchni, profile podłużne, klasyfikację punktów itp. (WEB-8).

JRC 3D Reconstructor to wieloplatformowe potężne oprogramowanie do zarządzania chmurą punktów LiDAR: importuje, przetwarza i zarządza danymi z naziemnego, ręcznego, mobilnego, lotniczego skanera laserowego i łatwo integruje dane obrazowania UAV i 3D na jednej platformie.

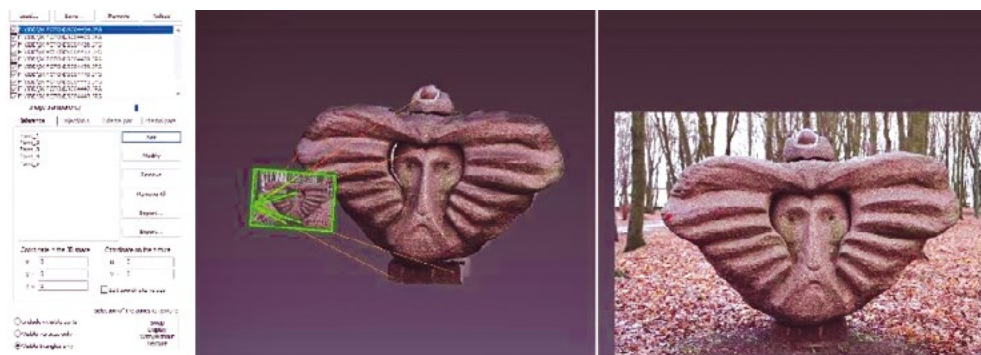
Do realizacji modelowania 3D małych obiektów architektonicznych zlokalizowanych w parku miejskim / przestrzeni publicznej wykorzystuje się nowoczesne technologie mapowe / geoinformacyjne:

- Teledetekcja (RS) – wykorzystanie zdjęć z satelitów w aplikacji *Google Earth* (jednocześnie *Street View*) do przeglądu ogólnej sytuacji badanego obiektu (WEB-3).
- Terrestrial Lidar Scanning (TLS) – skanowanie rzeźb skanerem laserowym (*Nova MS60, Stonex 300*), modelowanie 3D za pomocą oprogramowania (*3D Reshaper, JRC 3D Reconstructor*). Skaner przyspiesza przepływ pracy, łącząc technologie (obrazowanie, możliwości skanowania i łączność GNSS). Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu wszystkie dane pomiarowe i skaningowe mogą być wizualizowane w środowisku 3D w celu poprawienia jakości i kompletności (WEB-9).
- Systemy geoinformacyjne (GIS) – wykorzystanie aplikacji (*ArcGIS*) do tworzenia map tematycznych, pozyskiwania danych topograficznych i współrzędnych z innych źródeł danych – gmina miejska.
- Fotogrametria lotnicza – wykorzystanie ortofotomapy o dokładności 10 cm do prezentacji pozycji rzeźb i tras w parku miejskim na potrzeby publiczne.

2.2.2. Wyniki mapowania rzeźb

Park rzeźb zlokalizowany w Kłajpedzie na Litwie to plenerowa galeria sztuki, w której znajduje się 116 eksponatów o różnej tematyce oraz 6 obiektów historycznych, rozrzuconych na obszarze o powierzchni 10 ha. Park ten został wybrany ze względu na jego duże znaczenie jako pomnika przyrody i sztuki łączącego spuściznę historyczną, nowoczesne dekoracyjne rzeźby i możliwość wykorzystania jego przestrzeni publicznej do wydarzeń kulturalnych. Mapowanie obiektów parku rzeźby jest ważnym działaniem w pozyskiwaniu informacji, które można wykorzystać do budowy nowoczesnej bazy danych, dostępnej każdemu, za pomocą inteligentnych urządzeń.

Pozyskiwanie i przetwarzanie danych ze zeskanowanych 116 rzeźb i 6 obiektów historycznych zostało przeprowadzone z wykorzystaniem technologii skanowania naziemnego (TLS) za pomocą skanera laserowego *Leica Nova MS60*. Fotografie wszystkich rzeźb były robione aparatem o wysokiej rozdzielczości z czterech kierunków (po bokach, z przodu, z tyłu rzeźby), a także, w zależności od stopnia skomplikowania rzeźby, z dodatkowych ujęć. Zdjęcia te zostały wykorzystane do modelowania 3D. Oprogramowanie *3D Reshaper* zostało zastosowane do modelowania 3D wszystkich rzeźb w środowisku wirtualnym (WEB-8). Wirtualna baza geoinformacyjna znajduje się na platformach www.regia.lt lub www.mlim.lt/park (WEB-10) i jest ogólnodostępna. Modelowanie 3D wykonano w następujących etapach: import chmury punktów uzyskanych ze skanowania laserowego rzeźb; tworzenie NIP, wypełnianie luk; tworzenie prawdziwego obrazu; cieniowanie niewidocznych obszarów, generowanie trójwymiarowego modelu. Przykład rzeźby modelowanej w 3D o nazwie „Bangpūtys” wykonanej przez oprogramowanie *3D Reshaper*, przedstawiono na Rys. 2.3 i 2.4.



RYS. 2.3. Opracowanie modelu rzeczywistego obrazu: orientacja modelu rzeźby, wykorzystano 4 fotografie (Źródło: opracowanie własne, 2020)



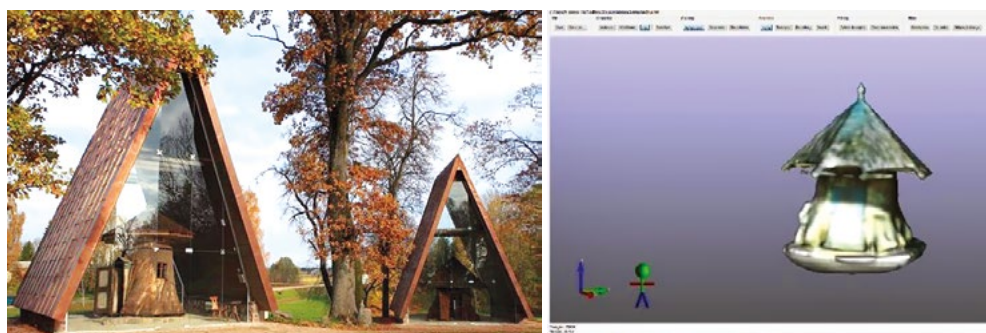
RYS. 2.4. Model 3D rzeźby „Bangpūtys” wygenerowany na podstawie danych TLS. (Źródło: opracowanie własne, 2020)

Mapa tematyczna. Opracowano również mapę tematyczną. Zestaw danych przestrzennych został utworzony za pomocą aplikacji *ArcGIS*. Ortofotomapy badanego obszaru i pomiary topograficzne ze współrzędnymi planimetrycznymi rzeźb dostarczyła gmina miejska Kłajpeda. Dane te zaimportowano w *ArcGIS*, nakładając pozycje rzeźb na ortofotomapę i konstruując mapę parku (Rys. 2.5).



RYS. 2.5. Pozycjonowanie rzeźb na ortofotomapie oraz na mapie parku rzeźb zbudowanego w technologii GIS. (Źródło: opracowanie własne, 2020)

Inne badane obiekty. Wykonano także modelowanie 3D obiektów dziedzictwa architektonicznego Baubliai, znajdujących się w Polowym Muzeum Starożytności Dionizo Poskos we wsi Bijotą na Litwie. Baubliai („Bombki”) to nazwa ponadtyśiącletnich dębów, których pnie zostały wydrążone, pokryte słomianym dachem i oparte na cementowych fundamentach – tam pisarz i historyk, przedstawiciel kultury D. Poška odpoczywał i pracował pod koniec XIX wieku. Baubliai zostały uznane za ważny, historyczny, kulturowy i starożytny pomnik kultury litewskiej. Obecnie Baubliai zabezpieczone są zadaszonymi, szklanymi osłonami.



RYS. 2.6. Muzeum z zabytkami kultury i wygenerowanym modelem 3D „Bombki” z wykorzystaniem technologii TLS. (Źródło: opracowanie własne, 2020)

Dwie z „Bombek” zeskanowano za pomocą skanera laserowego *Stonex X300* – wykorzystującego technologię TLS. Ponieważ oba obiekty znajdowały się za zamkniętą osłoną szklaną i pod dachem, procedura skanowania była skomplikowana. W obu

przypadkach ze względu na trapezoidalny kształt dachu zdecydowano się na pomiar z sześciu różnych, zlokalizowanych na zewnątrz i wewnątrz pozycji, z kątem skanowania 75–90°. Ze względu na zwężający się dach i wynikające z tej sytuacji utrudnione warunki pomiarowe, skaner laserowy musiał być podniesiony wyżej. W konsekwencji pomiary trwały pięć godzin. Modelowanie 3D obiektów wykonano przy użyciu oprogramowania *JRC 3D Reconstructor* (obróbka, ujednoczenie, korekta chmury punktów). Wygenerowany model 3D jednej z „Bombek” przedstawiono na rysunku 2.6.

2.3. Klasyczne metody modelowania 3D

To naturalne, że stare sposoby modelowania obiektów dziedzictwa kulturowego w 3D są marginalizowane przez nowe technologie. Nie można jednak zapominać o klasycznych metodach wizualizacji tych obiektów. Konstruując je, opieramy się na tradycyjnych (pomiary ręczne) i nowoczesnych (pomiary elektroniczne) technikach pomiaru. Jednak przy ich tworzeniu równie ważną, a nawet ważniejszą rolę odgrywa „wyczuwanie” obiektu przez autora modelu, jego wiedza, doświadczenie i wyobraźnia. Autor decyduje o hierarchii ważności elementów wchodzących w skład obiektu. Niektóre z nich są szczegółowe, inne są zamazane lub nawet usunięte. Ten rodzaj modelowania 3D, w przeciwieństwie do metod cyfrowych, niesie ze sobą dużą dozę subiektywizmu i humanizmu.

2.3.1. Rysunki odręczne 3D

Ten rodzaj modelowania 3D w porównaniu do innych metod jest zazwyczaj szybszy i prostszy, a także może powstawać w dowolnym miejscu i czasie.

Do tworzenia rysunków 3D wykorzystywane są dwie metody: rzuty równoległe i rzuty perspektywiczne (Ducki, Rokosza, Rylke, Skalski, 2003).

W pierwszej metodzie (prostszej) linie są rzutowane równoległe wzdłuż trzech różnych osi (x , y , z) pod różnymi kątami w połączeniu z poziomą linią bazową. Rozróżniamy rzuty izometryczne, elewacje ukośne i aksonometryczne rzuty ukośne.

Ten typ rysunków 3D jest łatwy do zrozumienia i można go tworzyć w dowolnej skali. Często wykorzystywany jest zarówno do prezentacji założeń urbanistycznych jak i planistycznych, a także do małych przestrzeni architektonicznych (ogrody, atria itp.) (Rys.2.7).

Rzuty perspektywiczne charakteryzują się zbieżnością linii równoległych w punktach zbiegu, umieszczonych zwykle na linii horyzontu (na wysokości oczu widza). Najczęściej używane są perspektywy jednozbiegowa i dwuzbiegowa.

a



b



RYS. 2.7. Przykłady zastosowania rzutu równoległego (Źródło: a – widok aksonometryczny centrum Białegostoku, rysunek Wojciech Matys, b – 3D street – rysunek Marek Kierklo, Kartuzy, zdjęcie Bartłomiej Gruby, WEB-11)

Tego rodzaju rysunki 3D są na ogół tworzone w dwóch głównych typach perspektyw: perspektywie liniowej i perspektywie powietrznej.

Perspektywa liniowa ma wszystkie linie zbieżne, które wydają się zmierzać w kierunku wspólnego punktu zbiegu (lub punktów zbiegów) umieszczonego na poziomie oczu linii widza (linia horyzontu) (Rys.2.8).

a



b



RYS. 2.8. Rzut perspektywiczny liniowy – przykłady (Source: a – rysunek Marta Baum, b – rysunek Wojciech Matys)

Perspektywa powietrzna opiera się na malarstwie pejzażowym. Przedstawiona przestrzeń nie jest „skonstruowana” (Wilk, 2014). Często nie ma możliwości określenia lokalizacji punktów zbiegu, a głębokość pokazana jest przez różne rozmiary obiektów (większe wydają się położone bliżej, mniejsze dalej) (Rys.2.9).

a



b



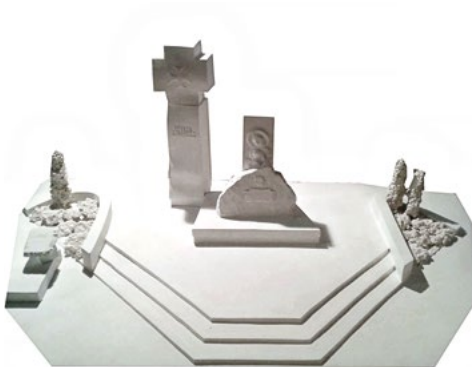
RYS. 2.9. Perspektywa powietrzna – przykłady (Source: a – rysunek Wojciech Matys, b – rysunek Marta Baum)

2.3.2. Makiety

Makieta to umowny trójwymiarowy „obraz” przestrzeni wykonany w zadanej skali lub w odpowiednich proporcjach. Umowność modelu osiągnięta jest między innymi dzięki zastosowaniu jednorodnych materiałów, zastosowaniu nieoczywistych, nieokreślonych elementów czy uproszczeniu prezentowanych przestrzeni.

Ten rodzaj modelowania 3D jest często stosowany przy tworzeniu modeli obiektów rzeźbiarskich czy też modeli dotykowych przeznaczonych głównie dla osób niewidomych (Rys. 2.10).

a



b



RYS. 2.10. Przykłady makiety (Źródło: a – model Jerzy Grygorczuk, zdjęcie W. Matys, b – zdjęcie M. Kłopotowski)

Widoki makiety są dygitalizowane za pomocą zdjęć. To samo dotyczy rysunków odręcznych, które mogą być również skanowane (także przez skanery wielkoformatowe). Zdigitalizowane makiety można wykorzystać w wizualizacjach za pomocą oprogramowania do obróbki zdjęć.

2.4. Rysunek komputerowy jako inny sposób rysowania

Znaczenie rysunku architektonicznego jako sposobu komunikacji między profesjonalistami nie podlega dyskusji. Dlatego jednym z podstawowych celów uczelni, określonych w planach studiów, jest zapewnienie studentom środków komunikacji, które są niezbędne dla ich przyszłej działalności zawodowej. To oczywiste, że praktycznie żaden ważny architekt nie zrezygnuje z języka pośredniego, czyli reprezentacji graficznej. Dlatego można śmiało powiedzieć, że medium graficzne, jakim jest rysunek architektoniczny, daje największy potencjał do studiowania całego zbioru zagadnień związanych z dyscypliną architektoniczną. Jednocześnie uczy się studentów konwencjonalnych i najnowszych technik wykonywania rysunku architektonicznego, a także przekazuje się im wiedzę niezbędną do ich wykorzystania w procesie projektowania.

Obecnie nie tylko uczy się konwencjonalnych technik, ale próbuje się, przynajmniej eksperymentalnie, pokazać każdemu uczniowi bardziej innowacyjne metody reprezentacji architektury. Tak jest w przypadku korzystania z komputerów i nowego języka BIM.

BIM (Building Information Modeling) jest nowym sposobem rysowania. W przypadku aplikacji BIM, w programach takich jak Revit, architektura jest czymś więcej niż tylko trójwymiarowym modelem z różnymi sposobami przedstawienia rozwiązań; nie wystarczy realistycznie przedstawić budynek, jest to także symulator budynków w warunkach rzeczywistych. Często porównuje się oprogramowanie AutoCAD – AutoCAD Architecture – Revit, zazwyczaj sprowadzając to uproszczone porównanie do narzędzi służących pokazywaniu rzeczywistości, zapominając o najważniejszej funkcji tego typu programów, czyli symulowaniu rzeczywistości. Poprzez pozorowanie rzeczywistości możemy dokonać lepszych wyborów na etapie projektowania, a także przedstawić wiele problemów, które pojawiają się w etapach życia budynku.

Rysunek komputerowy jest wyświetlony w 2D i 3D, ale wraz z BIM uwzględnia się nowe aspekty projektowania:

- 4D-BIM: harmonogramy
- 5D-BIM: kosztorysy
- 6D-BIM: eksploatacja budynku

BIM (Building Information Modeling – modelowanie informacji o budynku) to nowa jakość, która pojawiła się jako następny etap po użyciu standardowych architektonicznych rysunków komputerowych.

2.4.1. Wprowadzenie do druku 3D

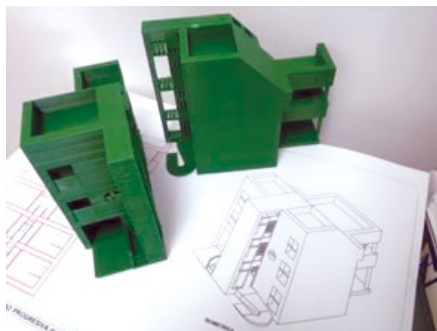
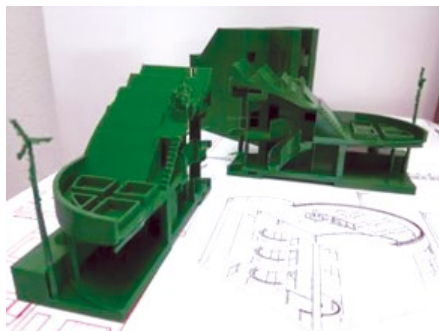
Drukarka 3D to maszyna zdolna do generowania wydruków projektów w trzech wymiarach i z różnych materiałów, poczynając od wszelkiego rodzaju substancji sypkich, poprzez niektóre tworzywa sztuczne, a kończąc na metalach. Tego typu drukarka daje możliwość tworzenia części wolumetrycznych zaprojektowanych wcześniej na komputerze.

Drukarki 3D wykorzystują wiele technologii, a my postaramy się w prosty sposób wyjaśnić, jak one działają. Otóż urządzenia te tworzą obiekt o 3 wymiarach, który jest budowany na warstwach, aż do uzyskania pożądanego kształtu.

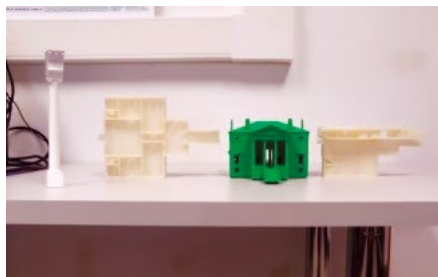
Drukarka 3D tak naprawdę sporządza projekt komputerowy 3D powstały z fizycznego modelu 3D. Innymi słowy, jeśli na przykład zaprojektowaliśmy na swoim komputerze prostą filiżankę kawy (z dowolnego programu CAD – Computer Aided Design), możemy ją wydrukować w rzeczywistości na drukarce 3D i otrzymać fizyczny produkt, który byłby właśnie tą filiżanką. Dzięki temu możemy przejść przez dokumenty fizyczne do dokumentów elektronicznych. Ogólnie rzecz biorąc, materiały używane do produkcji przedmiotów metalowych mogą być nylonem i około 100 różnymi rodzajami materiałów.

2.4.2. Wykorzystanie drukarek 3D do druku 3D w różnych sektorach: badania w UPM

Modele wykonywane są na drukarce 3D model MARKETBOT REPLICATOR TM 2 BIURKOWA DRUKARKA 3D Rys. 2.11. Na zdjęciach można zobaczyć kilka przykładów. Na Rys. 2.12. i 2.13. możesz zobaczyć modele.



RYS. 2.11. Modele wykonane na drukarce 3D Makerbot replicator tm 2 Desktop 3D Printer (Źródło: opracowanie własne, 2020)



RYS. 2.12. Modele wykonane na drukarce 3D MAKERBOT REPLICATOR TM 2 DESKTOP DRUKARKA 3D PALLADIO DOMKI VILLA CHIERICATI (Źródło: opracowanie własne, 2020)



RYS. 2.13. MakerBot Replicator 3D printer (Źródło: opracowanie własne, 2020)

Drukarki 3D są jednym z największych wynalazków XXI wieku. Dzięki nim wiele firm wprowadza innowacje w swoich produktach i zastosowanych elementach, mogąc je sprawdzić przy użyciu drukarek 3D w celu przetestowania różnych rozwiązań, rozmiarów i opcji kosztowych, otwierając miliony możliwości dla łatwej produkcji, pozwalając nawet na próby i błędy bez ponoszenia nadmiernych nakładów.

Bibliografia

1. Ducki, J., Rokosza, J., Rylke, J., Skalski, J. (2003) *Rysunek odręczny dla architektów krajobrazu*, Warszawa, Wyd. SGGW
2. Kraus, K. (2007). *Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans*. Berlin: Walter de Gruyter. 459
3. Linder, W. (2009). *Digital Photogrammetry. A practical Course*, Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, 33–73, 121–131
4. *Manual of Photogrammetry* (Edited by J. Chris McGlone), (2004) *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, Maryland, USA, 959–963
5. Ruzgienė, B.; Berteška, T.; Gečytė, S.; Jakubauskienė, E.; Aksamitauskas, V, Č. (2015). *The surface modelling based on UAV Photogrammetry and qualitative estimation. Measurement*. Oxford: Elsevier Ltd. Vol. 73, p. 619–627

6. WEB-1: *Cartography*, (2020), [Online] Available from: <https://www.britannica.com/science/cartography> [Accessed: 18.02.2020]
7. WEB-2: *Modern Cartography*, (2020), [Online] Available from: <http://www.gsdi.org/docs/2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf> [Accessed: 18.02.2020]
8. WEB-3: Google Earth, Street View application (2020), [Online] Available from: <https://earth.google.com/web/@55.69191266,21.17681752,11.67728544a,6495.67834488d,35y,0.00000121h,0t,0r/> [Accessed: 20.10.2020]
9. WEB-4: *Geospatial technology*, (2020), [Online] Available from <https://mapasyst.extension.org/what-is-an-orthophoto/> [Accessed: 18.02.2020]
10. WEB-5: Maps.lt (2020), [Online] Available from: <https://beta.maps.lt/?c=2362412.9%2C7500077.6&r=0&s=72223.819286&b=orto/> [Accessed: 20.10.2020]
11. WEB-6: Smart Office, (2020), [Online] Available from: <https://www.soffice.lt/produktas/technine-iranga/tacheometriai/daugiufunkciniai/MS60.html> [Accessed: 10.03.2020]
12. WEB-7: Stonex (2020), [Online] Available from: <https://www.stonex.it/project/x300-laser-scanner/> [Accessed: 15.03.2020]
13. WEB-8: Reshapter 3D, (2020), [Online] Available from: <https://www.3dreshaper.com/en/software-en/download-software/current-release-software> [Accessed: 22.03.2020]
14. WEB-9: Terrestrial Laser Scanning, (2020), [Online] Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/terrestrial-laser-scanning> [Accessed: 20.01.2020]
15. WEB-10: Mažosios Lietuvos istorijos muziejus (2020), [Online] Available from: <http://www.mlimuziejus.lt/park/> [Accessed: 20.10.2020]
16. WEB-11: Kartuzy (2020), [Online] Available from: <https://kartuzy.info/zdjecie/3631957> [Accessed: 20.10.2020]
17. Wilk, S. (2014) *Construction and Design Manual Drawing for Landscape Architects*, Dom Publisher, Berlin

3. ACCESSIBILITY OF PUBLIC SPACE

Kamil Rawski, Maciej Kłopotowski

3.1. Public space users

Space accessibility should be considered in the context of its users because accessibility is such a property of an environment that allows those users to use the space in an equal way. From the point of view of public space accessibility, people who benefit from the accessible environment are not only the elderly or disabled persons. It is estimated that up to 30% of society may have permanent or temporary limitations in mobility or perception. These include people moving with the help of assistive equipment, with manual and cognitive difficulties, with hearing and sight impairment or even people with heavy luggage, as well as pregnant women, physically weaker people, or experiencing difficulties in moving. Many of these people do not have the status of a disabled person. Therefore, it can be said that accessibility concerns all of us, but in everyday life its lack is noticed mostly by people with special needs (including individual ones), resulting from the lack of full functionality. The accessibility mainly concerns (MIiR, 2018):

- people in wheelchairs and with reduced mobility;
- blind and partially sighted people;
- deaf and hard of hearing people;
- deaf-blind people;
- people with mental and intellectual disabilities;
- elderly and weakened people;
- people who have difficulties communicating with the environment (also with a lack of knowledge of the language);
- people with unusual height (including children);
- pregnant women;
- people with young children, including prams;
- people with heavy or unwieldy luggage.

Not all universal design beneficiaries are continuously disabled. Space users can have special needs towards moving around only temporarily and after some time they can return to the full capacity.

Planning of accessibility makes life easier for all of society members, in particular for people with special needs, including the disabled. Accessibility can be achieved not only by planning new spaces but also in the way of removing spatial barriers and making rational improvements (e.g. utilizing assisting technologies) to already existing ones. Such actions give many benefits. Accessible public spaces reach with its offer to a greater amount of different space users and are more user friendly and attractive. For many people leading an independent life may be fully conditional on the accessibility of public spaces. Through accessible places, such people have a chance to participate in the social and economic life of the country or local society.

3.2. Design of accessible space

The trend of thinking in terms of planning space accessibility, taking into account people with special needs (including disabled), began only in the 1960s. The first ideas slowly, gradually began to be reflected in new laws over the next 40 years. At first, provisions including rules about applying correct solutions to spatial problems can be found in the United States, Australia and Western Europe. The important thing is that such provisions had started to oblige designers to implement prepared solutions. Earlier, as Ewa Kuryłowicz (2005) describes in her publication about universal design, one had only attempts to organize the space on the basis of an average, unified model of man (Grandjean, 1978). Initially, such theories were studied in the Renaissance, where some prominent individuals as Leonardo da Vinci or Bernini had tried to draw up the ideal proportions of the human body. It is also worth quoting the work of Vitruvius entitled *De Architectura libri X*, in which he treats, inter alia, about aesthetics, space planning and interior design. He also emphasized the statement that the location of buildings can affect human health and described the canon of human proportions that should be used during the design process. The next breakthrough in this field was made much later by one of the greatest architects of his time Le Corbusier – the creator of *Modulor*. The next step was the creation of anthropometric models, thanks to which it was possible to develop individual elements of space fitted to people with different characteristics (Ujma-Wąsowicz, 2005). Over time, such patterns have also been developed for people with disabilities.

Universal design is the trend in design that is strongly connected with the ergonomic. The first time this term was used in the 1970's, but the idea was developing since the early 1960's by architect Ronald L. Mace. Initially in North America and later on in Western Europe and other parts of the world (Antoniszczak, 2020). Universal design arose from the earlier barrier-free concepts (Rawski, 2019). Main assumptions of this idea was stated by The Center for Universal Design at North Carolina State University as seven principles (Centre for Excellence, 1997):

1. **Equitable use** (providing the same means of use for all users),
2. **Flexibility in use** (providing a choice in methods of use),
3. **Simple and intuitive** (eliminating unnecessary complexity and providing consistency with user expectations and intuition),
4. **Perceptible information** (using different modes for additional presentation of essential information and increasing its legibility),
5. **Tolerance for error** (arranging elements of design to minimize risk and errors and providing fail-safe features),
6. **Low physical effort** (allowing the user to maintain a neutral body position with minimum fatigue while using the design),
7. **Size and space for approach and use** (independently from user's body size or mobility provide adequate access, reach and use).

It can be stated that a given place is accessible if we can get to it easily, whether we are fully functional, move in a wheelchair or with a white cane. The essence of the accessibility of a every space is also influenced by the perception of individual places, i.e. the possibility of seeing them from a distance, as well as the way of the arrangement of various objects inside (e.g. shops, public institutions, etc.). On the other hand, the amount of effort that should be put into moving around a given area directly translates into the comfort of its use. Also, whether the elements of equipment such as benches, litter bins or bicycle stands are located so that they do not interfere with the main communication routes. Another element that is worth paying attention to is the way of overcoming height differences. Designers should consider the need of planning landings for stairs or driveways, and the use of escalators, platforms or lifts when the situation requires it. A suitable amount of resting places as well as safety of a place has big a influence on the comfort of its use. Large enough and well-planned parking facilities are also important. This affects the efficient rotation of vehicle traffic. This directly results in increasing the accessibility of a given space. Other crucial aspects are the number of entrances (preferably clearly visible) to a given space and the level of convenience to access public transport.

3.3. General barriers and guidelines

In order to understand the issue of accessibility planning in the process of designing public places, it is necessary to know what elements constitute obstacles. Such barriers can make it hard to carry out many activities for people with special needs that are very normal for fully functional people According to interpretations of the Office of the Government Plenipotentiary for Disabled People¹, such obstacles can be divided into three categories (eBIFRON, 2012):

¹ Translated name of Polish institution „Biuro Pełnomocnika Rządu do Spraw Osób Niepełnosprawnych”

- **architectural barriers** – means obstacles inside the building and in its direct vicinity, which, due to technical or constructional solutions prevent or hinder the freedom of movement for disabled people,
- **technical barriers** – are those caused by the lack of application or non-adaptation of items or devices appropriate to the type of disability. The elimination of these barriers should result in the more efficient functioning of disabled persons in society and enable them to better function,
- **communication barriers** – are limitations that prevent or hinder persons with special needs from freely communicating and/or transmitting information.

In some sources² one can find slightly different definitions of the concept of “architectural barriers”. Despite some divergences, their thematic scope is similar, but they are not sufficient in the context of universal design. Initially, the term was used to refer to people with disabilities, identifying them only with people in wheelchairs. Explanations of this expression were also limited to physical obstacles only, so some elements were not taken into account in the context of the meaning of architectural barriers. A. Zając (2012) proposed a broader view at this definition for the project Warsaw Map of Barriers³. According to him, any object in public space that causes mobility problems or limits access for any group of users with special needs, as well as the lack of appropriate amenities, can be a barrier. Thanks to the wide range of the topic, such a definition fits perfectly into the idea of universal design.

For this paper, only outdoor places were taken into account, so interior spaces were excluded from the considerations. Thanks to the appropriate recognition of spatial barriers, it is possible to design new, more accessible spaces or improve already existing ones to be more suited for people with different needs. It can be noticed that in many cases outdoor barriers force people to stay in their houses. Design of public spaces requires having in mind that they should be devoid of architectural and technical barriers. Among them are elements mostly related to the technical conditions of sidewalks, their width as well as aspects that refer to overcoming height difference and placement of space equipment (small architecture). It should be taken into account that many users of public spaces can also drive a car or move around by public transport. For that reason, aside from the availability of the vehicles, a very important thing is the accessible design of bus stops as well as special places at parking lots.

Identifying the elements that may constitute barriers is very important in the context of designing accessible spaces. Thanks to this, it is possible to design alternative spatial solutions or accurately transform places that were not created in accordance with the idea of universal design. Therefore, it is important to have a holistic approach that takes into account all users of the space, not only seniors or disabled people. Barriers in public spaces may be related to communication paths, vertical

² e.g. Polish Encyclopedia PWN, Wikipedia, niepelnosprawni.pl, Encyklopedia WIEM – zapytaj.onet.pl, mapabariet.sisko.waw.pl

³ Authors’ translation from Polish ‘Warszawska Mapa Bariet’

communication (moving between different heights), space equipment, and elements related to road infrastructure (Zajac et al., 2013). By recognizing them and applying appropriate design guidelines (developed on the basis of anthropometric patterns), one can design a barrier-free space. The table 3.1. below lists typical barriers and spatial solutions that increase accessibility.

TABLE 3.1. Typical barriers and spatial solutions (Source: own elaboration based on Rawski, 2017)

Type	Typical barriers	Solutions
Communication paths	<ul style="list-style-type: none"> • bad technical condition; • unhardened surface; • uneven or too slippery surface; • too narrow sidewalks; • lack of tactile paving for blind people. 	<ul style="list-style-type: none"> • the transverse slope should not exceed 2%, and the longitudinal slope should not exceed 6% (preferably 5%)(Kowalski, 2010); • the surface should exclude the possibility of stumbling or slipping (Czarnecki & Siemiński 2004); • used materials should be durable and ensure the good technical condition of sidewalks; • tactile surfaces (directional or warning) should be used for the blind in functional places; • main pedestrian ways should be planned straight and turns should be as close to right angles as possible; • the width of the routes with greater traffic in both directions should be at least 200 cm (Kowalski, 2011); • the width of sidewalks should be 150 cm (due to the size of wheelchairs), segments 120 cm wide should not exceed 20 m in length (Kowalski, 2018).
Vertical communication	<ul style="list-style-type: none"> • lack of ramps or elevators at stairs; • too steep wheelchair ramps; • unmarked lower and upper edges of stairs; • no handrail at stairs; • construction of steps in areas with a slight difference in terrain; • bad technical condition. 	<ul style="list-style-type: none"> • it is good practice to design (if possible) long slight slopes instead of stairs (single steps should be avoided if stairs are necessary); • the flight of stairs should be min. 1.2 m and the first and last step should be marked with a contrasting stripe; • it is recommended to design a 0.5 m wide zone of touch surface (warning field) 0.6 m – 0.8 m before and after the flight of stairs (PZN, 2009); • if the stairs have more than 10 steps, landings should be used; • the recommended height of the steps is 12 – 15 cm and the width is 35 cm; • if the stairs have a height of more than 0.5 m, railings must be applied; • ramps should be applied near the stairs on the main routes; • the usable width of the ramp should be 120 cm; • if the ramp is longer than 9 m, landings should be designed; • at the end and the beginning of the ramp there should be an even manoeuvre area 1.5 x 1.5 m; • on both sides of the ramp, a handrail should be designed at a height of 75 cm and 90 cm, parallel to its surface (Budny, 2009).

Type	Typical barriers	Solutions
Space equipment	<ul style="list-style-type: none"> • placement of elements within the sidewalks gauge; • insufficient manoeuvring space nearby the devices or lack of that; • badly designed height of usable elements (too low or too high); • wrongly placed or too weak lighting. 	<ul style="list-style-type: none"> • equipment elements should be grouped in rows parallel to the main axis of the path so that they do not narrow its width (NDA, 2002); • information boards should be placed outside the usable width of pavements; • functional parts of devices should be placed at a maximum height of 130 cm (Nowak & Budny, 2008); • useful information should also be written in Braille, and the space in front of it should be marked with the attention field; • fountains should be separated from pedestrian routes by a green belt or by means of warning elements; • parking meters should be positioned so as to be accessible to disabled people (including manoeuvring spaces for wheelchairs).
Elements related to road infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> • narrow bus stops; • bus stops with unpaved platforms; • badly designed bus bays (access to the edge of the platform is impossible); • lack of low curbs; • unspecified passage through the road; • no warning tactile fields at the pedestrian crossings; • pedestrian crossings without refuge islands on two-way multi-lane roads; • lack of parking places dedicated to the disabled. 	<ul style="list-style-type: none"> • car parks should include wider (3.6 m) parking spaces for disabled people; • curb higher than 2 cm should contain a ramp with a maximum slope of 5% (Kowlaski, 2010); • blind and visually impaired people need tactile warning fields against pedestrian crossings (in a contrasting colour and placed along the street) at least 0.5 m wide; • traffic lights should give an audible signal and include buttons activating green light located at a height of 0.9 m to 1.1 m (Wysocki, 2010); • a warning tactile zone along the entire length of the platform should be 30 or 40 cm wide and 80 cm from the edge of the bus stop; • it is recommended to raise the platform to a height of 20 cm to make it easier for people in wheelchairs to board the bus; • the edge of the platform should be marked with a 7 or 10 cm wide contrasting strip (preferably yellow) along the entire length of the platform (Wysocki, 2012); • the bus stop shelter (approx. 150 – 180 cm deep) should be situated from the warning tactile surface min. 80 cm away to allow the passage of a wheelchair.

3.4. Good practices

Following design guidelines developed by ergonomics specialists is necessary for designing accessible spaces, but often such guidelines are intended to ensure only minimal functionality of individual places. Respecting legal requirements alone is currently not sufficient to design fully accessible spaces. Therefore, the important aspects of this process are the experience and knowledge of the designers themselves. The search and study of realizations that take into account the needs of people with different abilities expand the range of design solutions for every professional. As a result, designers can be able to provide higher-level accessibility – not only for security but also for the functionality of the places. Selected examples of good practices that show how to approach accessibility design in public spaces will be discussed below.



FIG. 3.1. Beach in Bondary near Siemianówka reservoir with accessible feature (Source: photos by K. Rawski, 2018)

As recreational areas, beaches are places that, due to their natural structure, are inaccessible to many people with special needs, in particular for wheelchair users. As shown by the example of one of the Turkish beaches (Fig. 3.1), it is possible to develop the area in such a way that there are additional platforms and ramps enabling easy access to the water. Another example is the device presented below (Fig. 3.2) located on one of the playgrounds in Warsaw. It has been constructed so that it can be used by people who are moving using various aids (including wheelchairs).



FIG. 3.2. Accessible platform and carousel on the playground (Source: WEB-1)

Another good practice related to the design of small architecture is a picnic table with a reserved space for a person in a wheelchair (Fig. 3.3). Thanks to this, such a person will not be excluded from joint participation in a meal or rest.



FIG. 3.3. Accessible picnic table with space for wheelchair (Source: WEB-2)

The relevant issue that was raised in the previous considerations was also the accessibility of public transport. However, in addition to the proper arranged space – the width of the platform, the marking of its edges, and the location of the bus shelter, it is also important to ensure that such a place is properly lit after dark (Fig. 3.4).

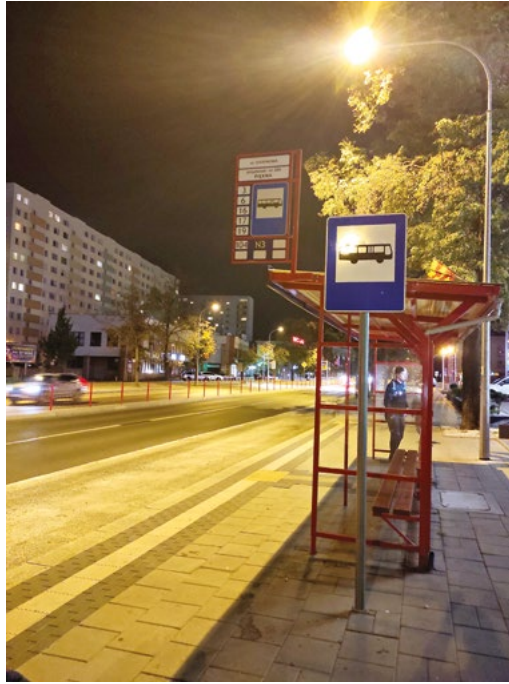


FIG. 3.4. Well illuminated bus stop at night with tactile surface (Source: photos by K. Rawski, 2020)

3.5. Summary

There is a noticeable increase in the awareness of the needs of people with various abilities related to their functioning in public spaces. Thanks to this, one can notice a gradual change in the surroundings, in particular in public buildings, as well as in the generally understood urban space. One can also find many places that require further transformations so that they can be freely used by such people. But still there are many remedies which solve the problem only partly for economic reasons (Kowalski, 2013).

Good practices included in this publication show that a properly designed communication system and compliance with the appropriate guidelines (contained in the law and literature of the subject) results in planning a well accessible space. Making public space more accessible contributes to improving the quality of life for people with different abilities and that have mobility problems with normal everyday functioning.

References

1. Antoniszczak M. (2020) *Wpływ ruchów społecznych na rozwój projektowania uniwersalnego*, *Formy*, nr 4/2020 [Online] <https://formy.xyz/arttykul/wplyw-ruchow-spoecznych-na-rozwoj-projektowania-uniwersalnego> [Accessed: 8.10.2020]
2. Budny J., (2009) *Dostosowanie budynków użyteczności publicznej – teoria i narzędzia*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa
3. Centre for Excellence in Universal Design, 1997, *The 7 Principles of Universal Design*, [Online] <http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/The-7-Principles/> [Accessed: 11.10.2020]
4. Czarnecki B., Siemiński W. (2004) *Kształtowanie bezpiecznej przestrzeni publicznej*, Difin, Warszawa
5. eBIFRON NUMER 1/2012 - ABC osoby niepełnosprawnej, *Bariery do pokonania*, [Online] <http://www.pfron.org.pl/ebi/popzednie-wydania/numer-12012-abc-osoby/pomoc-osobie-niepelnos/53,Barierydopokonania.html> [Accessed: 21.09.2016]
6. Grandjean E. (1978) *Ergonomia mieszkania, aspekty fizjologiczne i psychologiczne w projektowaniu*, Arkady, Warszawa
7. Kowalski K. (2013) *Planowanie dostępności – polskie uwarunkowania prawne i praktyka*, Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania. Nr I/2013(6). s. 77
8. Kowalski K. (2010) *Projektowanie bez barier – wytyczne*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa
9. Kowalski K. (2011) *Planowanie dostępności – prawo w praktyce*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa
10. Kowlaski K. (2018) *Włącznik – projektowanie bez barier*, Fundacja Integracja, Warszawa
11. Kuryłowicz E. (2005) *Projektowanie Uniwersalne. Uwarunkowania architektoniczne kształtowania otoczenia wybudowanego przyjaznego dla osób niepełnosprawnych*, Warszawa, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, s. 20–40
12. Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju (2018) *Program rządowy „Dostępność plus”*, Warszawa
13. NDA (2002) *Building for Everyone: Inclusion, Access and Use*, National Disability Authority, Dublin
14. Nowak E., Budny J. (2008) *Mieszkanie dostępne dla osób z dysfunkcją narządu ruchu*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa
15. Polski Związek Niewidomych (2009) *Osoby niewidome i słabo widzące w przestrzeni publicznej*, Warszawa
16. Rawski K. (2017) *Public space without architectural barriers as friendly and accessible for people with disabilities*, Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych PAN, 45–52
17. Rawski K. (2019) *Postawy społeczne wobec osób niepełnosprawnych a projektowanie przestrzeni dostępnej*, *Architektura Krajobrazu*, 1/2019, s. 34–51
18. Ujma-Wąsowicz K. (2005) *Ergonomia w architekturze*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, s. 23–28
19. WEB-1: bo.um.warszawa [Online] photo of Maksymilian Chołuj Retrieved from: bo.um.warszawa.pl [Accessed: 10.10.2020]

20. WEB-2: havinghome [Online] Retrieved from: <http://havinghome.com/> [Accessed: 10.09.2020]
21. Wysocki M. (2010) *Projektowanie otoczenia dla osób niewidomych. Pozawzrokowa percepcja przestrzeni*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk
22. Wysocki M. (2012) *Standardy dostępności dla miasta Gdyni*, Gdynia
23. Zając A. P. (2012) *Miasto barier. Bariery architektoniczne na podstawie projektu Warszawska Mapa Barrier*, Instytut Socjologii UW, SISKOM, [online] http://mapa-barier.siskom.waw.pl/wp-content/uploads/2012/05/Zajac_bariery_architektoniczne_KMS2012.pdf [Accessed: 12.10.2020]
24. Zając A. P., Dębska M., Kowalski R., Pietrzyk P., Rak. A., Zakrzewski M. (2013) *Diagnoza głównych barier architektonicznych w przestrzeni publicznej Warszawy – Raport SISKOM*, SISKOM, Warszawa

3. DOSTĘPNOŚĆ PRZESTRZENI PUBLICZNEJ

Kamil Rawski, Maciej Kłopotowski

3.1. Użytkownicy przestrzeni publicznej

Dostępność przestrzeni należy rozpatrywać w kontekście jej użytkowników, ponieważ jest ona właściwością środowiska, pozwalającą wszystkim na korzystanie z niej w równy sposób.. Z punktu widzenia dostępności, osobami korzystającymi z danego miejsca nie muszą być tylko osoby starsze czy niepełnosprawne. Szacuje się, że nawet 30% społeczeństwa może mieć stałe lub tymczasowe ograniczenia w mobilności lub percepcji. Należą do nich osoby poruszające się z pomocą sprzętu wspomagającego, jednostki z trudnościami manualnymi i poznawczymi, z upośledzeniem słuchu i wzroku, a nawet ludzie z dużym bagażem, kobiety w ciąży czy osoby słabsze fizycznie lub mające trudności w poruszaniu się. Wiele z nich nie ma statusu osoby niepełnosprawnej. Można więc powiedzieć, że dostępność dotyczy nas wszystkich, ale w życiu codziennym jej brak dostrzegają przede wszystkim ludzie o specjalnych potrzebach (również indywidualnych), wynikających z braku pełnej sprawności. Osoby, których w głównej mierze dotyczy dostępność (MIiR, 2018):

- poruszające się na wózkach inwalidzkich oraz o ograniczonej sprawności ruchowej;
- niewidome i niedowidzące;
- głuche i niedosłyszające;
- głuchoniewidome;
- niepełnosprawne umysłowo i intelektualnie;
- starsze i osłabione;
- które mają trudności w komunikowaniu się z otoczeniem (w tym nieznające języka);
- o nietypowym wzroście (w tym dzieci);
- kobiety w ciąży;
- z małymi dziećmi (oraz z wózkami dziecięcymi);
- z ciężkim lub nieporęcznym bagażem.

Nie wszyscy beneficjenci idei projektowania uniwersalnego są stale niepełnosprawni. Użytkownicy przestrzeni mogą mieć specjalne potrzeby związane z poruszaniem się tylko tymczasowo, po pewnym czasie wracając do pełni zdrowia.

Planowanie dostępności ułatwia życie wszystkim członkom społeczeństwa, a w szczególności osobom ze specjalnymi potrzebami. Dostępność można osiągnąć nie tylko poprzez projektowanie nowych przestrzeni, ale także usuwając różnego rodzaju bariery oraz wprowadzając racjonalne usprawnienia (np. wykorzystujące technologie wspomagające) do już istniejących miejsc. Takie działania dają wiele korzyści. W ten sposób dostępne przestrzenie publiczne docierają ze swoją ofertą do znacznie większej liczby różnych użytkowników przestrzeni, są bardziej przyjazne i atrakcyjne. Dla wielu osób prowadzenie samodzielnego życia może być w pełni uzależnione od dostępności takich miejsc. Dzięki temu ludzie mają szansę uczestnictwa w życiu społecznym i gospodarczym kraju, a także w społeczności lokalnej.

3.2. Projektowanie przestrzeni dostępnej

Nurt myślenia w kategoriach planowania dostępności przestrzeni z uwzględnieniem osób ze specjalnymi potrzebami (w tym niepełnosprawnych) rozpoczął się dopiero w latach sześćdziesiątych XX wieku. Pierwsze pomysły powoli, stopniowo zaczęły być odzwierciedlane w nowych prawie przez następne 40 lat. Pierwsze zapisy zawierające zasady stosowania odpowiednich rozwiązań przestrzennych można znaleźć w Stanach Zjednoczonych, Australii i Europie Zachodniej. Co ważne, takie zapisy zaczęły zobowiązywać projektantów (architektów) do wdrażania opracowanych rozwiązań w swoich projektach. Wcześniej, jak opisuje Ewa Kuryłowicz (2005) w swojej publikacji o projektowaniu uniwersalnym, próbowano jedynie uporządkować przestrzeń w oparciu o uśredniony model przeciętnego człowieka (Grandjean, 1978). Początkowo takie badania przeprowadzano w okresie renesansu, kiedy to wybitni ludzie, tacy jak Leonardo da Vinci czy Bernini, próbowali określić idealne proporcje ciała ludzkiego. Warto również przytoczyć pracę Witruwiusza zatytułowaną *De Architectura libri X*, w której traktuje on m.in. o estetyce, planowaniu przestrzeni i aranżacji wnętrz. Zauważył on również, że lokalizacja budynków może wpływać na zdrowie człowieka oraz opisał kanon ludzkich proporcji, które należy zastosować w procesie projektowania. Kolejnego przełomu w tej dziedzinie dokonano znacznie później za sprawą jednego z największych architektów swoich czasów - Le Corbusiera, twórcy Modulora. Następnym krokiem było stworzenie modeli antropometrycznych, dzięki którym możliwe stało się opracowanie poszczególnych elementów przestrzeni dopasowanych do osób o różnych cechach (Ujma-Wąsowicz, 2005). Z biegiem czasu takie wzorce zostały również opracowane dla osób niepełnosprawnych.

Projektowanie uniwersalne to trend silnie związany z ergonomią. Po raz pierwszy nazwa ta została użyta w latach 70., ale pomysł rozwijał się od wczesnych lat 60. za sprawą architekta Ronalda L. Mace'a, początkowo w Ameryce Północnej, a później w Europie Zachodniej i innych częściach świata (Antoniszczak, 2020). Projektowanie uniwersalne wywodzi się z wcześniejszych koncepcji projektowania bez barier (Rawski,

2019). Główne założenia tego pomysłu zostały określone przez The Center for Universal Design na Uniwersytecie Stanowym Karoliny Północnej w postaci siedmiu zasad (Centre for Excellence, 1997):

1. **Sprawiedliwe wykorzystanie** - zapewnienie wszystkim osobom takich samych możliwości użytkowania.
2. **Elastyczność użytkowania** - możliwość wyboru metod użytkowania.
3. **Prosta i intuicyjna obsługa** - eliminacja zbędnej złożoności i zapewnienie spójności z oczekiwaniami i intuicją użytkownika.
4. **Zauważalna informacja** - wykorzystanie różnych środków przekazu do prezentacji istotnych informacji i zwiększenia ich czytelności.
5. **Tolerancja na błędy** - rozmieszczenie elementów tak, aby zminimalizować ryzyko wypadku oraz maksymalnie zapewnić bezpieczeństwo.
6. **Niski wysiłek fizyczny** - użytkowanie przestrzeni powinno być możliwe przy zachowaniu neutralnej pozycji ciała oraz jak najmniejszym wysiłku.
7. **Wymiary i przestrzeń dostępne i użyteczne** - niezależnie od rozmiaru ciała użytkownika, jego mobilności, czy zasięgu ramion.

Żeby móc rozpatrywać miejsce w kontekście dostępności, w pierwszej kolejności musi istnieć możliwość łatwego dostania się do takiego miejsca niezależnie od tego, czy ktoś jest w pełni sprawny, porusza się na wózku inwalidzkim, czy ma inne ograniczenia. O istocie dostępności każdej przestrzeni świadczy również jej percepcja, czyli np. możliwość zobaczenia takiej przestrzeni z daleka, jak również sposób usytuowania różnych obiektów w jej obrębie (np. sklepów, instytucji publicznych itp.). Z drugiej strony wysiłek, jaki należy włożyć w poruszanie się po danym obszarze, bezpośrednio przekłada się na komfort jego użytkowania. Ważne jest także to, czy elementy wyposażenia, takie jak ławki, kosze na śmieci lub stojaki rowerowe zaprojektowane są tak, aby nie kolidowały z głównymi ciągami komunikacyjnymi. Kolejnym elementem, na który powinno kłaść się nacisk jest sposób pokonywania różnic wysokości. Projektanci powinni brać pod uwagę planowanie spoczników przy schodach lub pochylniach (jeśli ich biegi są odpowiednio długie) oraz stosowania schodów ruchomych, platform lub wind, gdy wymaga tego sytuacja. Odpowiednia liczba miejsc do odpoczynku oraz ogólne bezpieczeństwo przestrzeni ma również duży wpływ na komfort jej użytkowania. Ważny jest także odpowiedniej wielkości, dobrze rozplanowany parking. Wpływa to na zapewnienie dobrej rotacji pojazdów, co bezpośrednio przekłada się na zwiększenie dostępności danej przestrzeni. Innymi istotnymi aspektami są również liczba wejść (najlepiej dobrze widocznych) na dany teren oraz dogodny dostęp do komunikacji miejskiej.

3.3. Bariery i wytyczne

Aby zrozumieć zagadnienie planowania dostępności związane z projektowaniem przestrzeni publicznych, należy wiedzieć, jakie jej elementy stanowią bariery. Mogą one utrudniać osobom o specjalnych potrzebach wykonywanie wielu czynności, które są normalne i niewymagające wysiłku dla osób w pełni sprawnych. Zgodnie z interpretacją Biura Pełnomocnika Rządu do Spraw Osób Niepełnosprawnych, przeszkody takie można podzielić na trzy kategorie (eBIFRON, 2012):

- **bariery architektoniczne** - przeszkody wewnątrz budynku oraz w jego bezpośrednim sąsiedztwie, które ze względu na rozwiązania techniczne lub konstrukcyjne uniemożliwiają lub utrudniają swobodę poruszania się osobom niepełnosprawnym,
- **bariery techniczne** - wynikają z braku zastosowania lub nieprzystosowania obiektów lub urządzeń do rodzaju niepełnosprawności. Likwidacja tych barier powinna skutkować sprawniejszym funkcjonowaniem osób niepełnosprawnych w społeczeństwie i umożliwić im lepsze funkcjonowanie,
- **bariery komunikacyjne** - to ograniczenia, które uniemożliwiają lub utrudniają osobom o specjalnych potrzebach swobodne komunikowanie się lub przekazywanie informacji.

W różnych źródłach¹ można znaleźć nieco inne definicje pojęcia „barier architektonicznych”. Mimo pewnych rozbieżności, ich zakres tematyczny jest podobny, jednak nie są one wystarczające w kontekście projektowania uniwersalnego. Początkowo termin ten był wykorzystywany w nawiązaniu do osób niepełnosprawnych, utożsamiając je jedynie z osobami poruszającymi się na wózkach inwalidzkich. Wyjaśnienia tego pojęcia ograniczały się także tylko do fizycznych przeszkód, przez co część elementów nie była uwzględniana w kontekście znaczeniowym barier architektonicznych. Szersze spojrzenie na definicję barier architektonicznych zaproponował A. Zajac (2012) na potrzeby projektu „Warszawska Mapa Barier”. Według niego barierą może być każdy obiekt w przestrzeni publicznej, który powoduje problemy z poruszaniem się lub ogranicza dostęp dla dowolnej grupy użytkowników o szczególnych potrzebach, jak również brak odpowiednich udogodnień. Dzięki szerokiemu zakresowi tematycznemu taka definicja doskonale wpisuje się w ideę projektowania uniwersalnego.

Publikacja ta odnosi się do przestrzeni zewnętrznych, dlatego też wnętrza budynków nie będą w tym przypadku przedmiotem rozważań. Dzięki odpowiedniemu rozpoznaniu barier przestrzennych można zaprojektować nowe, bardziej dostępne miejsca lub ulepszyć już istniejące, tak aby były bardziej dopasowane do osób o różnych potrzebach. Można zauważyć, że w wielu przypadkach bariery zewnętrzne skłaniają ludzi do pozostania w domach. Projektowanie przestrzeni publicznych wymaga więc takiego planowania rozwiązań, aby były one pozbawione możliwie największej liczby

¹ Na przykład Polska Encyklopedia PWN, portal Wikipedia, niepełnosprawni.pl, Encyklopedia WIEM – zapytaj.onet.pl, mapabariet.sisko.waw.pl

barier architektonicznych i technicznych. Wśród nich wymienić można elementy związane głównie ze stanem technicznym ciągów komunikacyjnych, ich szerokością, a także aspektami dotyczącymi pokonywania różnicy wysokości i rozmieszczenia wyposażenia przestrzeni (mała architektura). Należy wziąć pod uwagę to, że wielu użytkowników przestrzeni publicznej może również prowadzić samochód lub poruszać się komunikacją miejską. Z tego powodu, oprócz dostępności samych pojazdów, bardzo ważna jest przystępna aranżacja przystanków autobusowych, a także specjalne miejsca na parkingach.

Rozpoznanie elementów, które mogą stanowić bariery jest rzeczą niezwykle istotną w kontekście projektowania przestrzeni dostępnej. Dzięki temu możliwe jest zaprojektowanie alternatywnych rozwiązań przestrzennych lub odpowiednie przekształcenie miejsc, które nie były tworzone w myśl idei projektowania uniwersalnego. Dlatego też ważne jest holistyczne podejście, uwzględniające wszystkich użytkowników przestrzeni, nie tylko seniorów czy osób niepełnosprawnych. Bariery występujące w przestrzeni publicznej mogą być związane z ciągami komunikacyjnymi, komunikacją pionową (przemieszczanie się pomiędzy różnymi wysokościami), wyposażeniem danej przestrzeni oraz elementami związanymi z infrastrukturą drogową (Zając et al., 2013). Rozpoznając je oraz stosując odpowiednie wytyczne projektowe (opracowane na podstawie wzorców antropometrycznych), można zaprojektować przestrzeń pozbawioną barier. W poniższej tabeli 1.1. zamieszczono zestawienie typowych barier oraz rozwiązań przestrzennych zwiększających dostępność.

TABELA 1.1. Typowe bariery oraz rozwiązania przestrzenne (Źródło: opracowanie własne na podstawie Rawski, 2017)

Typ	Typowe bariery	Rozwiązania przestrzenne
Komunikacja pozioma	<ul style="list-style-type: none"> • zły stan techniczny, • powierzchnia nieutwardzona, • nierówna lub zbyt śliska powierzchnia, • zbyt wąskie chodniki, • brak nawierzchni dotykowych przeznaczonych dla osób niewidomych. 	<ul style="list-style-type: none"> • nachylenie poprzeczne powinno wynosić maksymalnie 2%, a nachylenie podłużne nie powinno przekraczać 6% (a najlepiej 5%) (Kowalski, 2010); • nawierzchnia powinna wykluczać możliwość potknięcia się lub poślizgnięcia (Czarnecki & Siemiński 2004); • zastosowane materiały powinny być trwałe i zapewniać dobry stan techniczny dróg; • powinno się stosować nawierzchnie dotykowe (kierunkowe lub ostrzegawcze) dla osób niewidomych w miejscach pełniących różne funkcje; • główne ciągi piesze powinny być wytyczone prosto, a zakręty powinny być jak najbardziej zbliżone do kąta prostego; • szerokość ciągów o większym natężeniu ruchu w obu kierunkach powinna wynosić co najmniej 200 cm (Kowalski, 2011); • szerokość chodników powinna wynosić 150 cm (ze względu na rozmiary wózków inwalidzkich), odcinki o szerokości 120 cm nie powinny przekraczać 20 m długości (Kowalski, 2018).

Typ	Typowe bariery	Rozwiązania przestrzenne
Komunikacja pionowa	<ul style="list-style-type: none"> • brak pochylni lub wind przy schodach, • zbyt strome pochylnie dla wózków inwalidzkich, • nieoznakowany początek i koniec biegu schodów, • brak poręczy przy schodach, • budowa schodów w miejscach z niewielką różnicą terenu, • zły stan techniczny. 	<ul style="list-style-type: none"> • dobrą praktyką jest projektowanie (jeśli to możliwe) długich łagodnych spadków zamiast schodów (jeśli schody są konieczne należy unikać pojedynczych stopni); • bieg schodów powinien mieć min. 1,2 m, a pierwszy i ostatni stopień należy oznaczyć kontrastowym pasem; • zaleca się projektowanie 0,5 m pasa nawierzchni dotykowej (pole ostrzegawcze) 0,6 m - 0,8 m przed i po biegu schodów (PZN, 2009); • jeśli schody mają więcej niż 10 stopni w biegu, należy zastosować spoczniki; • zalecana wysokość stopni to 12 – 15 cm, a szerokość to 35 cm; • jeśli schody wznoszą się na wysokość powyżej 0,5 m, należy uwzględnić balustrady; • przy schodach na głównych ciągach należy uwzględnić również pochylnie; • szerokość użytkowa pochylni powinna wynosić 120 cm; • jeśli pochylnia jest dłuższa niż 9 m, należy zastosować spoczniki; • na końcu i na początku rampy należy umieścić równy plac manewrowy o wymiarach 1,5 x 1,5 m; • po obu stronach pochylni należy zaprojektować poręcz na wysokości 75 cm i 90 cm, równoległe do jej powierzchni (Budny, 2009).
Wyposażenie przestrzenie	<ul style="list-style-type: none"> • rozmieszczenie elementów w skrajni chodników, • niewystarczająca przestrzeń manewrowa w pobliżu urządzeń lub jej brak, • źle zaprojektowana wysokość elementów użytkowych (za nisko lub za wysoko), • źle rozmieszczone lub zbyt słabe oświetlenie. 	<ul style="list-style-type: none"> • obiekty wyposażenia należy grupować w rzędach równoległych do głównej osi ścieżki tak, aby nie zawężyły jej szerokości (NDA, 2002); • tablice informacyjne należy rozmieszczać poza szerokością użytkową chodników; • części funkcjonalne urządzeń powinny być umieszczane maksymalnie na wysokości 130 cm (Nowak & Budny, 2008); • przydatne informacje powinny być zapisane również w języku Braille'a, a przestrzeń przed nimi oznaczona polem uwagi; • fontanny należy oddzielić od ciągów pieszych pasem zieleni lub za pomocą elementów ostrzegawczych; • parkometry powinny być ustawione tak, aby były dostępne dla osób niepełnosprawnych (z uwzględnieniem przestrzeni manewrowych dla wózków inwalidzkich).

Typ	Typowe bariery	Rozwiązania przestrzenne
Elementy związane z infrastrukturą drogową	<ul style="list-style-type: none"> • wąskie przystanki autobusowe; • przystanki autobusowe z nieutwardzonymi peronami; • źle zaprojektowane zatoki autobusowe (brak dostępu do krawędzi peronu); • brak obniżonych krawężników; • nieoznaczone przejście przez jezdnię; • brak ostrzegawczych pól dotykowych na przejściach dla pieszych; • przejścia dla pieszych bez wysp azylu na dwukierunkowych drogach wielopasmowych; • brak miejsc parkingowych przeznaczonych dla osób niepełnosprawnych. 	<ul style="list-style-type: none"> • parkingi powinny mieć szersze (3,6 m) miejsca parkingowe dla osób niepełnosprawnych; • krawężnik wyższy niż 2 cm, powinien mieć rampę o nachyleniu maksymalnie 5% (Kowlaski, 2010); • osoby niewidome i niedowidzące potrzebują dotykowych pól ostrzegawczych przed przejściami dla pieszych (w kontrastowym kolorze i rozmieszczonych wzdłuż ulicy) o szerokości co najmniej 0,5 m; • sygnalizacja świetlna powinna dawać sygnał dźwiękowy i posiadać przyciski uruchamiające zielone światło, umieszczone na wysokości od 0,9 m do 1,1 m (Wysocki, 2010); • dotykowy pas ostrzegawczy na całej długości peronu powinien mieć 30 lub 40 cm szerokości w odległości 80 cm od krawędzi przystanku; • zaleca się podniesienie peronu na wysokość 20 cm, aby ułatwić wsiadanie do autobusu osobom na wózkach inwalidzkich; • krawędź peronu powinna być zaznaczona kontrastowym pasem (zalecany żółty) o szerokości 7 lub 10 cm na całej długości peronu (Wysocki, 2012); • wiata przystanku autobusowego (o głębokości ok. 150 - 180 cm) powinna być oddalona od ostrzegawczej nawierzchni dotykowej min. 80 cm, aby umożliwić przejazd wózka inwalidzkiego.

3.4. Dobre praktyki

Kierowanie się wytycznymi projektowymi opracowanymi przez specjalistów z dziedziny ergonomii jest niezbędne w projektowaniu przestrzeni dostępnych, jednak często takie wytyczne zapewnić mają jedynie minimalną funkcjonalność poszczególnych obiektów. Stosowanie się do samych wymogów prawnych aktualnie nie jest wystarczające, aby projektować w pełni dostępne przestrzenie. Dlatego też ważnym aspektem w tym procesie jest doświadczenie oraz wiedza samych projektantów. Poszukiwanie i studiowanie realizacji uwzględniających potrzeby osób o różnych zdolnościach, poszerzają wachlarz rozwiązań projektowych każdego profesjonalisty. Dzięki temu projektanci mogą zapewnić dostępność na wyższym poziomie – nie tylko warunkującą bezpieczeństwo, ale również funkcjonalność danych miejsc. Poniżej zostały omówione wybrane przykłady dobrych praktyk, które ukazują w jaki sposób można podejść do projektowania dostępności w przestrzeniach publicznych.



RYS. 3.1. Plaża w Bondarach nad Zalewem Siemianówka z kładką dla osób niepełnosprawnych (Źródło: zdjęcie autora – K. Rawskiego)

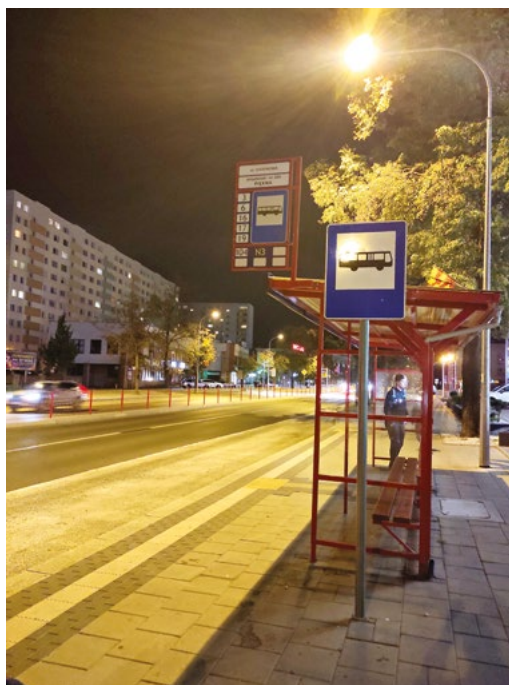
Plaże jako tereny rekreacyjne to miejsca, które ze względu na swoją naturalną budowę są niedostępne dla wielu osób o specjalnych potrzebach, w szczególności dla osób poruszających się na wózkach inwalidzkich. Jak pokazuje przykład jednej z polskich plaż (Rys. 3.1), możliwe jest zagospodarowanie terenu tak, aby znalazły się na nim dodatkowe podesty oraz pochylnie umożliwiające swobodny dojazd do wody. Innym przykładem jest przedstawione poniżej (Rys. 3.2) urządzenie znajdujące się na jednym z warszawskich placów zabaw. Zostało ono skonstruowane tak, aby możliwe było jego użytkowanie dla osób poruszających się z wykorzystaniem różnych urządzeń pomocniczych (w tym wózków inwalidzkich). Kolejną dobrą praktyką związaną z projektowaniem małej architektury jest stół piknikowy z wyciętym miejscem dla osoby poruszającej się na wózku (Rys. 3.3). Dzięki temu taka osoba nie będzie wykluczona ze wspólnego posiłku lub odpoczynku.



RYS. 3.2. Dostępne urządzenia na placu zabaw (Źródło: WEB-1)



RYS. 3.3. Stół piknikowy z miejscem dla osoby na wózku inwalidzkim (Źródło: WEB-2)



RYS. 3.4. Przykład dobrze oświetlonego przystanku autobusowego z nawierzchnią dotykową (Źródło: zdjęcie autora – K. Rawskiego, 2020)

Ważną kwestią poruszoną we wcześniejszych rozważaniach była również dostępność komunikacji miejskiej. Jednak oprócz odpowiednio zaplanowanej przestrzeni – szerokości peronu, oznaczenia jego krawędzi oraz usytuowania wiaty przystankowej, ważną rzeczą jest również zadbanie o odpowiednie oświetlenie takiego miejsca po zmroku (Rys. 3.4).

3.5. Podsumowanie

Zauważa się stały wzrost świadomości na temat potrzeb osób o różnych cechach, związanych z ich funkcjonowaniem w przestrzeni publicznej. Dzięki temu można odnotować stopniową zmianę otoczenia, szczególnie w budynkach użyteczności publicznej, a także w szeroko rozumianej przestrzeni miejskiej. Jednakże wciąż można znaleźć wiele miejsc, które wymagają dalszych przekształceń, aby każda grupa użytkowników mogła z nich swobodnie korzystać. Oprócz tego nadal istnieje wiele środków zaradczych, które, ze względów ekonomicznych, tylko częściowo rozwiązują problem (Kowalski, 2013).

Dobre praktyki zawarte w niniejszej publikacji pokazują, że odpowiednio zaprojektowana komunikacja oraz przestrzeganie konkretnych wytycznych (zawartych w przepisach prawa i literaturze przedmiotu) przekładają się na wzrost dostępności danej przestrzeni. To z kolei przyczynia się do poprawy jakości życia osób ze szczególnymi potrzebami, mających problemy z poruszaniem się w normalnym, codziennym funkcjonowaniu.

Bibliografia

1. Antoniszczak M. (2020) *Wpływ ruchów społecznych na rozwój projektowania uniwersalnego*, Formy, nr 4/2020 [online:] <https://formy.xyz/artykul/wplyw-ruchow-spoecznych-na-rozwoj-projektowania-uniwersalnego> (dostęp: 8.10.2020)
2. Budny J., 2009. *Dostosowanie budynków użyteczności publicznej - teoria i narzędzia*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa
3. Centre for Excellence in Universal Design, 1997, *The 7 Principles of Universal Design*, [online:] <http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/The-7-Principles/> (dostęp: 11.10.2020)
4. Czarnecki B., Siemiński W. (2004) *Kształtowanie bezpiecznej przestrzeni publicznej*, Difin, Warszawa
5. eBIFRON NUMER 1/2012 - ABC osoby niepełnosprawnej, *Bariery do pokonania*, [online] <http://www.pfron.org.pl/ebi/popzednie-wydania/numer-12012-abc-osoby/pomoc-osobie-niepelnos/53,Barierydopokonania.html> (dostęp: 21.09.2016)
6. Grandjean E. (1978) *Ergonomia mieszkania, aspekty fizjologiczne i psychologiczne w projektowaniu*, Arkady, Warszawa
7. Kowalski K. (2013) *Planowanie dostępności – polskie uwarunkowania prawne i praktyka*, Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania. Nr I/2013(6). s. 77
8. Kowalski K. (2010) *Projektowanie bez barier - wytyczne*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa
9. Kowalski K. (2011) *Planowanie dostępności – prawo w praktyce*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa
10. Kowlaski K. (2018) *Włącznik - projektowanie bez barier*, Fundacja Integracja, Warszawa

11. Kuryłowicz E. (2005) *Projektowanie Uniwersalne. Uwarunkowania architektoniczne kształtowania otoczenia wybudowanego przyjaznego dla osób niepełnosprawnych*, Warszawa, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, s. 20 - 40
12. Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju (2018) *Program rządowy „Dostępność plus”*, Warszawa
13. NDA (2002) *Building for Everyone: Inclusion, Access and Use*, National Disability Authority, Dublin
14. Nowak E., Budny J. (2008) *Mieszkanie dostępne dla osób z dysfunkcją narządu ruchu*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa
15. Polski Związek Niewidomych (2009) *Osoby niewidome i słabo widzące w przestrzeni publicznej*, Warszawa
16. Rawski K. (2017) *Public space without architectural barriers as friendly and accessible for people with disabilities*, Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych PAN, 45-52
17. Rawski K. (2019) *Postawy społeczne wobec osób niepełnosprawnych a projektowanie przestrzeni dostępnej*, Architektura Krajobrazu, 1/2019, s. 34-51
18. Ujma-Wąsowicz K. (2005) *Ergonomia w architekturze*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, s. 23 - 28
19. Wysocki M. (2010) *Projektowanie otoczenia dla osób niewidomych. Pozawzrokowa percepcja przestrzeni*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk
20. WEB-1: bo.um.warszawa [Online] zdjęcie Mkaksymilian Chołuj Pozyskano z: : bo.um.warszawa.pl [Dostęp: 10.10.2020]
21. WEB-2: havinghome [Online] Pozyskano z: <http://havinghome.com/> [Dostęp: 10.09.2020]
22. Wysocki M. (2012) *Standardy dostępności dla miasta Gdyni*, Gdynia
23. Zajac A. P. (2012) *Miasto barier. Bariery architektoniczne na podstawie projektu Warszawska Mapa Barrier*, Instytut Socjologii UW, SISKOM, [online] http://mapa-barier.siskom.waw.pl/wp-content/uploads/2012/05/Zajac_bariery_architektoniczne_KMS2012.pdf (dostęp: 12.10.2020)
24. Zajac A. P., Dębska M., Kowalski R., Pietrzyk P., Rak. A., Zakrzewski M. (2013) *Diagnoza głównych barier architektonicznych w przestrzeni publicznej Warszawy - Raport SISKOM*, SISKOM, Warszawa

4. ADAPTATION OF SMALL ARCHITECTURAL OBJECTS AND GREEN INFRASTRUCTURES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN URBAN PUBLIC SPACES

Alejandra Vidales Barriguete, María Aurora Flórez de la Colina

4.1. Sustainable development

The alarming data on the massive population increase and pollution and waste generation alerted the international community so much that, in 1972, the United Nations Conference on the Human Environment convened in Stockholm, Sweden (United Nations, 1972).

From that moment, there began the implementation of criteria and common principles surrounding environmental matters which require collaboration between nations, as well as the adoption of international measures in order to serve the public interest. Not until 1987, with the publication of the Brundtland Report – *Our Common Future*, did the concept of **sustainable development** be defined as “*development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” (United Nations, 1987). The report outlines the relationship between environment, economy, and society and the need to find effective procedures to reverse the negative environmental consequences of industrialization, globalization, and population growth (Vidales Barriguete, 2019).

Based on this, we can consider there to be 3 fundamental pillars of sustainability: environmental sustainability, economic sustainability, and social sustainability (WEB-1) (Fig. 4.1).

- Environmental sustainability: supports the reasonable use of natural resources and the protection of nature. It is committed to the conservation of water, use of renewable energies, reduction of pollution, promotion of recycling, extension of green areas, implementation of sustainable mobility and construction, etc.

- Economic sustainability: focuses on the promotion of equitable wealth whilst also taking care of natural resources.
- Social sustainability: promotes not only the development of people but also of communities and cultures; trying to improve quality of life achieve gender equality and adequate and fair health, labor, and education systems.

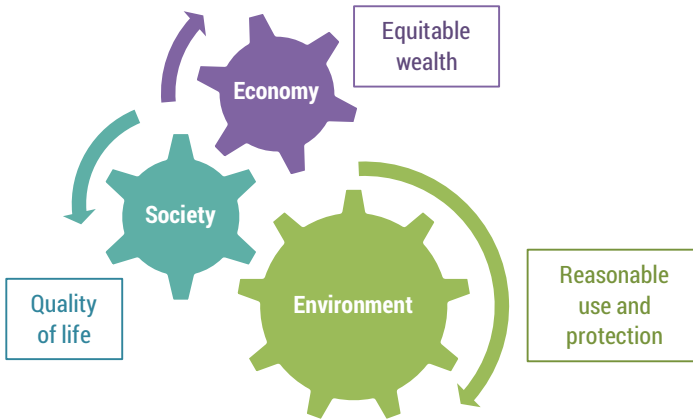


FIG. 4.1. The pillars of sustainability (Source: A. Vidales, 2020)

The Sustainable Development Goals, or Global Goals, adopted by all Member States, were created as a call to all countries *to end poverty, protect the planet and ensure that all people enjoy peace and prosperity by 2030* (United Nations, 2020).

4.1.1. 2030 Agenda

On September 25, 2015, 193 countries signed the agreement to fulfill, by 2030, the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) formulated by the United Nations (Fig. 4.2) (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, 2020).

For the duration of 15 years (2015–2030), countries involved must undertake the necessary means to achieve the implementation of the SDGs. They must not only rely on public administrations (responsible for basic and common structures), but also on the private sector (creator of shared value) and civil society (responsible for the legacy of a prosperous future) (Comunidad Por El Clima, 2020).

As such, each country implements its own political strategies to achieve the SDGs in order to protect the common good and ensure the well-being of its people. For example, promoting energy efficiency and renewable energies; creating new regional regulations, strategic frameworks and action plans to the boost circular economy; developing new Urban Agendas with more sustainable social and environmental models; raising the minimum inter-professional wage; creating social bonds; establishing equal opportunities; etc.



FIG. 4.2. Sustainable Development Goals. (Source: United Nations Development Programme, ...)

The 17 SDGs are all inter-related. Moreover, they are divided into 169 objectives in such a way that the successful completion of one is intrinsically linked to the achievement of others. These goals are reflected in the following summary (WEB-1):

- Elimination of poverty and hunger, improving quality of life.
- Increase in access to basic services such as water, sanitation, and sustainable energy.
- Advocacy for inclusive education and fair work.
- Promotion of innovation and generation of reinforced infrastructure in communities and cities with sustainable consumption and production.
- Minimization of inequalities in the world (social, gender, economic...).
- Protection of the environment, combating climate change, and caring for the oceans and terrestrial ecosystems.
- Creation of a peaceful environment and sustainable development with the collaboration of the different social agents.

4.1.2. Sustainable cities

There is no doubt that cities are the key to achieving many of the Sustainable Development Goals. Approximately 56% of the world's population lives in large cities (over 4 billion people), and it is estimated that this number will increase by a further 10% in just 25 years. In many cases, this has led to the uncontrolled expansion of urban areas, with basic services and the infrastructures necessary for development and a good citizen quality of life not being taken into account. For example, it is worth noting that even though cities only occupy 3% of the world, they are responsible for up to 70% of all greenhouse gases and account for between 60% to 80% of energy consumption (Iberdrola, 2020).

It is, therefore primordial that we rethink urban management models and their planning in order to create spaces that are more in line with the **eleventh Sustainable Development Goal: “Sustainable Cities and Communities”**. This involves ensuring cities be safer, more inclusive, and have resilient models in which production and consumption are sustainable and in which the real needs of citizens and their socio-cultural relations, etc. are analyzed (Fig. 4.3).



FIG. 4.3. University area in Vienna – Austria (Source: photos by A. Vidales, 2020)

There is a Sustainable Cities Index, created by ARCADIS in collaboration with the United Nations Program Human Settlements Programme (UN-Habitat), whose biannual report is based on the analysis of the 3 fundamental pillars of sustainability mentioned in section 1.1:

- Environmental: factors for pollution, emissions, energy used, recycling and composting rates, mobility, etc.
- Economic: factors for the business environment, possibility of starting a business, health of the economy, tourism, employment rates, etc.
- Social: factors for quality of life, life expectancy, dependency, crime, obesity rates, etc.

This index considers that a city is sustainable when the 3 requirements are met. There is no point in having a very “green” city with good relations between neighbors if the city does not also have any possibility of creating business or finding work, since there would not be an adequate quality of life for the inhabitants and long-term sustainability would not be possible. Among the most sustainable cities are Zurich, a solid, liveable city that is committed to urban ecology; Singapore, which despite its almost 6 million inhabitants has focused on mobility and aims to have 80% of its buildings sustainable; Stockholm, which stands out for the Hammarby Sjöstad neighborhood, a former industrial area now reconverted, which also has a sustainable water, energy

and waste management system; London, for its great economic opportunities and its environmental initiatives; and Amsterdam, for its continuous investment in improving the quality of life of its inhabitants and reducing emissions (Arcadis, 2018).

4.2. Sustainable trends in public places

The main purpose of the eleventh Sustainable Development Goal “Sustainable Cities and Communities”, is to achieve public spaces that contribute to ensuring that all citizens have *access to safe and affordable housing and basic services* (Pont, 2020). In general, cities have better opportunities related to these basic services (education or health), better communication and technology systems, and more job opportunities. However, this does not mean that improvements in these fields are not needed.

Public spaces in cities are a very important part of our daily lives. We use them constantly and they support many social and cultural activities and meetings. Therefore, it is necessary to reflect on these spaces, on their needs, on their shortcomings (Fig. 4.4), on the factors that give them identity, and on the elements that make them up (Bonells, 2016). All this should be considered with the future of the next generations in mind.



FIG. 4.4. Left: Bicycle “resting” on a park bench. Right: Backpacks “sitting” on a park bench (Source: photos by Alejandra Vidales; in Vienna – Austria, 2020)

This is where sustainability becomes important as a mechanism for the development of public spaces. Water, vegetation, energies used, accessibility, and materials used in the creation of public areas must be related to, and interact with, life.

4.2.1. Green and blue infrastructures

The European Commission's Communication *Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe's Natural Capital*, refers to these infrastructures as a *strategically planned network of high quality natural and semi-natural areas with other environmental features, which is designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services and protect biodiversity in both rural and urban settings. It includes green spaces (or blue spaces in the case of aquatic ecosystems) and other physical elements in terrestrial (natural, rural, and urban) and marine areas*" (Comision Europea, 2013).

The concept of green and blue infrastructure is targeted at making the concept of gray infrastructure disappear. The latter includes traditional transport structures such as roads or airports; the distribution of services such as water and gas networks or solid waste facilities; social spaces such as schools and hospitals or sports areas; and commercial facilities such as quarries, factories, or offices (Magdaleno Mas, Cortés Sánchez, Molina Martin, 2018).

Moreover, the objective of the green and blue infrastructure is to improve the environment in order to obtain improved goods and services in the ecosystem. **Green infrastructure** offers solutions not only to environmental problems (environmental conservation, adaptation to climate change) but also to social problems (water distribution, pollution reduction, green areas in urban spaces) and/or economic problems (job creation).

Blue infrastructure is related to water, its planning and management, and the ecosystems related to it (Fig. 4.5).

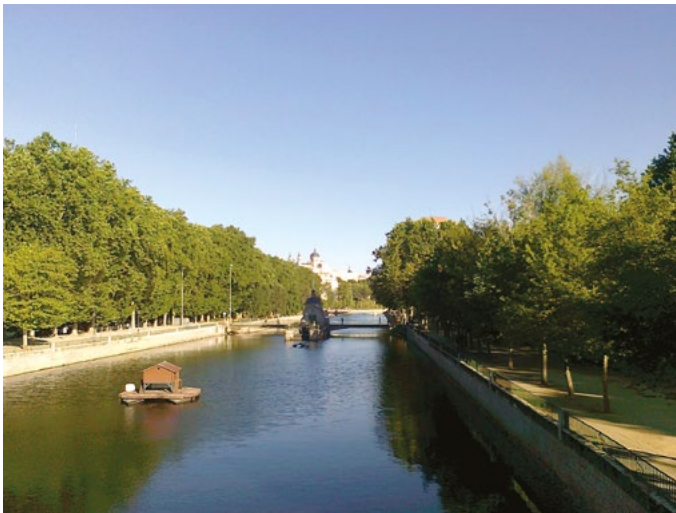


FIG. 4.5. The river corridor 'Manzanares' in Madrid, Spain (Source: photos by M^a A. Flórez de la Colina, 2012)

4.2.2. Biophilia

Direct contact with elements of nature produces great benefits for human mental, physical and emotional health. There are many studies that have shown this fact. There are also many practices that have been based on this: from recovery rooms overlooking a wooded area having been found to help with quicker recovery in their patients, and stays in hospital rooms with more sunshine leading to a reduction in the time spent hospitalized, to indoor gardens making children forget that they are hospitalized (Rosales Pérez, 2019).

The concept of **biophilia** may be defined as the integration of elements of nature in interior or exterior areas, with the goal of evoking the essence of being in nature (Fig. 4.6). The objective is to ultimately make individuals feel better and allow them to find new connections with their space through the use of their senses (smell, sounds, humidity, temperature...) (Seguí, 2020).

However, as with any green area being utilized by humans, it needs to be maintained. An example of this is the refurbishment of the main lobby at the long-standing Atocha station in Madrid which saw the installation of large plants and trees in addition to a pond. The refitting illustrates the problems that can occur: from the lack of acclimatization of some species that had been initially selected for the green zone, to other more unpredictable problems such as the need to periodically remove some abandoned pets from the pond.



FIG. 4.6. Left: Green Wall, Caixa Forum. Right: Inside Atocha railway station, Madrid, Spain (Source: photos by M^a A. Flórez de la Colina, 2017)

The strategy is to incorporate, in the space, elements of nature, such as water, natural light, vegetation, wood, or stone. Moreover, in the creation of such spaces, biophilia looks to use as many possible shapes that living or inert beings can create so that there is also a direct visual connection with the environment (Stouhi, 2019). For example, tree trunks, butterfly wings, mountains or the movement of water, are references commonly used in this philosophy.

4.2.3. Placemaking

Placemaking consists of transforming a space into an area. It is done for and by local residents (artists, activists, entrepreneurs...) and in collaboration with the public administration and private sector (Fig. 4.7).

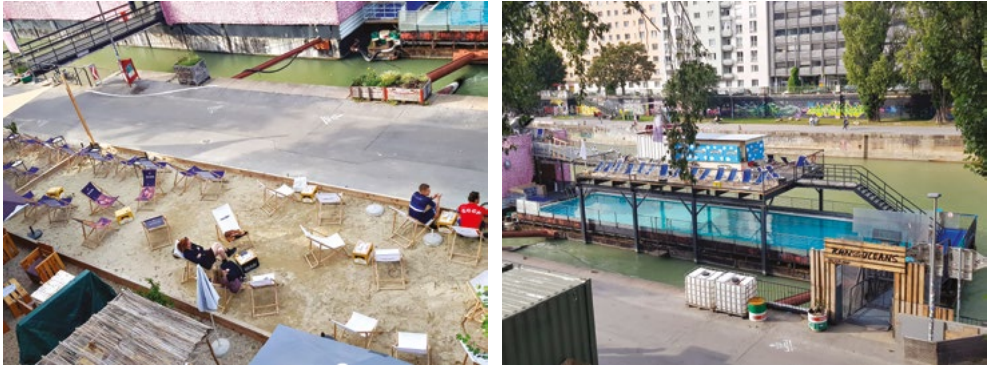


FIG. 4.7. Beach area (left); pool area and drinks area (right) – Vienna Donaukanal, Austria (Source: photos by Alejandra Vidales, 2020)

Firstly, an urban strategy is established, in which the thematic focuses are identified, the proposal and the objectives of the project are made clear, the ideas for the areas of intervention are developed and, of course, the actions are coordinated with public and private organizations. Secondly, the project is implemented, with an open call for people, projects, and cooperation workshops.

This strategy maintains that design and architecture alone do not create large public spaces. The support of bureaucracy is needed to allow innovation and activation in public areas (Krebs, 2020) and the participation of public and private entities, as well as the spaces' users is also needed.

4.3. Sustainable design strategies for small urban architectural objects in public spaces

The previously mentioned approaches are reflected in the wide variety of elements that occupy urban public spaces. The design of these spaces has been the incorporation elements linked to the technical needs related to the different types of infrastructure required in a modern city. However, it has also been adhering to other criteria, such as the potential for greater use, the extent of the spaces' functionality, its energy-saving potential, the use of recyclable materials, and the incorporation of more green elements to them.

The creation of new urban green spaces is fundamental in reducing the carbon footprint caused by cities. In Madrid, the Madrid-Rio project made a large financial investment to improve basic infrastructure in the city, which had been damaged by the creation of an urban freeway, the M-30. A very important section of this expressway was buried in the south of the city, freeing up a large amount of space near the Manzanares river, most of which was refurbished to be green areas, or to be used for sports or leisure. The cultural recovery of historical spaces whose image had been damaged by the creation of this main urban road, was not initially supported by some social groups who estimated that the cost of intervention would be very high. However, with the passing of time and the eventual use of these historic spaces, many changed their minds (Flórez de la Colina, 2016).

Prior to this intervention, the riverbanks had already been cleaned and treated, with there also being the establishment of a floodgate system which allowed water to be dammed. This subsequently created a very convenient microclimate on the banks, since part of the water evaporated due to the very dry climate of Madrid, which became especially dry in the summer months. The reflection of the water also improved the aesthetic appeal of the engineering and architectural work found along the riverbank (Fig. 4.8).

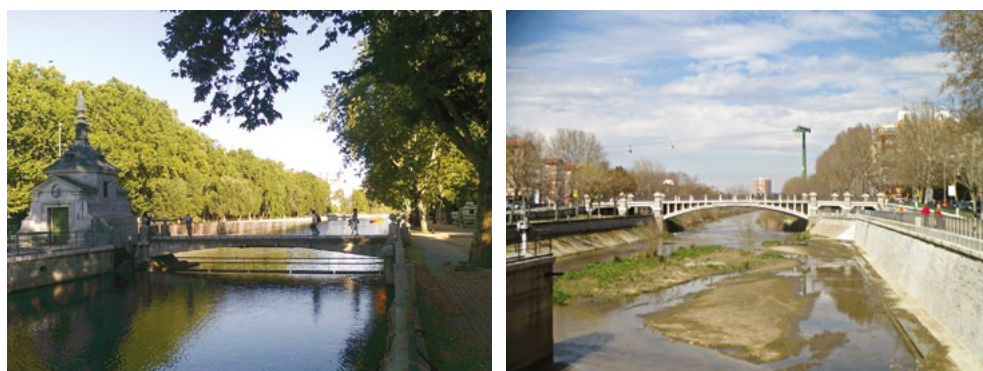


FIG. 4.8. Riverbanks of the Manzanares river, near Queen Victoria bridge, Madrid, Spain. Left: 2012, with the reflection of the water. Right: 2019, with sandbanks in the riverbed (Source: photos by M^a A. Flórez de la Colina, 2012 and 2019)

The lack of maintenance of the floodgates due to a motivation to save money and a municipal policy that promoted a “greater naturalization of the river”, changed the river’s image. Now, the riverbed has sandbanks and small islands with reeds that contribute to the increasing presence of birds and insects, even in this urban area.

Special care has been taken in the design of objects that are used to refurbish this new urban green space in Madrid. The new infrastructures vary with the biggest being the new bridges and pedestrian walkways, like the one created by French architect Dominique Perrault in Arganzuela, inaugurated in 2011 (WEB-2) or the “Shell Bridge”

in Matadero, by West 8 and Burgos+Garrido, Porras+LaCasta, and Rubio & Álvarez-Sala, with mosaics by Daniel Canogar (WEB-3) one of the two new twin footbridges that join both banks of the river Manzanares (Fig. 4.9).



FIG. 4.9. New bridges and footbridges in Manzanares river, Madrid, Spain. Left: Bridge designed by D. Perrault. Right: Bridge with mosaics near Matadero (Source: photos by M^a Aurora Flórez de la Colina, 2019)

Smaller objects in these public spaces consist of playground equipment, information panels, and the evacuation and ventilation systems used for the tunnels (Fig. 4.10 and 4.11). For these smaller objects, sustainable materials have been used: steel, granite from the mountains near Madrid, as well as wood, are the most commonly used. They contrast, for example, with the plastic that was previously used in children's playgrounds and which is currently being reduced.



FIG. 4.10. Madrid-Rio Project, small objects located in the new public space, in Madrid, Spain. Left: Infrastructure and fountains with granite stone. Right: Emergency exit from underground tunnel (Source: photos by M^a A. Flórez de la Colina, 2019)



FIG. 4.11. Madrid-Rio Rio Project, small objects located in the new public space, in Madrid, Spain. Left: Children playground: information panel. Right: Children playground: steel and wood (Source: photos by M^a A. Flórez de la Colina, 2019)

References

1. Arcadis, Centre for Economics and Business Research (2018) Citizen Centric Cities. The Sustainable Cities Index 2018, *Arcadis design and consultancy for natural and built assets*, UK. Available: https://www.arcadis.com/media/1/D/5/%7B1D5AE7E2-A348-4B6E-B1D7-6D94FA7D7567%7DSustainable_Cities_Index_2018_Arcadis.pdf
2. Bonells, J. E. (2016) Arquitectura y espacio público urbano, *Jardines sin fronteras*, Available: <https://jardinessinfronteras.com/2016/12/10/arquitectura-y-espacio-publico-urbano/> [Accessed: 12.10.2020]
3. COMISIÓN EUROPEA (2013) Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa, Bruselas, 6.5.2013. *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones*, p.3, Available: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0008.03/DOC_1&format=PDF. Cited in: Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2020), *Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas* [Accessed: 12.10.2020]
4. Comunidad Por El Clima (2020) ¿Qué es la Agenda 2030? Available: <https://porelclima.es/equipo/2592-agenda-2030> [Accessed: 12.-10.2020]
5. Fernández, R. (2019) Porcentaje mundial de población residente en áreas urbanas de 1985 a 2050,” *Statista*, Available: <https://es.statista.com/estadisticas/635368/porcentaje-de-poblacion-areas-urbanas-del-mundo/> [Accessed: 12.10.2020]
6. Flórez de la Colina, M.A. (2016) Sustainable Development of Historic Cities: Rediscovering Madrid’s Urban Facade from its River, *Procedia Engineering* 161:1965–1970. World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2016, WMCAUS 2016. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.787. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816330168> [Accessed: 12.10.2020]
7. Iberdrola, (2020) *Te descubrimos las ciudades más sostenibles del mundo* Available: <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/ciudades-sostenibles> [Accessed: 12.10.2020]

8. Krebs, R. (2020) Transform from ‘space’ to ‘place,’ *Training School COST RESTORE*, Vienna (Austria)
9. Magdaleno Mas, F., Cortés Sánchez, F. M. and Molina Martín, B. (2018) Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático Green and Blue Infrastructures: Adaptation and Mitigation Strategies to Climate Change, *Ing. Civ.*, 191, 105–112. Available: <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/articulo/view/2350> [Accessed: 12.10.2020]
10. *Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, Objetivos de desarrollo sostenible* (2020) Available: <https://www.agenda2030.gob.es/objetivos/home.htm> [Accessed: 12.10.2020]
11. Pont, E. (2020) En marcha hacia unas ciudades y comunidades más sostenibles, *La Vanguardia*
12. Rosales Pérez, N. de J. (2019) *Arquitectura y Biofilia. Percepción del espacio laboral universitario*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí (México)
13. Seguí, P. (2020) El diseño biofílico. El poder de la arquitectura y la naturaleza., *Ovacen*, vol., p.. [Online]. Español / Spanish. Available: <https://ovacen.com/el-diseno-biofilico-el-poder-de-la-arquitectura-y-la-naturaleza/> [Accessed: 12.10.2020]
14. Stouhi, D. (2019) Aire y naturaleza en el interior: beneficios de la biofilia en la arquitectura, *Plataformaarquitectura*, Available: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/927694/aire-en-el-interior-beneficios-de-la-biofilia-en-la-arquitectura> [Accessed: 12.10.2020]
15. UNITED NATIONS (1972) International Conference, *Report of the United Nations Conference on the Human Environment*, Stockholm, 5–18 June 1972. Available: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/CONF.48/14/REV [Accessed: 12.10.2020]
16. UNITED NATIONS (1987) General Assembly, *Part I. Common Concerns. 2.Towards sustainable development. The concept of sustainable development*. In *Brundtland Report: Our Common Future*, Report of the World Commission on Environment and Development, Governing Council of the United Nations Environment Programme, Fourteenth session held at Nairobi from 8 to 19 June 1987. Available: <https://undocs.org/en/A/42/427> [Accessed: 12.10.2020]
17. UNITED NATIONS (2020) Development Programme, *Sustainable Development Goals*, Available: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html> [Accessed: 12.10.2020]
18. Vidales Barriguete, A. (2019) *Caracterización fisicoquímica y aplicaciones de yeso con adición de residuo plástico de cables mediante criterios de economía circular*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid (España)
19. WEB-1 Acciona, “¿Qué es el desarrollo sostenible?,” Article in Acciona website, 2020. Available: <https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/> [Accessed: 12.10.2020]
20. WEB-2 Ayuntamiento de Madrid, “Puente Monumental Parque de Arganzuela”. [Online]. Spanish / Español. On line article in *Bienvenidos a Madrid (página oficial de turismo)* Website. Available: https://www.esmadrid.com/informacion-turistica/puente-monumental-parque-dearganzuela?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F [Accessed: 12.10.2020]
21. WEB-3 Arquitecturaenacero, “Puente Cáscara Matadero Madrid Río”. *Simón García, fotografía de arquitectura* Available: <https://www.arqfoto.com/puente-cascara-matadero-madrid-rio/> [Accessed: 12-10-2020]; Acciona, “Proyecto de Pasarelas Gemelas sobre el río Manzanares en Madrid, España” Available: <https://www.youtube.com/watch?v=GVL0loGJHA/> [Accessed: 12.10.2020]

4. ADAPTACIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE DE PEQUEÑOS OBJETOS ARQUITECTÓNICOS Y DE INFRAESTRUCTURAS VERDES DEL ESPACIO PÚBLICO URBANO

Alejandra Vidales Barriguete, María Aurora Flórez de la Colina

4.1. Desarrollo sostenible

Los datos alarmantes sobre aumento masivo de población, contaminación y generación de residuos, alertaron a la comunidad internacional que, en 1972, convocó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano en Estocolmo, Suecia (United Nations, 1972).

A partir de ese momento, comienzan a proclamarse criterios y principios comunes en materia ambiental que requieren la colaboración entre naciones y la adopción de medidas internacionales por el interés general. No es hasta 1987, con la publicación del Informe Brundtland – “Nuestro futuro en común”, que aparece el concepto de **desarrollo sostenible** como “*desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones*” (United Nations, 1987). En el informe, se demuestra la relación existente entre medioambiente, economía y sociedad y la necesidad de hallar procedimientos efectivos para revertir las consecuencias medioambientales negativas derivadas de la industrialización, la globalización y el aumento de la población (Vidales Barriguete, 2019).

En base a esto, se consideran 3 los pilares fundamentales de la sostenibilidad: sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económica y sostenibilidad social (WEB-1) (Fig.4.1).

- Sostenibilidad ambiental: defiende el uso racional de los recursos naturales y la protección de la naturaleza. Se apuesta por el ahorro de agua, las energías renovables, la reducción de contaminación, la promoción del reciclaje, extensión de zonas verdes, la movilidad y construcción sostenibles, etc.
- Sostenibilidad económica: trata de impulsar una riqueza equitativa cuidando los recursos naturales.

- Sostenibilidad social: promueve no solo el desarrollo de las personas, también el de las comunidades y culturas, tratando de mejorar la calidad de vida y de conseguir la igualdad de género y un sistema sanitario, laboral y educativo adecuado y justo.

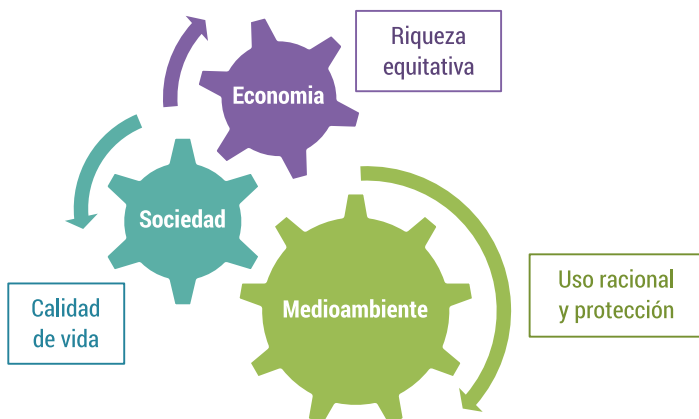


FIG. 4.1. Pilares de la sostenibilidad (Fuente: A. Vidales Barriguete, 2020)

Nacen así los Objetivos de Desarrollo Sostenible u Objetivos Globales, adoptados por todos los Estados Miembros, como una llamada a todos los países del mundo para *poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gozan de paz y prosperidad para 2030* (United Nations, 2020).

4.1.1. Agenda 2030

El 25 de septiembre de 2015, 193 países firman el compromiso de cumplir, para el año 2030, **17 Objetivos de Desarrollo Sostenible** (ODS) formulados por Naciones Unidas (Fig. 4.2) (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, 2020).

Durante 15 años (2015–2030), los países que forman parte de Naciones Unidas, deben movilizar los medios necesarios para pasar a la acción y conseguir la implementación de los ODS, apoyándose no solo en las administraciones públicas (responsable de las estructuras básicas y comunes), sino también en el sector privado (creador de valor compartido) y en la sociedad civil (encargada del legado de un futuro próspero) (Comunidad Por El Clima, 2020).

En este sentido, cada país implementa sus propias estrategias políticas para el logro de los ODS, con el fin de proteger lo común y asegurar el bienestar de las personas. Por ejemplo, promoviendo la eficiencia energética y las energías renovables, creando nuevas normativas autonómicas, marcos estratégicos y planes de actuación que impulsen la economía circular, desarrollando nuevas Agendas Urbanas con modelos sociales y medioambientales más sostenibles, subiendo el salario mínimo interprofesional, creando bonos sociales, estableciendo igualdad de oportunidades, etc.



FIG. 4.2. Objetivos de desarrollo sostenible (Fuente: United Nations Development Programme, 2020)

Los 17 ODS están interrelacionados entre sí. Además, se dividen en 169 metas a alcanzar, de manera que el éxito de uno implica vinculaciones con otros. Dichas metas quedan reflejadas en la siguiente síntesis (WEB-1):

- Eliminación de la pobreza y el hambre, mejorando la calidad de vida.
- Generalización de los servicios básicos tales como el agua, el saneamiento y las energías sostenibles.
- Defensa de la educación inclusiva y el trabajo digno.
- Promoción de la innovación y generación de infraestructuras resilientes en las comunidades y ciudades con consumo y producción sostenible.
- Minimización de las desigualdades en el mundo (social, de género, económica...).
- Protección del medio ambiente, combatiendo el cambio climático y cuidando los océanos y ecosistemas terrestres.
- Creación de un ambiente de paz y desarrollo sostenible con la colaboración de los diferentes agentes sociales.

4.1.2. Ciudades sostenibles

No cabe la menor duda de que las ciudades son una pieza clave para la consecución de muchos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Aproximadamente un 56% de la población mundial vive en las grandes urbes (más de 4 mil millones de personas), y se estima que esta cantidad se incrementará un 10% más en solo 25 años (Fernández, 2019). Esto, en muchas ocasiones, ha estado generando la ampliación incontrolada de zonas urbanísticas, sin tener en cuenta los servicios básicos e infraestructuras necesarias para un buen desarrollo y calidad de vida de los ocupantes. Como ejemplo sirve

destacar que, con solo un 3% de la ocupación del territorio mundial, son las responsables de hasta el 70% de los gases efecto invernadero y representan entre el 60 y el 80% del consumo de energía (Iberdrola, 2020).

Es imprescindible, por tanto, repensar los modelos de gestión urbana y su planificación para crear espacios más acordes al **Objetivo de Desarrollo Sostenible nº 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”**. Esto pasa por hacer de las ciudades modelos más seguros, inclusivos y resilientes, en el que la producción y el consumo sean sostenibles, en el que se analicen las necesidades reales de los habitantes, sus relaciones socioculturales, etc (Fig.4.3).



FIG. 4.3. Área Universitaria en Viena – Austria (Fuente: A. Vidales Barriguete, 2020)

Existe un Índice de Ciudades Sostenibles, elaborado por ARCADIS en relación con el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat), cuyo informe bianual se basa en el análisis de los 3 pilares fundamentales de la sostenibilidad mencionados en el apartado 1.1:

- Ambiental: considera la contaminación, emisiones, energías utilizadas y tasa de reciclaje y compostaje, movilidad, etc.
- Económico: considera el entorno empresarial, posibilidad de emprender un negocio, salud de la economía, turismo, tasas de empleo, etc.
- Social: considera la calidad de vida, esperanza de vida, dependencia, crimen, índices de obesidad, etc.

Este índice, considera que una ciudad es sostenible cuando se reúnen los 3 requisitos. No sirve de nada una ciudad muy “verde” y buen clima entre los vecinos, pero sin posibilidad de negocio o de encontrar trabajo, pues no será un lugar con una calidad de vida adecuada para sus habitantes y no será posible una sostenibilidad a largo plazo. Entre las ciudades más sostenibles se encuentran Zúrich, sólida ciudad habitable

que apuesta por la ecología urbana; Singapur, que a pesar de sus casi 6 millones de habitantes se ha centrado en la movilidad y aspira a tener el 80% de sus edificios sostenibles; Estocolmo, que destaca por el barrio de Hammarby Sjöstad, antigua zona industrial hoy reconvertida, que dispone de un sistema sostenible de gestión de agua, energía y residuos; Londres, por sus grandes oportunidades económicas y sus iniciativas ambientales; Ámsterdam, por sus continuas inversiones en mejoras de calidad de vida de los habitantes y reducción de las emisiones (Arcadis, 2018).

4.2. Tendencias sostenibles de lugares públicos

La principal finalidad del undécimo Objetivo de Desarrollo Sostenible “Ciudades y comunidades sostenibles”, es conseguir espacios públicos que contribuyan *al acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles* (Pont, 2020). En general, en las ciudades se dispone de mejores oportunidades relacionadas con estos servicios básicos (educación o sanidad), mejores sistemas de comunicación y tecnología y, más oportunidades laborales, pero esto no significa que no se necesiten mejoras en estos campos.

Los espacios públicos de las ciudades constituyen una parte muy importante de nuestra vida cotidiana. Los usamos constantemente, son soporte de muchas actividades y encuentros sociales y culturales. Por ello, es necesario reflexionar sobre estos lugares, sobre sus necesidades y carencias (Fig. 4.4), sobre los factores que les dan identidad, sobre los elementos que los conforman (Bonells, 2016), sin olvidar garantizar el futuro de las nuevas generaciones.



FIG. 4.4. Izquierda: Bicicleta “apoyada” en un banco. Derecha: Mochilas “sentadas” en un banco del parque (Fuente: A. Vidales Barriguet; en Viena, Austria, 2020)

Es aquí donde cobra importancia la sostenibilidad como mecanismo de desarrollo de los espacios públicos. El agua, la vegetación, las energías utilizadas, la accesibilidad o los materiales de las áreas públicas deben estar relacionados e involucrados con la vida.

4.2.1. Infraestructura verde y azul

Hace referencia a la Comunicación de la Comisión Europea “Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa”, en la que se dispone una *red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales y otros elementos ambientales diseñada y gestionada para ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos Rurales como urbanos. Incluye espacios verdes (o azules si se trata de ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos en áreas terrestres (naturales, rurales y urbanas) y marinas*” (Comisión Europea, 2013).

Estos conceptos, infraestructura verde y azul, aparecen con la intención de ir haciendo desaparecer el concepto de infraestructura gris. Estas últimas comprenden estructuras tradicionales de transporte como carreteras o aeropuertos; la distribución de servicios como redes de agua y gas o instalaciones de residuos sólidos; los espacios sociales como colegios y hospitales o áreas deportivas; y las instalaciones comerciales como canteras, industrias u oficinas (Magdaleno Mas, Cortés Sánchez, Molina Martín, 2018).

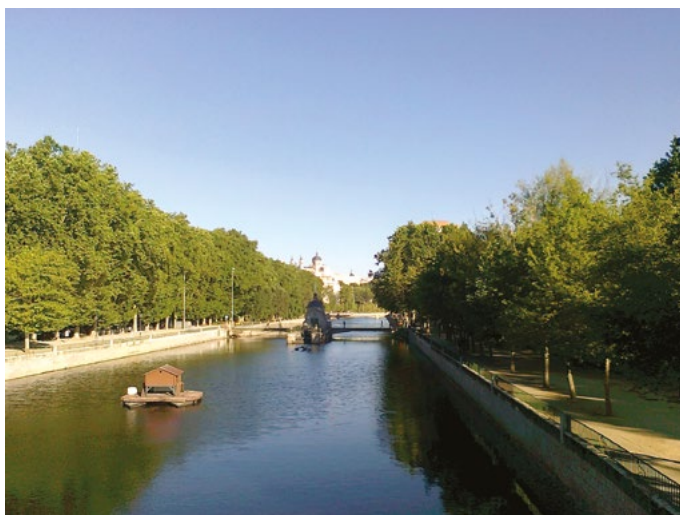


FIG. 4.5. Corredor ambiental río Manzanares en Madrid, España (Fuente: M. A. Flórez de la Colina, 2012)

Por su parte, el objetivo de la infraestructura verde y azul es mejorar el entorno, con el fin de obtener, en el ecosistema, bienes y servicios mejorados. La **infraestructura verde** ofrece soluciones no solo a problemas de índole medioambiental (conservación del medioambiente, adaptación al cambio climático), sino también a problemas sociales (distribución del agua, disminución de la contaminación, zonas verdes en espacios urbanos) y/o económicos (creación de empleo). En la **infraestructura azul** los elementos están relacionados con el agua, su planificación y gestión y los ecosistemas relacionados con ello (Fig. 4.5).

4.2.2. Biofilia

El contacto directo con elementos de la naturaleza, produce en el ser humano grandes beneficios para su salud mental, física y emocional. Son muchos los estudios que han demostrado este hecho, y muchas las opciones al respecto, desde salas de post cirugía con vistas a zona arbolada que presentan una mejoría más rápida en sus pacientes, a estancias con mayor soleamiento que reducen los días de hospitalización, o jardines interiores que hacen olvidar a los niños que se encuentran hospitalizados (Rosales Pérez, 2019).

El concepto de **biofilia** se podría definir como la integración de elementos de la naturaleza en áreas interiores o exteriores, con el fin de evocar de esta manera a la naturaleza (Fig. 4.6), para que los individuos se sientan mejor y encuentren un nuevo vínculo con el espacio donde se encuentran a través de los sentidos (olor, sonidos, humedad, temperatura...) (Seguí, 2020).



FIG. 4.6. Izquierda: Muro vegetal en Caixa Forum. Derecha: Interior de la estación de Atocha de Madrid (Fuente: M. A. Flórez de la Colina, 2017)

Sin embargo, al igual que en toda zona verde con presencia humana, necesita de un mantenimiento. El ejemplo del acondicionamiento vegetal del vestíbulo principal de la antigua estación de Atocha de Madrid, con grandes plantas y árboles además de un estanque, pueden ilustrar los problemas que pueden producirse en este

sentido: desde la falta de aclimatación de algunas especies inicialmente seleccionadas a otros más imprevisibles como el abandono de mascotas que deben retirarse periódicamente de su estanque.

Su estrategia pasa por incorporar, en el espacio, elementos de la naturaleza, como el agua, la luz natural, la vegetación, la madera o la piedra. Además, en la creación de dichos espacios, utiliza todas las formas que pueden generar los seres vivos o inertes de manera que también exista una conexión visual directa con el entorno (Stouhi, 2019). Por ejemplo, troncos de árboles, alas de mariposas, una montaña o el movimiento del agua, son referentes en esta filosofía.

4.2.3. Transformación espacial

El “placemaking” consiste en transformar un espacio en un lugar. Se realiza para y por los vecinos locales (artistas, activistas, emprendedores...), con la colaboración de la administración pública y el sector privado (Fig. 4.7).

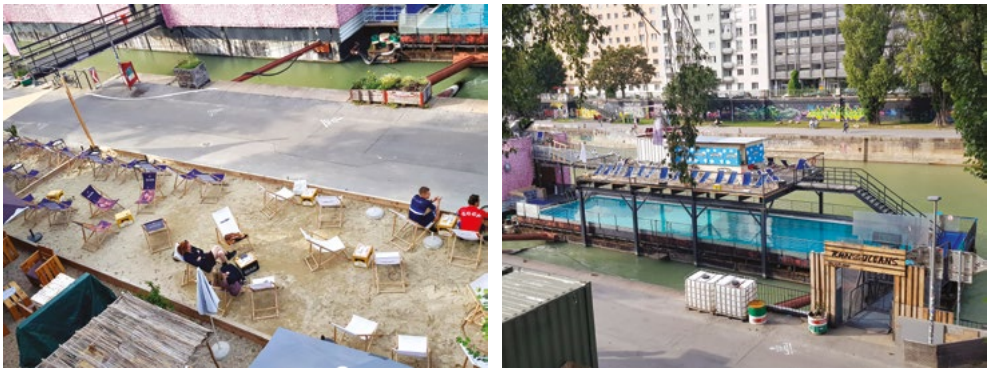


FIG. 4.7. Área con bancos (izquierda); área de piscina y bebidas (derecha) – Viena Donaukanal, Austria (Fuente: A. Vidales Barriguete, 2020)

En primer lugar, se establece la estrategia urbana, en la que se identifican los focos temáticos, se pone de manifiesto la propuesta y los objetivos del proyecto, se desarrollan las ideas para las áreas de intervención y, por supuesto, se coordinan todas las actividades con las organizaciones públicas y privadas. En segundo lugar, se implementa el proyecto, con iniciativas de convocatorias abiertas, proyectos propios y talleres de cooperación.

Esta estrategia defiende que el diseño y la arquitectura, por sí solos, no crean grandes espacios públicos. Se necesita el apoyo de la burocracia, para que se permita la innovación y la activación en las áreas públicas (Krebs, 2020) y la participación de entidades públicas, privadas y usuarios.

4.3. Estrategias sostenibles de diseño de pequeños objetos arquitectónicos urbanos en espacios públicos

Las tendencias anteriores tienen un reflejo en los muy variados elementos que ocupan el espacio público urbano. Su diseño ha ido incorporando elementos vinculados a las necesidades técnicas relacionadas con los distintos tipos de infraestructuras necesarios en una ciudad moderna pero también otros criterios como un mayor uso y variedad funcional de estos espacios, el ahorro energético, la utilización de materiales reciclables o que se incorporen más elementos vegetales a estos espacios.

La creación de nuevos espacios verdes urbanos es una contribución fundamental para la reducción de la huella de carbono de las ciudades. En la ciudad de Madrid, el proyecto de Madrid-Río supuso una fuerte inversión para conseguir mejorar una infraestructura básica en la ciudad, que había sido dañada por la creación de una vía urbana rápida, la M-30. Se soterró un tramo muy importante de esta autovía en el sur de la ciudad, consiguiendo liberar gran cantidad de espacios próximos al río Manzanares, la mayor parte de los cuales se acondicionaron como zonas verdes, de uso deportivo o lúdico. La recuperación cultural de espacios históricos cuya percepción había sido dañada por esta importante vía urbana, no fue inicialmente apreciada por algunos grupos sociales que estimaban que el coste de la intervención iba a ser muy alto; sin embargo, con el tiempo y uso de los mismos, muchos han cambiado de opinión (Flórez de la Colina, 2016).

Anteriormente a esta intervención, ya se habían limpiado y acondicionado los márgenes del río, estableciendo un sistema de compuertas para permitir embalsar el agua y creando un microclima muy adecuado en sus orillas, al evaporarse parte del agua, sobre todo en verano, por ser el clima de Madrid muy seco. El espejo de agua también mejoraba la percepción estética de los elementos de ingeniería y arquitectura, próximos a los márgenes. (Fig. 8).

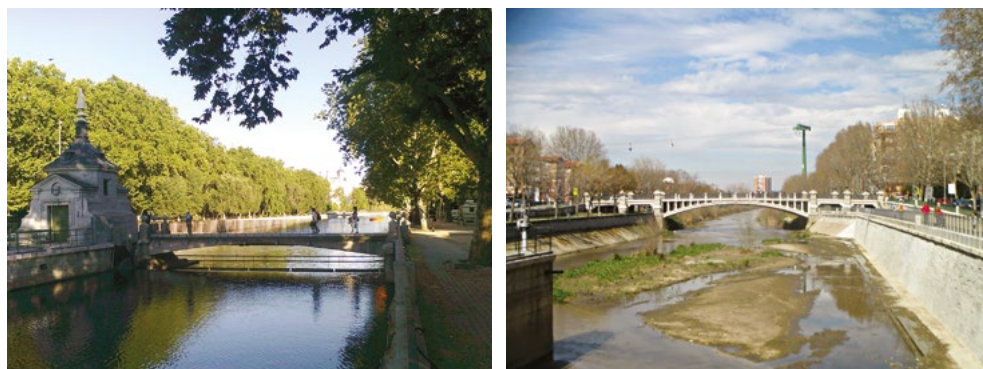


FIG. 4.8. Márgenes del río Manzanares, cerca del puente de la Reina Victoria, en Madrid, España. Izquierda: En 2012, con un espejo de agua embalsada. Derecha: En 2019, con bancos de arena en el cauce (Fuente: M. A. Flórez de la Colina, 2012 y 2019)

La falta de mantenimiento del sistema de compuertas para conseguir un ahorro económico y una política municipal de “mayor naturalización del río” han cambiado esta imagen. Ahora en el cauce tiene bancos de arena y pequeñas islas con juncos que contribuyen a aumentar la presencia de aves e insectos, incluso en esta zona urbana.

Se ha cuidado especialmente el diseño de los objetos que acondicionan este nuevo espacio verde urbano de Madrid, desde los de mayor tamaño como pueden ser los nuevos puentes y pasarelas peatonales, como el creado por el arquitecto francés Dominique Perrault en Arganzuela, inaugurado en 2011 (WEB-2), o el “puente cáscara” en Matadero, de West 8 y Burgos+Garrido, Porras+LaCasta, Rubio & Álvarez-Sala, con mosaicos de Daniel Canogar (WEB-3), una de las dos nuevas pasarelas peatonales gemelas que unen ambos márgenes del río Manzanares (Fig. 4.9).



FIG. 4.9. Nuevos puentes y pasarelas peatonales del río Manzanares, en Madrid, España. Izquierda: Puente diseñado por D. Perrault. Derecha: Puente con mosaicos en Matadero (Fuente: M. A. Flórez de la Colina, 2019)



FIG. 4.10. Proyecto Madrid-Río, pequeños objetos situados en nuevos espacios públicos, en Madrid, España. Izquierda: Infraestructura con acabado en granito y fuentes. Derecha: Salida de emergencia del túnel inferior (Fuente: M. A. Flórez de la Colina, 2019)

Otros objetos más pequeños en estos espacios públicos pueden ser el equipamiento de un parque infantil, los paneles de información o los sistemas de evacuación y ventilación de los túneles (Fig. 4.10 y 4.11). En ellos se han empleado materiales sostenibles: el acero, la piedra granítica de la sierra de Madrid y la madera, que son los más utilizados. Contrastan por ejemplo con el plástico de las zonas de juegos de niños más antiguas, material que actualmente se intenta reducir.



FIG. 4.11. Proyecto Madrid-Rio, pequeños objetos situados en nuevos espacios públicos, en Madrid, España. Izquierda: Zona de juegos infantiles: panel de información. Derecha: Salida de emergencia del túnel inferior (Fuente: M. A. Flórez de la Colina, 2019)

Referencias

1. Arcadis, Centre for Economics and Business Research (2018) Citizen Centric Cities. The Sustainable Cities Index 2018, *Arcadis design and consultancy for natural and built assets*, UK. Available: https://www.arcadis.com/media/1/D/5/%7B1D5AE7E2-A348-4B6E-B1D7-6D94FA7D7567%7DSustainable_Cities_Index_2018_Arcadis.pdf.
2. Bonells, J. E. (2016) Arquitectura y espacio público urbano, *Jardines sin fronteras*, Available: <https://jardinessinfronteras.com/2016/12/10/arquitectura-y-espacio-publico-urbano/> [Accessed: 12.10.2020]
3. Comisión Europea (2013) Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa, Bruselas, 6.5.2013. *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones*, p.3, Available: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0008.03/DOC_1&format=PDF. Cited in: Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2020), *Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas* [Accessed: 12.10.2020]
4. Comunidad Por El Clima (2020) ¿Qué es la Agenda 2030? Available: <https://porelclima.es/equipo/2592-agenda-2030> [Accessed: 12.10.2020]
5. Fernández, R. (2019) Porcentaje mundial de población residente en áreas urbanas de 1985 a 2050,” *Statista*, Available: <https://es.statista.com/estadisticas/635368/porcentaje-de-poblacion-areas-urbanas-del-mundo/> [Accessed: 12.10.2020]

6. Flórez de la Colina, M.A. (2016) Sustainable Development of Historic Cities: Rediscovering Madrid's Urban Facade from its River, *Procedia Engineering* 161:1965-1970. World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2016, WMCAUS 2016. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.787.
7. Iberdrola, (2020) *Te descubrimos las ciudades más sostenibles del mundo* Available: <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/ciudades-sostenibles> [Accessed: 12.10.2020]
8. Krebs, R. (2020) Transform from 'space' to 'place,' *Training School COST RESTORE*, Vienna (Austria)
9. Magdaleno Mas, F., Cortés Sánchez, F. M. and Molina Martín, B. (2018) Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático Green and Blue Infrastructures: Adaptation and Mitigation Strategies to Climate Change, *Ing. Civ.*, 191, 105–112. Available: <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/2350> [Accessed: 12.10.2020]
10. *Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, Objetivos de desarrollo sostenible* (2020) Available: <https://www.agenda2030.gob.es/objetivos/home.htm>
11. Pont, E. (2020) En marcha hacia unas ciudades y comunidades más sostenibles, *La Vanguardia*, 23-09-2020
12. Rosales Pérez, N. de J. (2019) *Arquitectura y Biofilia. Percepción del espacio laboral universitario*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí (México)
13. Seguí, P. (2020) El diseño biofílico. El poder de la arquitectura y la naturaleza., *Ovacen*, [Online]. Español / Spanish. Available: <https://ovacen.com/el-diseno-biofilico-el-poder-de-la-arquitectura-y-la-naturaleza/> [Accessed: 12.10.2020]
14. Stouhi, D. (2019) Aire y naturaleza en el interior: beneficios de la biofilia en la arquitectura, *Plataformaarquitectura*, Available: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/927694/aire-en-el-interior-beneficios-de-la-biofilia-en-la-arquitectura>. [Accessed: 12.10.2020]
15. UNITED NATIONS (1972) International Conference, *Report of the United Nations Conference on the Human Environment*, Stockholm, 5-18 June 1972. Available: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/CONF.48/14/REV [Accessed: 12.10.2020]
16. UNITED NATIONS (1987) General Assembly, *Part I. Common Concerns. 2.Towards sustainable development. The concept of sustainable development*. In *Brundtland Report: Our Common Future*, Report of the World Commission on Environment and Development, Governing Council of the United Nations Environment Programme, Fourteenth session held at Nairobi from 8 to 19 June 1987. Available: <https://undocs.org/en/A/42/427> [Accessed: 12.10.2020]
17. UNITED NATIONS (2020) Development Programme, *Sustainable Development Goals*, Available: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html> [Accessed: 12.10.2020]
18. Vidales Barriguete, A. (2019) *Caracterización fisicoquímica y aplicaciones de yeso con adición de residuo plástico de cables mediante criterios de economía circular*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid (España)
19. WEB-1 Acciona, “¿Qué es el desarrollo sostenible?,” Article in Acciona website, 2020. Available: <https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/>

20. WEB-2 Ayuntamiento de Madrid, „Puente Monumental Parque de Arganzuela”. [Online]. Spanish / Español. On line article in *Bienvenidos a Madrid (página oficial de turismo)* Website. Available: https://www.esmadrid.com/informacion-turistica/puente-monumental-parque-dearganzuela?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F [Accessed: 12.10.2020]
21. WEB-3 Arquitecturaenacero, „Puente Cáscara Matadero Madrid Río”. *Simón García, fotografía de arquitectura* Available: <https://www.arqfoto.com/puente-cascara-matadero-madrid-rio/> [Accessed: 12-10-2020]; Acciona, „Proyecto de Pasarelas Gemelas sobre el río Manzanares en Madrid, España” Available: <https://www.youtube.com/watch?v=GVLo1oGJJHA/> [Accessed: 12.10.2020]

5. THE CIRCULAR ECONOMY APPLIED TO ARCHITECTURAL ELEMENTS IN PUBLIC AREAS

Alejandra Vidales Barriguete

5.1. Background of the circular economy

From the dawn of humanity up until the onset of the Industrial Revolution, the use of existing natural resources from the surrounding world caused very little environmental impact. Raw materials were extracted and waste returned in quantities that nature itself was capable of absorbing through natural cycles (Vidales Barriguete, 2016).

The problem began to take on an alarming scale in the 20th century, and more specifically from the final quarter of the century onwards, with *“the emergence of an economy based on consumption, a throwaway culture”* (UNED, 2016). Alongside the major changes brought about by technological progress, this has caused a serious environmental impact. *“The use of materials around the world has multiplied tenfold since 1900, and could double again by 2030”* (San juán-Barbudo, 2016).

Following the World Commission on Environment and Development (WCED), which in 1987 presented what is known as the Brundtland Report, “Our Common Future”, the EU changed its approach with regard to sustainable development. This idea represents a radical change in the perception of sustainability, understood as a balance between society and its surroundings, providing the initial basis for efforts through a series of programmes, agreements, activities, partnerships, etc., which have arisen in an attempt to provide solutions to existing environmental problems.

Having moved into the 21st century *“we face one of the greatest challenges of humanity: to achieve a truly sustainable global model”* (Barrón Ruiz, 2016). Our environmental awareness is awakening, with constant commitments *“to new ideas, to different formulae which will, when combined with imagination, fairness and resilience, plot courses towards another possible world”* (Novo Villaverde, 2006). This involves a change in attitude with regard to our predominant economic model.

The transition towards the model of a circular economy is a priority in European Union policies. The idea is to make our society efficient in the use of resources, generating less waste, while wherever possible reusing any waste that cannot be avoided as a resource (Secretaría de Estado y Medio Ambiente, 2016). It is here that innovation becomes a key element, not only in the incorporation of new technologies and business models, but also in integrating the circular economy within education, one of the factors responsible for shaping the consciousness of new generations (Espaliat Canu, 2017).

5.1.1. The circular economy model

Right now *the linear system of our economic model (extraction, manufacturing, use and elimination) has reached its limits, or is about to do so, hence the need to find alternatives* (Moraño Rodríguez, 2016). In response to not only environmental but also social and economic problems which have gradually built up over recent years, we are seeing a change in our economic model, giving rise to a circular economy (Fresneda, 2014).

In the 1990s two figures from the USA, the architect McDonough and chemist Braungart, introduced the concept of “cradle to cradle”. This involves the materials used in industrial and commercial processes being considered as nutrients, allowing them to be easily regenerated or returned to the earth (Hermida Balboa, Domínguez Somonte, 2014). Such an archetype proposes the foundations for a new paradigm of intelligent design based on closing the product life-cycle, just as we see in nature: the circular economy (Braungart, McDonough, Bollinger, 2007) (Fig. 5.1).

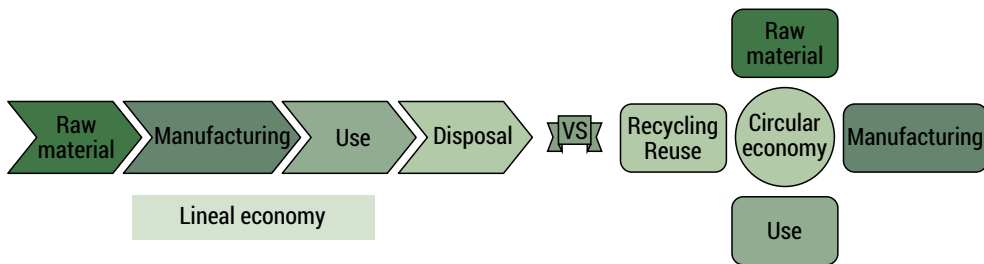


FIG. 5.1. Linear economy versus circular economy (Source: A. Vidales Barriguete, 2020)

The circular economy is a concept which aims to rethink how companies manage the production of their goods and services, while at the same time optimising the use of raw materials, water and energy sources. They are encouraged to achieve not only sustainable benefits for themselves, but also for society as a whole.

The key champions of this approach, such as Ellen MacArthur, a leading figure behind the model, point out that it goes far beyond recycling. The circular economy involves design and innovation, repurposing resources, opening up new markets, value creation, and even to a great extent job opportunities (Fresneda, 2016).

This philosophy emphasises 3 basic principles (Enciclopedia economica, 2018):

1. Preserve and enhance natural capital: the least possible amount of natural resources should be selected, or renewable resources used, in an attempt to manage finite reserves.
2. Optimise resource performance: the need is to achieve the longest possible product life-cycle. Eco-design plays an important role here, with products not simply being manufactured, but also repaired and/or recycled efficiently.
3. Promote the eco-efficacy of systems: negative external factors in the design must be detected and eliminated, in pursuit of harmony among the agents involved.

Many social and business benefits can be obtained by applying the circular economy model in any field. From the preservation of ecosystems in general, to cost-cutting and energy savings in the production of goods in particular.

5.1.2. The circular economy in construction

The construction sector is no exception. José Ignacio Tertre, the President of RCD Asociación (the Spanish Construction & Demolition Waste Recycling Association), points out that *given the considerable volume produced, the environmental impact and ease of recycling, CDW represents one of the five priority sectors for the EU circular economy Action Plan* (Tertre Torán, 2016).

It is a fact that the way we build has slowly adapted to the needs of each era, in response to a social and economic reality, which now also incorporates “ecological” factors as simply a further requirement (Baño Nieva, Vigil-Escalera del Pozo, 2005).

A circular economy focus in construction represents an opportunity for the design and innovation of new materials (Fig. 5.2). Given the need to maintain the added value of products for as long as possible, it is essential to propose long-lasting materials which also avoid waste generation and landfill (Argiz, 2016).



FIG. 5.2. Left: Plasterboard with plastic cable waste additives. Right: Cement mortar with mineral wool waste (Source: photos by A. Vidales Barriguete, 2020)

The circular economy in construction needs to be focused as a new strategy involving all parties:

- Designers: to design projects that extend the useful life of buildings and construction elements as far as possible; incorporate recycled and/or reused materials within such projects; and take into account their maintenance and/or deconstruction.
- Manufacturers: to incorporate recycled materials as a secondary raw material within their products; and provide information about their useful life, and how they can be reused or recycled once this comes to an end.
- Contractors: to play an active part in generating less waste during the construction process; and select suppliers that are committed to sustainability.
- Users: to raise awareness in opting for sustainable solutions.

5.2. Contribution of the circular economy in cities

One effect of following a linear economic model is that cities generate the greatest consumption of natural resources and produce the largest volume of waste and greenhouse gas emissions. The shift in cities to a circular economy awakens and activates the city, contributing not only in environmental terms, but also socially and economically, by making the city:

- Prosperous, with new business opportunities that serve to minimise waste and provide social decongestion.
- Habitable, with a reduction in urban pollution and improvements in the health of the population and their interactions.



FIG. 5.3. Bus stop in the city of Białystok, Poland (Source: photos by A. Vidales Barriguete, 2020)

- Resilient, by extending the useful life of materials and reducing the use of natural resources. There is also a commitment to the production and distribution of local materials, supported by digital technology (Fenollar, 2020).

This is achieved through a radical change in the way we plan, design, use and convert public spaces (Fig. 5.3). Meanwhile, such an operational approach in cities helps to resolve problems connected with mobility and development, and works towards the 2030 Sustainable Development Goals (SDGs).

It is down to public authorities, by applying the policy mechanisms and instruments available to them, to enable this transition towards a circular economy, since they have in their hands the tool of leadership capable of engaging all other public or private sectors (Ellen Macarthur Foundation, 2019).

5.2.1. Cradle to Cradle (C2C) certification

The term C2C (Cradle to Cradle) refers to the certification mark evaluated and issued by the Environmental Protection Encouragement Agency (EPEA), a German scientific institute (Fig. 5.4). It promotes the circular economy or “closed circuit” concept in business, with the aim that everything should be reused. In the case of a product that is a biological nutrient, it returns to the earth, while technical nutrient products are recycled again and again, to be used as a secondary raw material.



FIG. 5.4. C2C (Cradle to Cradle) certification mark (Source: WEB-1)

It all begins with a product (re)design applying the Cradle to Cradle® design protocol, to ensure that products are designed so they can in all cases be recovered through biological or technical cycles. In other words, consideration must be given to the raw materials used in the product manufacturing processes, aiming to select those of a biological nature (nutrients returned to the earth) and optimising these (reducing waste generation); evaluating what can be done with them when they reach the end of their useful life; analysing reduced water and energy usage in manufacturing, and modifying the company’s social responsibility strategies. All of which is done without overlooking the conditions that products need to fulfil in terms of usage, health, safety, comfort, appearance, environmental protection, etc. (Tarkett, 2020).

In order to manufacture a product in accordance with the C2C standard, consideration must be given to the three fundamental principles proposed by McDonough and Braungart:

- Waste: the waste obtained when a product has reached the end of its useful life can be converted into a biological nutrient which will again nourish the earth, or be converted into a technical nutrient which is fed back into a new production process.
- Renewable energies: use must be made of the natural energy we have available.
- Diversity: just as the planet has done for millions of years, energy and materials cycles must be closed through interaction among the different agents (industrial operators, consumers and governments), placing value on the diversity of the natural world in order to benefit from it (Prieto-Sandoval, Jaca, Ormazabal, 2017).

C2C certification provides an eco-label demonstrating an organisation’s commitment and effort to design eco-products from the perspective of human and environmental health, recyclability or compostability, and manufacturing characteristics (Fig. 5.5).

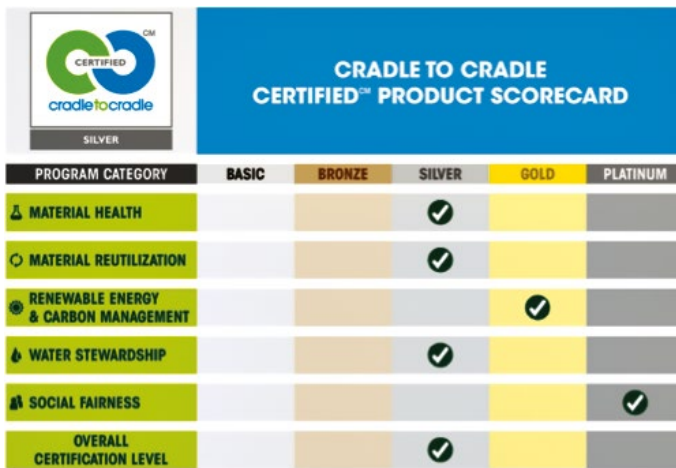


FIG. 5.5. C2C certification criteria (Source: WEB-2)

C2C certification establishes five levels: Basic, Bronze, Silver, Gold and Platinum, thereby allowing applicants to improve their classification in subsequent evaluations. The evaluation criterion take five factors into account (Estévez, 2014):

- Material Health: assessment of the use of positive chemical components, in other words confirmation of the elimination and/or replacement of any component classified as *high-risk* or *non-classifiable*.
- Material Reutilisation: identification of the flows of material generated when the product has reached the end of its useful life. Materials can be reused as a raw material to be fed back into the manufacturing process (technosphere) or as biological nutrients (biosphere).

- Renewable Energy: confirmation that energy use during the life-cycle is as far as possible renewable.
- Water Stewardship: analysis of responsible and efficient water use, and discharge into drainage networks as cleanly as possible.
- Social Fairness: verification that the staff of the organisation are committed to this philosophy, along with companies in the supply and distribution chain.

The effort required to obtain this certificate for a product involves acknowledging not only its functionality or aesthetic appearance, but also its contribution to planetary sustainability.

5.2.2. Biological cycles and technical cycles

It is not always possible for products to be returned to the earth through biological cycles when they reach the end of their useful life, and on occasions, depending on the nature of the material itself, reuse via a technical cycle might be required (Fig. 5.6).

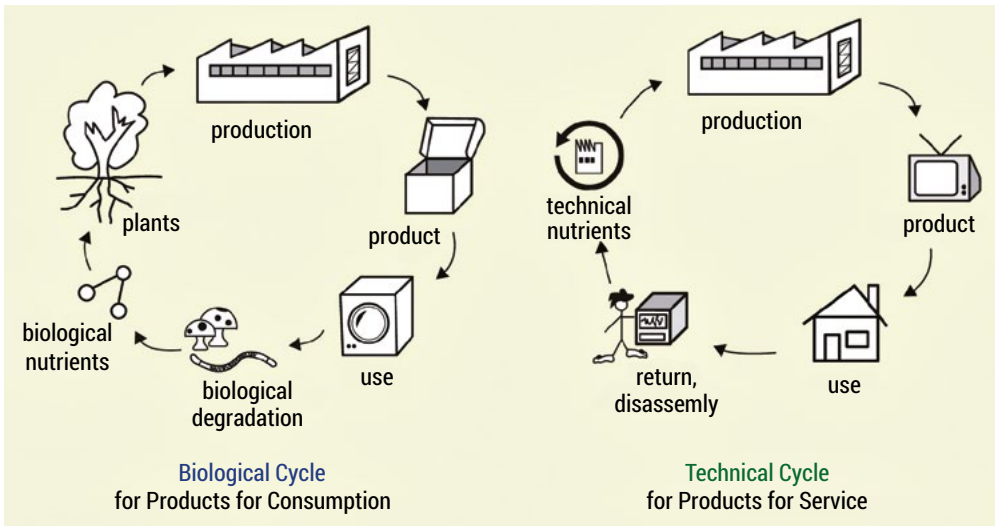


FIG. 5.6. Biological cycle and Technical cycle (Source: WEB-1)

In biological cycles, designs are created for biologically based materials such as wood, allowing them to return to the system through processes of composting and/or anaerobic digestion. These cycles regenerate living systems, such as the soil (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

In technical cycles, meanwhile, the materials are not suitable to be returned safely to the system, such as plastics or metals, and the design is therefore conducted in order to return them over and over again to the production process for reuse, repair or recycling (Ellen Macarthur Foundation, 2018).

5.3. Circular economy applied to architectural elements in public areas: opportunities

The Urban Agenda of the United Nations, the Urban Agenda for the European Union and the Urban Agendas of each signatory country all aim to achieve the goal of sustainability in urban development policies. Working methods are defined to this end, involving all relevant public and private actors in cities in pursuit of sustainable resource management and support for a circular economy.

The commitment involves fulfilling the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) proposed by all the Member States in 2015 in order to achieve a future bringing poverty and inequality to an end, protecting the planet and guaranteeing justice, peace and prosperity by 2030 (ONU, 2020).

The eleventh SDG specifically refers to cities, in pursuit of their sustainability, inclusiveness, safety and resilience.

Public spaces are playing an increasingly important role in society. They serve as a factor identifying a city, and provide platforms for socialisation, gatherings and activity, and so must fulfil suitable conditions for urban living, while successfully maintaining or enhancing the quality of life for their users (Goncalvez, 2011).

On this basis, the urban elements that make up such spaces must also be governed by the same principles as referred to above: resource use and management in selecting these elements, optimal energy efficiency, minimal impact on ecosystems, mobility, accessibility, etc.



FIG. 5.7. Urban elements in the city of Vienna, Austria (Source: photos by A. Vidales Barriguete, 2020)

A wide range of urban elements (rubbish bins, panels, street lamps, bus stops, benches, parking meters, etc.) need to be replaced, and should fulfil not only functional criteria, but also sustainability criteria, so as to be able to achieve the goals which have been set.

Companies, designers and users are increasingly committed to this, to protecting the environment, no longer seeing this as an expense, but viewing it as a strategy for savings and corporate social responsibility (Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, 2009). Examples would include the use of photovoltaic or wind energy rather than electrical energy, the use of recycled materials, multifunctional design, rainwater collection, etc. (Fig. 5.7). We must remain committed to this approach, since as Leonardo da Vinci said, “*all those that do not find their model or mentor in the natural world are destined to strive in vain*”.

References

1. Argiz, C. (2016) La economía circular en el contexto de las futuras normas de especificaciones de cementos, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
2. Baño Nieva, A., Vigil-Escalera del Pozo, A. (2005) *Guía de construcción sostenible*, Madrid
3. Barrón Ruiz, Á. (2002) Ética, ecología y educación ambiental en el siglo XXI, *La educación y el medio ambiente natural y humano: libro homenaje al profesor Nicolás S. Sosa*, Universidad de Salamanca, 21–38
4. Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A. (2007) Cradle to cradle design: creating healthy emissions – a strategy for ecoeffective product and system design, *J. Clean. Prod.*, vol. 15, no. 13, 1337–1348
5. Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid (2009) *Guía de mobiliario urbano sostenible con eficiencia energética*, Available: madrid.org.
6. Ellen Macarthur Foundation (2017) Economía circular, *Ellen Macarthur Foundation*, Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>.
7. Ellen Macarthur Foundation (2018) Glossary circular economy, *Ellen Macarthur Foundation*, Available: <https://www.circulardesignguide.com/resources#glossary>.
8. Ellen Macarthur Foundation (2019) *Economía circular en ciudades: guía de proyecto*
9. Enciclopedia económica (2018) Economía circular, *Encicl. económica*
10. Espaliat Canu, M. (2017) *Introducción a los principios de la economía circular y de la sostenibilidad*. Itelspain, 99
11. Estévez, R. (2014) Registra tus productos con la certificación Cradle to Cradle, *Ecointeligencia*, Available: <https://www.ecointeligencia.com/2014/05/certificacion-cradle-to-cradle-c2c/>
12. Fenollar (2020) Economía circular en ciudades: pavimento descontaminante Available: <https://alfredofenollar.com/economia-circular-pavimentodescontaminante/>.
13. Fresneda, C. (2014) La economía circular, *El Mundo*, Londres, 08-Mar-2014
14. Fresneda, C. (2016) Las ciudades serán el motor de la economía circular, *El Mundo*, Barcelona, 26-Nov-2016

15. Goncalvez, P. (2011) Espacios urbanos sustentables, *Apunt. Rev. Digit. Arquit.*
16. Hermida Balboa, C., Domínguez Somonte, M. (2014) Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3, *Inf. Técnico*, vol. 78, no. 1, 82–90
17. Moraño Rodríguez, A. J. (2016) Hormigón estructural térmico. Economía circular, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
18. Novo Villaverde, M. (2006) *El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa*. Madrid
19. ONU (2020) Objetivos de desarrollo sostenible, *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*, Available: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.
20. Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2017) Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación, *Mem. Investig. en Ing.*, no. 15, 85–95 Available: <https://www.circulardesignguide.com/resources#glossary>
21. Sanjuán-Barbudo, M. Á. (2016) Cemento y hormigón en la economía circular, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 10
22. Secretaría de Estado y Medio Ambiente (2016) *Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016–2022. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*, 192
23. Tarkett (2020) ¿Qué es cradle to cradle? Available: <https://profesional.tarkett.es/>
24. Tertre Torán, J. I. (2016) Realizaciones con áridos reciclados, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
25. UNED (2016) *Gestión y tratamiento de los residuos urbanos* Available: <https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina3.htm>
26. Vidales Barriguete, A. (2019) *Caracterización fisicoquímica y aplicaciones de yeso con adición de residuo plástico de cables mediante criterios de economía circular*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid doi: 10.20868/UPM.thesis.57437
27. WEB-1 <https://2012books.lardbucket.org> [Accessed: 10.10.2020]
28. WEB-2 <https://www.ecointeligencia.com> [Accessed: 10.10.2020]

5. LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA EN ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE ÁREAS PÚBLICAS

Alejandra Vidales Barriguete

5.1. Antecedentes de la economía circular

Desde el origen de la humanidad hasta el inicio de la Revolución Industrial, el uso que se daba de los recursos naturales existentes en la naturaleza apenas causaba impacto ambiental sobre ella. Se extraía materia prima y se devolvía residuo en unas cantidades que la propia naturaleza era capaz de absorber mediante ciclos naturales (Vidales Barriguete, 2016).

El problema empieza a tomar dimensiones alarmantes en el siglo XX y, más concretamente, a partir del último cuarto, cuando *“se origina una economía basada en el consumo, una cultura del usar y tirar”* (UNED, 2016). Esto, junto con los grandes cambios generados por los avances tecnológicos, ocasiona un grave impacto ambiental. *“La utilización de materiales en el mundo se multiplica por diez desde el año 1900 hasta la actualidad y podría duplicarse nuevamente antes de 2030”* (Sanjuán-Barbudo, 2016).

Tras la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), que en 1987 aporta el denominado Informe Brundtland – “Nuestro futuro en común”, las orientaciones comunitarias cambian en relación con el desarrollo sostenible. Esta idea supone un cambio radical en la percepción de la sustentabilidad o sostenibilidad, entendiéndose como tal, el equilibrio entre la sociedad y el entorno que la rodea y, sobre ello, se empieza a trabajar a través de una serie de programas, acuerdos, actividades, asociaciones, etc, que nacen para intentar aportar soluciones a los problemas ambientales existentes.

Ya iniciado el siglo XXI *“nos encontramos ante uno de los mayores desafíos de la humanidad: el conseguir un modelo global verdaderamente sustentable”* (Barrón Ruiz, 2016). Nuestra conciencia ambiental está despertando y, constantemente, se apuesta *“por nuevas ideas, por fórmulas distintas que, junto a la imaginación, la equidad y la resiliencia, construyan caminos hacia otro mundo posible”* (Novo Villaverde, 2006). Esto pasa, por un cambio de actitud sobre el modelo de economía predominante.

La transición hacia un modelo de economía circular es una prioridad en las políticas de la Unión Europea. Trata de convertirse en una sociedad eficiente en el uso de los recursos, que produzca menos residuos y que utilice como recursos, siempre que sea posible, los residuos que no pueden ser evitados (Secretaría de Estado y Medio Ambiente, 2016). Es aquí donde la innovación se convierte en elemento clave, no solo con la incorporación de nuevas tecnologías y modelos empresariales, sino también con la integración de la economía circular en la educación, una de las responsables de la concienciación de las nuevas generaciones (Espaliat Canu, 2017).

5.1.1. El modelo de economía circular

En la actualidad *el modelo de sistema lineal de la economía (extracción, fabricación, utilización y eliminación) ha alcanzado sus límites o está a punto de llegar, por tanto, es necesario encontrar alternativas* (Moraño Rodríguez, 2016). Como respuesta a los problemas no solo ambientales, sino también sociales y económicos, que se han ido acumulando durante los últimos años, se está modificando el modelo de economía, dando lugar a una economía circular (Fresneda, 2014).

En los años noventa, fueron dos estadounidenses, el arquitecto Mc Donough y el químico Braungart, quienes introdujeron el concepto *cradle to cradle* (de la cuna a la cuna). De esta manera, los materiales involucrados en los procesos industriales y comerciales se consideran como nutrientes, de manera que son fácilmente regenerados o devueltos a la tierra (Hermida Balboa, Domínguez Somonte, 2014). Este arquitecto plantea las bases de un nuevo paradigma de diseño inteligente basado en el cierre del ciclo de vida de los productos, tal y como ocurre en la naturaleza: la economía circular (Braungart, McDonough, Bollinger, 2007) (Fig. 5.1).

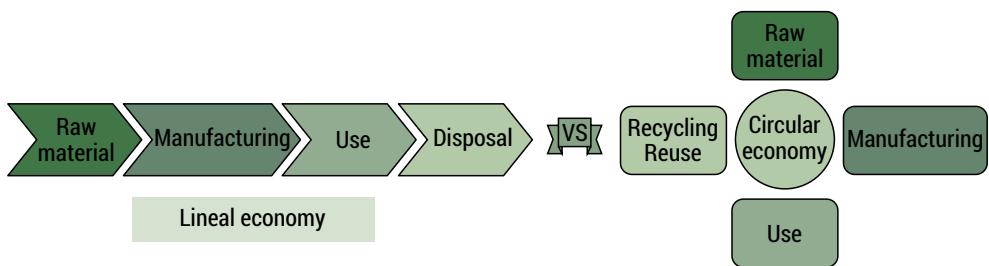


FIG. 5.1. Lineal economy versus circular economy (Fuente: A. Vidales Barriguete, 2020)

La economía circular es un concepto con el que se trata de hacer reconsiderar a las empresas cómo gestionan la producción de sus bienes y servicios al tiempo que optimizan el uso de materias primas, agua y fuentes de energía. Se les anima a conseguir no solo sus propios beneficios sostenibles, sino también beneficios sostenibles para el resto de la sociedad.

Sus principales defensores, como Ellen MacArthur impulsora de este modelo, señalan que este modelo va mucho allá del reciclaje. La economía circular implica diseño e innovación, reaprovechamiento de recursos, apertura de nuevos mercados, creación de valor e, incluso, en buena medida, creación de empleo (Fresneda, 2016).

En su filosofía, destacan 3 principios básicos (Enciclopedia económica, 2018):

1. Preservar y mejorar el capital natural: se debe seleccionar el menor número de recursos naturales o emplear recursos renovables, tratando de controlar las reservas finitas.
2. Optimizar el rendimiento de los recursos: se debe tratar de lograr el mayor ciclo de vida de los productos. Aquí cobra importancia el ecodiseño, con el que el producto no solo se fabrique, sino que también se repare y/o recicle de manera eficiente.
3. Promover la eco-eficacia de los sistemas: se deben detectar y eliminar los factores externos negativos del diseño, buscando el acuerdo entre los agentes intervinientes.

Son muchos los beneficios, sociales y empresariales, que se obtienen aplicando el modelo de economía circular en cualquier ámbito. Desde la preservación de los ecosistemas en general, hasta la reducción de gastos y ahorro de energía en la producción de bienes en particular.

5.1.2. La economía circular en la construcción

En el sector de la construcción esto no es una excepción. El presidente de la Asociación Española de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RCD Asociación), José Ignacio Tertre, señala que *los RCD, por su gran volumen de producción, impacto en el medio y, facilidad de reciclaje, representan uno de los cinco sectores prioritarios del Plan de Acción de la Unión Europea para la economía circular* (Tertre Torán, 2016).

Es cierto que la forma de construir se ha ido adaptando lentamente a las necesidades de cada época, respondiendo a una realidad social y económica a la que, en nuestros días, lo “ecológico” se ha añadido como un requisito más (Baño Nieva, Vigil-Escalera del Pozo, 2005).

El enfoque de la economía circular en la construcción supone una oportunidad para el diseño y la innovación de nuevos materiales (Fig. 5.2). Teniendo en cuenta que se debe mantener el valor añadido de los productos el mayor tiempo posible, se deben plantear materiales durables con los que, además, se evite la generación y vertido de residuos (Argiz, 2016).



FIG. 5.2. (Izquierda) paneles de yeso con agregados de residuos plásticos de cables. (Derecha) mortero de cemento con residuos de lanas minerales (Fuente: fotos por A. Vidales Barriguete, 2020)

La economía circular en la construcción debe orientarse como una nueva estrategia en la que todos deben involucrarse:

- Diseñadores: para diseñar proyectos que prolonguen la vida útil de las edificaciones y elementos constructivos lo máximo posible; incorporar materiales reciclados y/o reutilizados en ellos; y tener en cuenta el mantenimiento, y/o la deconstrucción de los mismos.
- Fabricantes: para incorporar en sus productos, como materia prima secundaria, materiales reciclados; y proporcionar información sobre la vida útil de los mismos y modos de reutilizarlos o reciclarlos una vez acabada la misma.
- Contratistas: para implicarse con la obtención de menos residuos durante el proceso de construcción; y elegir proveedores comprometidos con la sostenibilidad.
- Usuarios: para sensibilizarse en optar por soluciones sostenibles.

5.2. Aporte de la economía circular en las ciudades

Como efecto de seguir un modelo económico lineal, en las ciudades se origina el mayor consumo de recursos naturales y se produce la mayor cantidad de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero. El cambio en las ciudades a un modelo de economía circular hace que la ciudad despierte, se active y contribuya no solo medioambientalmente hablando, sino también social y económicamente, pues se convierte en una ciudad:

- Próspera, con nuevas oportunidades de negocio que impliquen minimización de residuos y descongestión social.
- Habitable, con una reducción de la contaminación urbana y una mejora en la salud de sus habitantes y sus interacciones.



FIG. 5.3. Parada del autobús en la ciudad de Białystok (Polonia) (Fuente: fotos por A. Vidales Barriquete, 2020)

- Resiliente, pues alarga la vida útil de sus materiales y reduce el uso de recursos naturales. Además apuesta por la producción y distribución de materiales locales y se apoya en la tecnología digital (Fenollar, 2017).

Esto se consigue cambiando radicalmente la forma de planificar, diseñar, usar y reconvertir los espacios públicos (Fig. 5.3). Además, esta forma de actuar en las ciudades ayuda a solucionar problemas relacionados con la movilidad y el desarrollo, y se acerca a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2030 (ODS).

Son las administraciones públicas, aplicando los mecanismos e instrumentos de política que tienen a su disposición, las que pueden hacer posible esta transición hacia la economía circular, pues disponen de la herramienta de liderazgo capaz de involucrar al resto de sectores públicos o privados [18].

5.2.1. La certificación Cradle to Cradle (C2C)

El acrónimo C2C (Cradle to Cradle) hace referencia a la marca de certificación que evalúa y emite el Instituto Científico Alemán de la Agencia de Protección del Medioambiente (EPEA) (Fig. 5.4). Promueve el concepto de economía circular en la empresa o “circuito cerrado”, que trata de que todo vuelva a reutilizarse. Si se trata de un producto nutriente biológico, éste vuelve a la tierra y si se trata de un producto nutriente técnico, vuelve a ser reciclado una y otra vez utilizándose como materia prima secundaria.



FIG. 5.4. Marca de la certificación C2C (Cradle to Cradle) (Fuente: WEB-1)

Todo comienza (re)diseñando los productos, aplicando el protocolo de diseño Cradle to Cradle®, de manera que los productos sean diseñados de tal manera que siempre puedan ser recuperados a través de ciclos biológicos o técnicos. Es decir, se tienen que tener en cuenta las materias primas que se utilizan en los procesos de fabricación los productos, tratando de seleccionar las de carácter biológico (nutrientes que vuelven a la tierra) y de optimizarlas (disminuyendo la generación de residuos); evaluando qué se puede hacer con ellos cuando termina su vida útil; analizando la reducción del uso de agua y energía utilizado en su fabricación y modificando las estrategias de responsabilidad social de la empresa. Todo ello, sin olvidar las condiciones que deben cumplir los productos en cuanto a uso, seguridad, salubridad, confort, estética, protección del medioambiente, etc (Tarkett, 2020).

Para la fabricación de un producto con el estándar C2C, hay que tener en cuenta los tres principios fundamentales que propusieron McDonough y Braungart:

- Residuos: los residuos obtenidos cuando un producto ha llegado al fin de su vida útil, puede convertirse en un nutriente biológico que alimentará de nuevo la tierra, o puede convertirse en un nutriente técnico que se reincorpore en un nuevo proceso productivo.
- Energías renovables: debe utilizarse la energía natural que está a nuestra disposición.
- Diversidad: del mismo modo que el planeta viene haciéndolo durante millones de años, se deben cerrar los ciclos de energía y materiales con la interacción entre los distintos agentes (industrias, consumidores y gobiernos) y valorando la diversidad de la naturaleza para sacar provecho de ella (Prieto-Sandoval, Jaca, Ormazabal, 2017).

Con la certificación C2C se obtiene una ecoetiqueta que demuestra el compromiso y esfuerzo de una organización por diseñar ecoproductos desde la perspectiva de la salud humana y ambiental, la reciclabilidad o compostabilidad y las características de fabricación (Fig. 5.5).


 CRADLE TO CRADLE CERTIFIED™ PRODUCT SCORECARD					
PROGRAM CATEGORY	BASIC	BRONZE	SILVER	GOLD	PLATINUM
MATERIAL HEALTH			✓		
MATERIAL REUTILIZATION			✓		
RENEWABLE ENERGY & CARBON MANAGEMENT				✓	
WATER STEWARDSHIP			✓		
SOCIAL FAIRNESS					✓
OVERALL CERTIFICATION LEVEL			✓		

FIG. 5.5. Criterios de certificación C2C (Fuente: WEB-2)

En la certificación C2C se establecen cinco niveles: Básico, Bronce, Plata, Oro y Platino, de manera que un solicitante puede mejorar su calificación en siguientes evaluaciones. En su criterio de evaluación se tienen en cuenta cinco factores (Estévez, 2014):

- Salud material: se juzga el uso de componentes químicos positivos, es decir, se comprueba la eliminación y/o reemplazo de cualquier componente que esté clasificado como de *riesgo alto* o *no clasificable*.
- Reutilización de materiales: se identifican los flujos de materiales que se generan cuando el producto ha llegado al fin de su vida útil. Los materiales pueden ser reutilizados como materia prima de nuevo en el proceso de fabricación (tecnosfera) o como nutrientes biológicos (biosfera).
- Uso de energía renovable: se comprueba que el uso de energía durante su ciclo de vida sea renovable, en la mayor medida posible.
- Administración del agua: se analiza que el uso de agua se hace de manera responsable y eficiente, y que los vertidos a la red de saneamiento es lo más limpio posible.
- Responsabilidad social: se verifica que el personal de la organización está comprometido con esta filosofía, así como las empresas de la cadena de suministro y distribución.

El trabajar para obtener este certificado en los productos, es tomar conciencia no solo de la funcionalidad o estética de los mismos, sino también del aporte a la sostenibilidad del planeta.

5.2.2. Ciclos biológicos y ciclos técnicos

No siempre es posible que los productos, una vez acabada su vida útil puedan devolverse a la tierra a través de ciclos biológicos, sino que, en ocasiones y dependiendo de la naturaleza del propio material, debe reutilizarse a través de un ciclo técnico (Fig. 5.6).

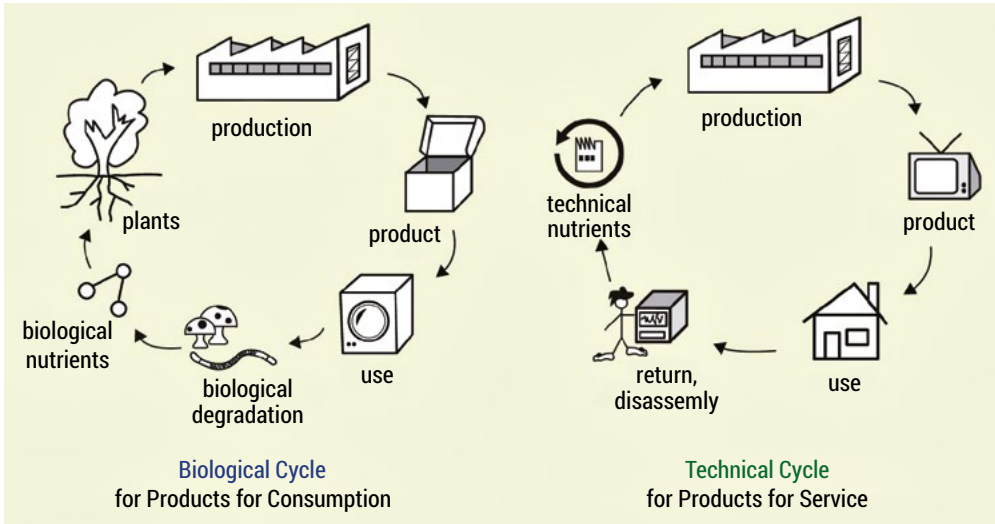


FIG. 5.6. Ciclos biológico y técnico de los productos (Fuente: WEB-1)

Es en los ciclos biológicos donde para materiales de base biológica, como la madera, se crean diseños que permiten su regreso al sistema mediante procesos de compostaje y/o digestión anaerobia. Estos ciclos regeneran sistemas vivos, como el suelo (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

Por el contrario, en los ciclos técnicos los materiales no son adecuados para ser devueltos al sistema de manera segura, por ejemplo plásticos o metales, por lo que su diseño se realiza para devolverlo una y otra vez al proceso de producción para su reutilización, reparación o reciclaje (Ellen Macarthur Foundation, 2018).

5.3. Economía circular aplicada en elementos arquitectónicos de áreas públicas: oportunidades

Tanto la Agenda Urbana de las Naciones Unidas, la Agenda Urbana para la Unión Europea y las Agendas Urbanas de cada país adherido, buscan alcanzar el objetivo de sostenibilidad en las políticas de desarrollo urbano. Para ello, se marcan métodos de trabajo en la que todos los agentes intervinientes en las ciudades, públicos y privados, busquen una gestión sostenible de los recursos y favorezcan la economía circular.

El compromiso pasa por cumplir los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), planteados por todos los Estados Miembros en 2015, para conseguir un futuro en el que poner fin a la pobreza, la desigualdad, proteger el planeta y garantizar la justicia, paz y prosperidad para el 2030 (ONU, 2020).

En concreto, en el undécimo ODS se hace referencia a las ciudades. En él se busca la sostenibilidad, inclusividad, seguridad y resiliencia de las mismas.

Los espacios públicos, cada vez más, desempeñan papeles relevantes en la sociedad. Constituyen un factor de identificación de la ciudad, son lugares de socialización, reunión, actividad, por lo que deben recoger las condiciones idóneas para la vida urbana y permitir mantener o aumentar la calidad de vida de sus usuarios (Goncalvez, 2011).

En base a esto, los elementos urbanos que las conforman también deben regirse por los mismos principios mencionados con anterioridad: uso y gestión de recursos a la hora de su elección, máxima eficiencia energética, mínima alteración de los ecosistemas, movilidad, accesibilidad, etc.

Existe una gran variedad de elementos urbanos, papeleras, paneles, farolas, marquesinas, bancos, parquímetros, etc, que tienen que renovarse y responder no solo a criterios funcionales, sino también a criterios de sostenibilidad, para poder alcanzar los objetivos planteados.



FIG. 5.7. Elementos urbanos en la ciudad de Viena, Austria (Fuente: fotos por A. Vidales Barriguete, 2020)

Cada vez más, las empresas, diseñadores y usuarios apuestan por ello, por la protección del medio ambiente, dejando de verlo como un gasto y considerándolo una estrategia de ahorro y responsabilidad social corporativa (Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, 2009). Algunos ejemplos son la utilización de energía fotovoltaica o eólica en vez de energía eléctrica, utilización de materiales reciclados, diseño multifuncional, recogida de agua de lluvia, etc (Fig. 5.7). Debemos seguir apostando por ello, porque tal y como dijo Leonardo da Vinci *„todo aquel que tiene como modelo o mentor algo que no es la naturaleza está destinado a trabajar en vano”*.

Referencias

1. Argiz, C. (2016) La economía circular en el contexto de las futuras normas de especificaciones de cementos, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
2. Baño Nieva, A., Vigil-Escalera del Pozo, A. (2005) *Guía de construcción sostenible*, Madrid
3. Barrón Ruiz, Á. (2002) Ética, ecología y educación ambiental en el siglo XXI, *La educación y el medio ambiente natural y humano: libro homenaje al profesor Nicolás S. Sosa*, Universidad de Salamanca, 21–38
4. Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A. (2007) Cradle to cradle design: creating healthy emissions – a strategy for ecoeffective product and system design, *J. Clean. Prod.*, vol. 15, no. 13, 1337–1348
5. Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid (2009) *Guía de mobiliario urbano sostenible con eficiencia energética*, Available: madrid.org.
6. Ellen Macarthur Foundation (2017) Economía circular, *Ellen Macarthur Foundation*, Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>.
7. Ellen Macarthur Foundation (2018) Glossary circular economy, *Ellen Macarthur Foundation*, Available: <https://www.circulardesignguide.com/resources#glossary>.
8. Ellen Macarthur Foundation (2019) *Economía circular en ciudades: guía de proyecto*
9. Enciclopedia economica (2018) Economía circular, *Encicl. económica*
10. Espaliat Canu, M. (2017) *Introducción a los principios de la economía circular y de la sostenibilidad*. Itelspain, 99
11. Estévez, R. (2014) Registra tus productos con la certificación Cradle to Cradle, *Ecointeligencia*, Available: <https://www.ecointeligencia.com/2014/05/certificacion-cradle-to-cradle-c2c/>
12. Fenollar (2020) Economía circular en ciudades: pavimento descontaminante Available: <https://alfredofenollar.com/economia-circular-pavimentodescontaminante/>.
13. Fresneda, C. (2014) La economía circular, *El Mundo*, Londres, 08-Mar-2014
14. Fresneda, C. (2016) Las ciudades serán el motor de la economía circular, *El Mundo*, Barcelona, 26-Nov-2016
15. Goncalvez, P. (2011) Espacios urbanos sustentables, *Apunt. Rev. Digit. Arquit.*
16. Hermida Balboa, C., Domínguez Somonte, M. (2014) Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3, *Inf. Técnico*, vol. 78, no. 1, 82–90
17. Morano Rodríguez, A. J. (2016) Hormigón estructural térmico. Economía circular, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
18. Novo Villaverde, M. (2006) *El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa*. Madrid
19. ONU (2020) Objetivos de desarrollo sostenible, *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*, Available: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.
20. Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2017) Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación, *Mem. Investig. en Ing.*, no. 15, 85–95 Available: <https://www.circulardesignguide.com/resources#glossary>

21. Sanjuán-Barbudo, M. Á. (2016) Cemento y hormigón en la economía circular, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 10
22. Secretaría de Estado y Medio Ambiente (2016) *Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016–2022*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 192
23. Tarkett (2020) ¿Qué es cradle to cradle? Available: <https://profesional.tarkett.es/>
24. Tertre Torán, J. I. (2016) Realizaciones con áridos reciclados, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
25. UNED (2016) *Gestión y tratamiento de los residuos urbanos* Available: <https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina3.htm>
26. Vidales Barriguete, A. (2019) *Caracterización fisicoquímica y aplicaciones de yeso con adición de residuo plástico de cables mediante criterios de economía circular*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid doi: 10.20868/UPM.thesis.57437
27. WEB-1 <https://2012books.lardbucket.org>
28. WEB-2 <https://www.ecointeligencia.com>

6. PHOTOVOLTAICS AND CONTEMPORARY ARCHITECTURE IN CITYSCAPE

Dorota Gawryluk, Dorota Anna Krawczyk

Introduction

Since ancient times, technologies for building installations have influenced the architectural form. Roman aqueducts in the form of kilometre-long engineering structures shaped the natural, rural and urban landscape. The architectural form of the aqueducts and their exposure in the landscape was motivated by the function of bringing water from springs, usually located in the mountains, to distant cities. The Vitruvian triad: the form, the function and the structure united in an aqueduct testified to their beauty in ancient times. Nowadays, this beauty is also confirmed by the fact that their former functionality of a water supply system has already disappeared (Böhm, 2016).

New installation technologies affect the architectural form in different ways. A distinction should be made between their application to newly designed and existing civil structures. The impact is also different with regard to the scale and location of civil structures. It is of paramount importance that modern technologies and installations should also have, by increasing the functionality of civil structures, a positive impact on their beauty and display in the landscape. It may also be the case that it is selected technologies that determine the shape of the architectural form. When it comes to the logical unification of functions understood by modern installations, appropriate for their optimal operation of the structure ensuring durability and safety of the civil structure and the form determining the aesthetics, the contemporary Vitruvian triad also works.

Today, photovoltaic installations deserve special attention due to their ecological, economic and social importance, including their impact on the city landscape. It is important to be able to install them on a variety of civil structure scales. Numerous investments are being carried out in newly designed or adapted buildings, landscaping elements and public spaces in cities. The work is carried out by designers and engineers of various disciplines. They act alone or in multidisciplinary teams. This has a significant impact on the final result of the project.

It is not difficult to find examples of projects using photovoltaic panels. The energy standard of buildings has been improved, but at the same time their architectural form has been destroyed. In other cases, it happens that the aesthetics of a building overshadows the functionality of the new installation and ultimately reduces its efficiency. The conflicts that have arisen need to be resolved. To this end, it is to be found in the cooperation of designers from various industries, consisting in maintaining compromises of the best conditions for the civil structure (its functionality, structure and beauty).

New and renovated buildings exist in the constructed landscape. Using the “technological” exposure they simultaneously influence their exposure in the city landscape. Hence the need for a design that meets the conditions of both categories of centripetal and centrifugal exposure. This chapter proposes an algorithm of cooperation between an architect and an environmental engineer based on the analysis of the theory of perception, technological conditions for photovoltaic panel installations and selected examples of contemporary projects.

6.1. Contemporary architecture

The Centre Pompidou in Paris is a flagship example of late modernism architecture “talking about structure, technology and movement”. The building erected in the 1970s, designed by Richard Rogers and Renzo Piano, became a manifesto of the use of technology and building installations as its essence and therefore the main element of the structure. The form of the building is an orderly emanation of the applied technological solutions. The installations formerly understood as the viscera of the building, have been brought outside and have defined the architectural aesthetics. The architects presented a new approach to design in which the technological sphere of the building was presented in the city landscape as its aesthetic value.

Today, we also find positive examples of modernised and newly designed projects in which the photovoltaic installation plays a significant role in their form, aesthetics and influence on the landscape of public space in the city.

The solutions are implemented on different scales: from the size of the city (e.g. Masdar) or its part (e.g. World Exhibition Pavilions EXPO 2020 in Dubai or Parc del Forum in Barcelona), through individual public or residential buildings, to the scale of landscaping elements

EXPO 2020 in Dubai will open late in 2021 due to the Covid-19 epidemic. Among its numerous pavilions, the Sustainability Pavilion (Fig. 6.1), designed by Grimshaw Architects, will be one of its main, themed ones. The building surrounded by a forest of solar trees will be used as a science museum after the exhibition. Elliptical roofs: the pavilion (120x90m) in the form of a giant funnel and the tree roofs (15x22m) spinning to follow the sun are covered with trapezoidal photovoltaic panels. The spectacular

architectural forms designed are a consequence of optimal adaptation to climatic conditions and exposure to the sun. At the same time, they represent an important value for the landscape of the EXPO 2020 exhibition in Dubai (Harrouk, 2020, WEB-1).

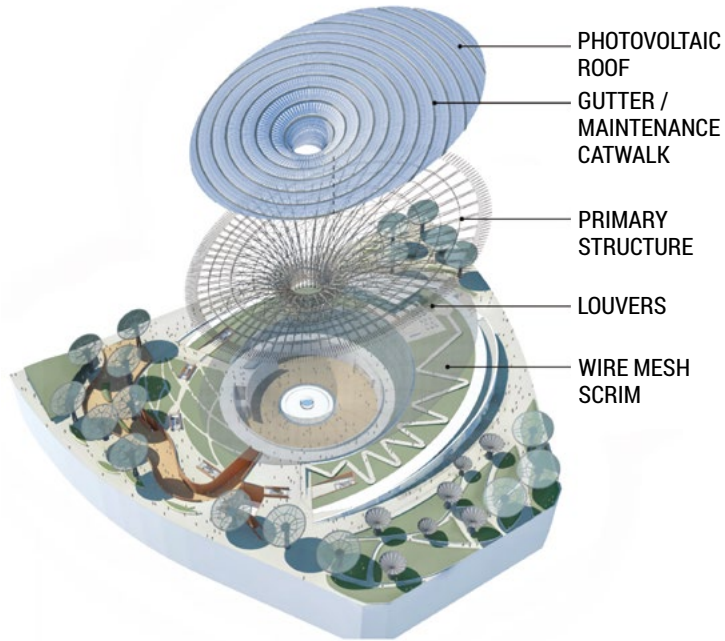


FIG. 6.1. The Sustainability Pavilion, EXPO 2021 (Source: WEB-1, Harrouk, 2020)

Placa Fotovoltaica is a giant pavilion whose roof (approx. 1700 sqm) is fully covered with photovoltaic panels (Fig. 6.2a). The pavilion has become the landmark of Barcelona, due to its unique exposition closing the viewing axis of the square against the sea. The pavilion is a distinctive feature of Parc del Forum, which was founded in 2004 according to a design by Elias Torres and José Antonio Martínez Lapeña (WEB-1). It is a place for organising various cultural events (e.g. performances, concerts) and spending free time. The complex also includes Bosc de columns (“Forest of Columns”) – a civil structure with an area of approx. 15000 sqm consisting of two roofed parts (Fig. 6.2b). It is used to hold various events. Its roof is almost half covered with photovoltaic panels. Significant photovoltaic surfaces of both civil structures have become a characteristic feature of their architectural form.

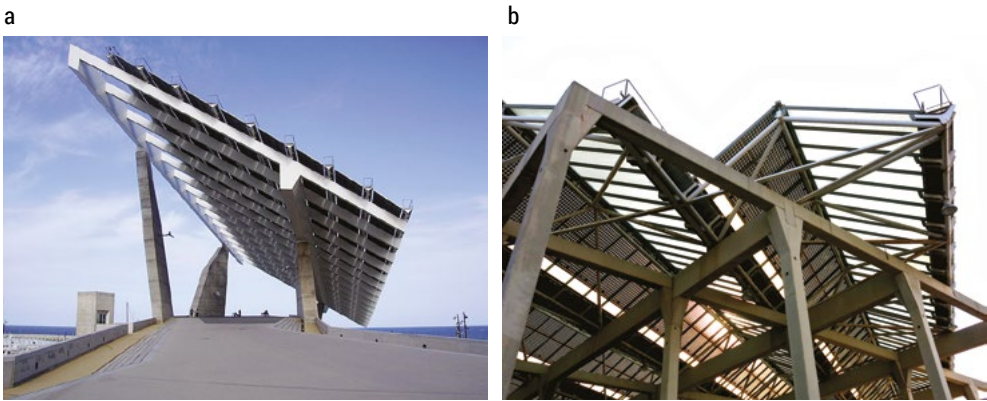


FIG. 6.2. Parc del Forum in Barcelona: a – Placa Fotovoltaica, b – Bosc de columns “Forest of Columns” (Source: WEB-2)

The Powerhouse Telemark office building (by Snøhetta) built in Porsgrunn is the most energy-efficient building in Norway. It has the form of a diamond, designed to capture and retain solar energy. On the walls of the building 1400 sqm of photovoltaic panels are installed. They are also placed on car and bike shelters. The unique, modern shape of the 11-storey building is the landmark of the city (Bryła, 2020). Selected projects deserve attention mainly because photovoltaic panels have been used in them as an innovative building material with special properties, and not as an element added to finished structures. These are, for example, the bathing pavilion on an island on Lake Steinhuder Meer (Germany) covered with photovoltaic cells on arched roofs (architect Randal Stout, 2006), or the Archaeological Museum in Herne (Germany) by architect Von Buse Klapp Bruning, where skylights have whole roof slopes covered with solar cells (Kuczia, 2020).

An interesting example of the use of photovoltaic panels is the Kawelin Hotel in Białystok (designed by architect Piotr Łodziński and architect Zbigniew Baum). The building is located in a prominent place on Legionowa Street (Fig. 6.3a). Its corner location makes it visible from a considerable distance (Fig. 6.3b). The photovoltaic

panels were evenly and radially distributed on the semi-circular roof. The photovoltaic installation placed in the optimal direction for its operation was at the same time linked in terms of composition with the architectural form of the building already at the design stage.



FIG. 6.3. Białystok, the Kawelin Hotel (Source: photos by D. Gawryluk, 2019)

The Decathlon chain shop in Olsztyn or KPK (Municipal Transport Company) buildings in Białystok are examples where photovoltaic panels were placed on façades. The modernisation of the buildings in order to reduce electricity costs was carried out with care to preserve the aesthetics of the façade and its legibility in the city landscape. The Decathlon shop in Olsztyn has also created a green wall as an accent of the main entrance. Modern, sustainable technological solutions influence economic benefits and at the same time build a positive corporate image.

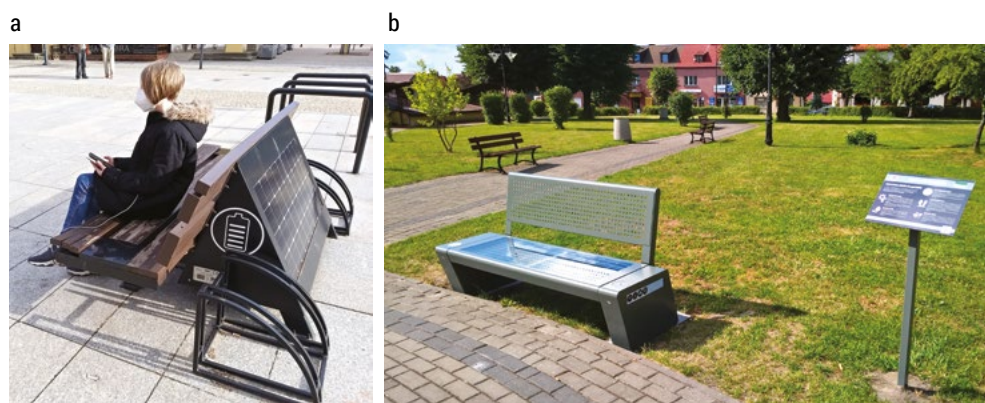


FIG. 6.4. Urban benches: a – Białystok, b – Siemiatycze (Source: photos by D. Gawryluk, 2018)

Photovoltaics is also a domain of landscaping elements or urban furniture. Benches with photovoltaic panels (e.g. Kosciuszko Square, Białystok, Siemiatycze) (Fig. 6.4a,b) or roofed stands and lanterns equipped with panels (e.g. Prague Park, the Czech Republic, Sokółka) are pieces of equipment which enable the residents to draw energy obtained by this way free of charge. They are an incentive to spend time in public spaces. At the same time, they are aesthetic pieces of equipment, positively shaping the landscape of a given place.

Solar structures are designed and implemented also for educational purposes. A structure of this kind, presented at the China International Import Expo 2019 in Shanghai, is to be set up in a city park and make the public aware of the possibilities of using solar energy. Similar importance is also attached to the designs of solar walkways for Beijing (WEB-4). The concept of architect Piotr Kuczia was recognised at many competitions (first place at ICONIC Awards, Architecture Masterprize, A'Design, European Product Design Award, MUSE Design Awards). The plan provides for covering the railings of several hundred existing pedestrian walkways with photovoltaic panels. The author proposed solutions ranging from simple to complex parametric forms which could identify city districts. They would become their landmarks. At the same time, they would have an educational function in the use of clean energy in a metropolis struggling with smog (Kuczia, 2020).

6.2. Analysis of spatial conditions in various industries of design

The harmonious equipping of a civil structure with photovoltaic panels requires the cooperation of designers from the architectural and environmental engineering industries. Their work, based on the analysis of various spatial conditions for the industries, should lead to the placement of panels in a way that is optimal in terms of the function of the device (efficiency of its operation) and the aesthetics of the entire civil structure. Hence the need for a compromise between the centrifugal analysis (concerning the efficiency of the solar installation – environmental engineering) and the centripetal analysis (concerning the architecture of the building and its exposure in the landscape – architecture, landscaping).

6.2.1. Conditions for the aesthetic exposure of photovoltaic panels (landscape architecture)

Landscape (aesthetic) exposure of civil structures is examined using tools and methods used in landscaping. In Poland, analyses originating from the Krakow School of Landscaping (Bogdanowski, 1990) are used, such as: sightseeing analysis (Forczek-Brataniec, 2018), landscape absorbency studies and digital land analyses (Ozimek, 2019),

passive and active perception of a site in determining for example. the conditions of cultural parks in cities or historical military structures (Böhm, 2016). The research is also conducted on the scale of internal sights, city skyline and panoramas (Czyńska, 2017).

Such analyses and research are intended to prevent the devastation of the landscape and, at the same time, to allow for optimal locations for enclosed building projects. The basic principles they apply to vast panoramas also work well for internal sights of urban public spaces. They are based on ergonomic conditions of the human being and their possibilities of observing the landscape related to the construction of the human eye. The range of view defined by the vertical (30°) and horizontal (10° – sharp viewing angle, 60° – normal viewing angle, 120° – blurred viewing angle) of human vision affects the boundaries of the area of the landscape under analysis (Wejchert, 2009).

6.2.2. Conditions for the functional exposure of photovoltaic panels (environmental engineering)

Proper location of photovoltaic panels has a major impact on the effective acquisition of solar energy. While in the case of large photovoltaic farms, the usage of two-axis trackers, which enable the change of the direction and angle of the inclination of the panels in relation to the sun, depending on the time of day and year, ensures optimal system efficiency, in the case of permanently installed, immovable modules – the choice of their exposure must be carefully considered in advance. The research conducted in this technical point (Wacławek, Rodziewicz, 2011) has shown that optimal radiation absorption can be obtained at the angle of incidence of sunlight to normal to the module within the range of 60 – 70° . Moreover, in order to maintain a homogeneous current-voltage characteristic of the modules, it is necessary to ensure the operation of the interconnected cells in similar conditions, avoiding shading of some of them by, for example, surrounding buildings or trees. This is often difficult to achieve in urban developments, so at the planning stage it is necessary to analyse the length of the shade at different times of the year. It should also be noted that it is necessary to keep the surface of the panels clean, which may be difficult due to leaves falling on them, dust settling on them, or snow remaining on the surface.

6.2.3. Comparison of conditions

Optimal location of photovoltaic panels on a civil structure should be a compromise of technological and landscape conditions. The functional (centripetal) exposure of photovoltaic cells is related to the cardinal directions of the world (from the east, to south and west) including shading civil structures. The aesthetic (centrifugal) exposure of a civil structure with photovoltaic panels is conditioned by the possibility

of observing it in the city landscape. It applies to all the cardinal directions. The limitation is the obscuring structures. The overlap between the different industries is shown in the diagram in Fig. 6.5.

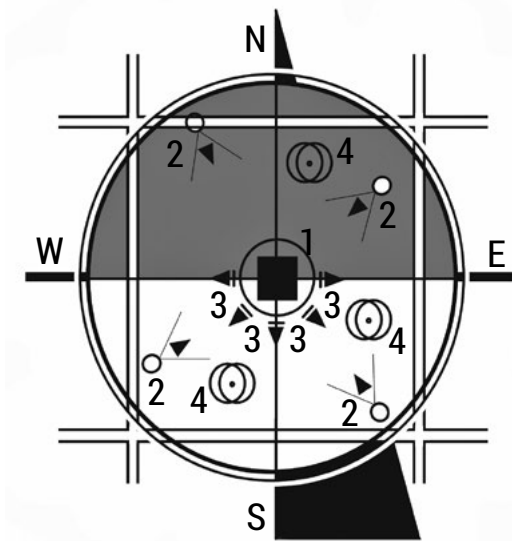


FIG. 6.5. Schema of object's exposition in cityscape: 1 – analysed object, 2 – location of observer (observation of es-thetical exposition / centripetal exposure, 60°-horizontal viewing angle), 3 – functional exposition of object (centrifugal exposure), 4 – obscuring objects (Source: own elaboration by D. Gawryluk, 2020)

6.2. Method of cooperation

Cooperation between designers from different industries should be correlated with the scope of the project.

The location of a sufficient number of photovoltaic panels on an existing building should be pre-determined by the installation engineer. In the next step, it should be analysed by means of exposure in the city landscape (landscape architect). Its results will lead to a correction in the distribution of panels so that they do not adversely affect the form of the building and its clarity in the landscape (joint design decisions). There may also be a case where the compromise conditions for the location of panels are not achievable. Then, the solution is to abandon the placement of photovoltaic panels in favour of looking for another technology using renewable energy sources and improving the standard of operation of the civil structure.

A newly designed civil structure gives a chance to use photovoltaic panels as an innovative building material with special utility, construction and aesthetic properties. The right approach will be to treat it as an integral element shaping

the architectural form and not to add it to the existing structure. Then the impact on the landscape of the entire building shape should be studied at the design stage (on the scale of the architectural and landscape interior, urban composition, and even the city skyline). The solution is to consciously integrate the panels with façades or canopies or to deliberately expose them in an architectural form.

Summary

Photovoltaic panels, apart from their utilitarian purpose, are increasingly used as an integral part of the architectural form. They meet all the criteria of the Vitruvian triad. They influence the functionality, form and structure of the building. They influence its beauty, and on a higher scale they also influence the landscape of the modern city.

Optimal use of photovoltaic panels requires the cooperation of designers from various industries. The presented algorithm of interdisciplinary cooperation will help to avoid the destruction of the form of civil structures and the city landscape. The presented method indicates the need for continuous further education of designers in their discipline, related industries and the ability to cooperate in an interdisciplinary way. Academic centres are an appropriate place for theoretical and practical research and training of students and practising engineers.

References

1. Bogdanowski, J. (1976) *Kompozycja i planowanie w architekturze krajobrazu*. Ossolineum, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk
2. Böhm, A. (2016) *On the factor of composition in the planning of space*. Wydawnictwo PK, Kraków
3. Czyńska, K. (2017) Assessment of tall buildings visual impact on selected landscape interiors using the vis method. *SPACE & form*, 32/2017, 237–256, [Online] Available from: http://pif.zut.edu.pl/images/pdf/pif-32/DOI%2010_21005_pif_2017_32_D-01_Czynska.pdf
4. Forczek-Brataniec, U. (2018) *Visible space – A visual analysis in the landscape planning and designing*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Krakowskiej, Kraków.
5. Whalley, A. (2020) Expo 2020 Dubai's Sustainability Pavilion [Online] Available from: Expo 2020 Dubai's Sustainability Pavilion – Andrew Whalley – Journal – GRIMSHAW [Accessed: 30.11.2020]

6. Harrouk, Ch. (2020) *One Year to Go: Expo 2020 Reveals Latest Pavilions as the Event Moves Forward* [Online] Available from: https://www.archdaily.com/948967/one-year-to-go-expo-2020-reveals-latest-pavilions-as-the-event-moves-forward?utm_medium=email&utm_source=ArchDaily%20List&kth=3,566,204; Photos Available from: Grimshaw Architects Dubai Expo 2020 Sustainability Pavilion | Floornature [Accessed: 30.11.2020]
7. Kuczia, P. (2020) Fotowoltaika i architektura. *Architektura Murator*, 2020/11 https://architektura.muratorplus.pl/krytyka/fotowoltaika-i-architektura_10771.html?utm_source=eloqua&utm_medium=email_n_architektura&utm_campaign=newsletter_arch [Accessed: 30.10.2020]
8. Ozimek, A. (2019) *Measure of the landscape. Objectification of view and panorama assessment supported with digital tools*. Wydawnictwo PK, Kraków
9. Waclawek, Rodziewicz, (2011)
10. Wejchert, K. (2009) *Elementy kompozycji urbanistycznej*, Arkady, Warszawa
11. WEB-1: Sustainability Pavilion (Dubai): Expo 2020 Dubai's Sustainability Pavilion – Andrew Whalley – Journal – GRIMSHAW [Accessed: 30.11.2020]
12. WEB-2: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BarcelonaFotovoltaica.JPG> – Wikimedia Commons; Fig 2b Bosc Urbà, parc del Fòrum (Barcelona): [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:071_Bosc_Urb%C3%A0,_parc_del_F%C3%B2rum_\(Barcelona\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:071_Bosc_Urb%C3%A0,_parc_del_F%C3%B2rum_(Barcelona).jpg) [Accessed: 30.11.2020]
13. WEB-3: Bryła.pl (2020) Powerhouse Telemark. Snøhetta zaprojektowała najbardziej energooszczędny budynek w Norwegii [Online] Available from: Powerhouse Telemark. Snøhetta zaprojektowała najbardziej energooszczędny budynek w Norwegii – Bryła (bryla.pl) [Accessed: 30.11.2020]
14. WEB-4: Property design (2020) *Kładki dla pieszych* [Online] Available from: https://www.propertydesign.pl/architektura/104/kladki_dla_piesznych_produkowac_beda_prad_piotr_kuczia_o_obsypanym_nagrodami_projekcie,29558-109444.html#img [Accessed: 30.11.2020]

6. FOTOWOLTAIKA I WSPÓŁCZESNA ARCHITEKTURA W KRAJOBRAZIE MIASTA

Dorota Gawryluk, Dorota Anna Krawczyk

Wstęp

Już od starożytności technologia budowy instalacji wpływała na formę architektoniczną. Rzymskie akwedukty w postaci ciągnących się kilometrami budowli inżynierskich kształtowały krajobraz zarówno naturalny, wiejski jak i miejski. Forma architektoniczna akweduktów oraz ich ekspozycja w krajobrazie była podyktowana potrzebą sprowadzenia wody ze źródeł zazwyczaj położonych w górach do odległych miast. Witruwiańska triada: forma, funkcja i konstrukcja zespolona w budowlach akweduktów świadczyła o ich pięknie w dobie starożytności. Współcześnie również to piękno potwierdza, mimo że dawna funkcjonalność wodociągu już zanikła.

Nowe technologie instalacyjne wpływają na formę architektoniczną w rozmaity sposób. Należy wyodrębnić stosowanie ich w obiektach nowoprojektowanych i już istniejących. Ich wpływ może także zmieniać się w zależności od skali i lokalizacji obiektów. Nowoczesne technologie i instalacje przyczyniając się do wzrostu funkcjonalności obiektów, powinny także pozytywnie wpływać na ich piękno i ekspozycję w krajobrazie. Może być również tak, że to wybrane technologie dyktują kształt formy architektonicznej. Witruwiańska triada sprawdza się także dzisiaj, kiedy nowoczesne instalacje zapewniają funkcjonalność obiektu, optymalna konstrukcja jego trwałość i bezpieczeństwo, a razem kształtują formę i estetykę budowli.

W dzisiejszych czasach na szczególną uwagę zasługują instalacje fotowoltaiczne ze względu na ich znaczenie ekologiczne, ekonomiczne i społeczne, a w tym wpływ na krajobraz miasta. Istotna jest możliwość instalowania ich na obiektach różnej skali. Realizowane są liczne inwestycje nowoprojektowanych lub adaptowanych budynków, obiektów małej architektury i przestrzeni publicznych w miastach. Prace są prowadzone przez projektantów i inżynierów różnych dyscyplin. Działają oni samodzielnie lub w zespołach wielobranżowych. Ma to istotny wpływ na ostateczny efekt inwestycji.

Nie trudno znaleźć przykłady realizacji, w których zastosowano panele fotowoltaiczne. Poprawiono standard energetyczny obiektów, ale jednocześnie zniszczono ich formę architektoniczną. W innych przypadkach bywa, że estetyka budynku

przysłania funkcjonalność nowej instalacji i ostatecznie redukuje sprawność jej działania. Powstałe konflikty wymagają rozwiązania. Jest nim współpraca projektantów różnych branż polegająca na zachowaniu kompromisów uwarunkowań najlepszych dla obiektu (jego funkcjonalności, konstrukcji i piękna).

Obiekty nowe i modernizowane istnieją w krajobrazie zbudowanym. Wykorzystując ekspozycję „technologiczną”, jednocześnie wpływają na swoją ekspozycję w krajobrazie miasta (cityscape). Stąd potrzeba projektowania spełniającego uwarunkowania obu kategorii ekspozycji „do-“ i „odśrodkowej”. W niniejszym rozdziale zaproponowano algorytm współpracy architekta i inżyniera środowiska oparty na analizie teorii percepcji, uwarunkowań technologicznych instalacji paneli fotowoltaicznych oraz wybranych przykładach współczesnych realizacji.

6.1. Współczesna architektura

Centrum im. Pompidou w Paryżu jest sztandarowym przykładem architektury późnego modernizmu “mówiącej o konstrukcji, technologii i ruchu”. Obiekt wzniesiony w latach 70. XX wieku, autorstwa Richarda Rogersa oraz Renzo Piano stał się manifestem wykorzystania technologii i instalacji budynku jako jego istoty, a zatem głównego elementu struktury. Forma budowli jest uporządkowaną emanacją zastosowanych rozwiązań technologicznych. Instalacje dawniej rozumiane jako trzewia budynku, zostały wyprowadzone na zewnątrz i określiły estetykę architektoniczną. Architekci zaprezentowali nowe podejście do projektowania, w którym technologiczna sfera budynku została przedstawiona w krajobrazie miasta, jako jego wartość estetyczna.

Współcześnie również znajdujemy pozytywne przykłady inwestycji modernizowanych i nowoprojektowanych, w których instalacja fotowoltaiczna gra znaczącą rolę w ich formie, estetyce oraz wpływie na krajobraz przestrzeni publicznej miasta.

Rozwiązania są realizowane w różnych skalach: od wielkości miasta (np. Masdar) lub jego części (np. pawilony światowej wystawy EXPO 2020 w Dubaju czy Parc del Forum w Barcelonie), przez pojedyncze budynki użyteczności publicznej czy mieszkalnej, po obiekty małej architektury.

EXPO 2020 w Dubaju zostało otwarte z opóźnieniem w 2021 ze względu na epidemię Covid-19. Jednym z głównych jego pawilonów tematycznych jest Pawilon Zrównoważonego Rozwoju (Sustainability Pavilion) zaprojektowany przez Grimshaw Architects (Fig. 6.1). Budowla otoczona lasem słonecznych drzew po wystawie zostanie przeznaczona na muzeum nauki. Eliptyczne dachy: pawilonu (120 x 90 m) w formie gigantycznego lejka oraz obracające się za słońcem dachy drzew (15 x 22 m) pokryte są trapezoidalnymi panelami fotowoltaicznymi. Zaprojektowane spektakularne formy architektoniczne są konsekwencją optymalnego dostosowania się do warunków klimatycznych i ekspozycji na słońce. Jednocześnie stanowią istotną wartość krajobrazu wystawy EXPO 2020 w Dubaju (Harrouk, 2020, WEB-1).

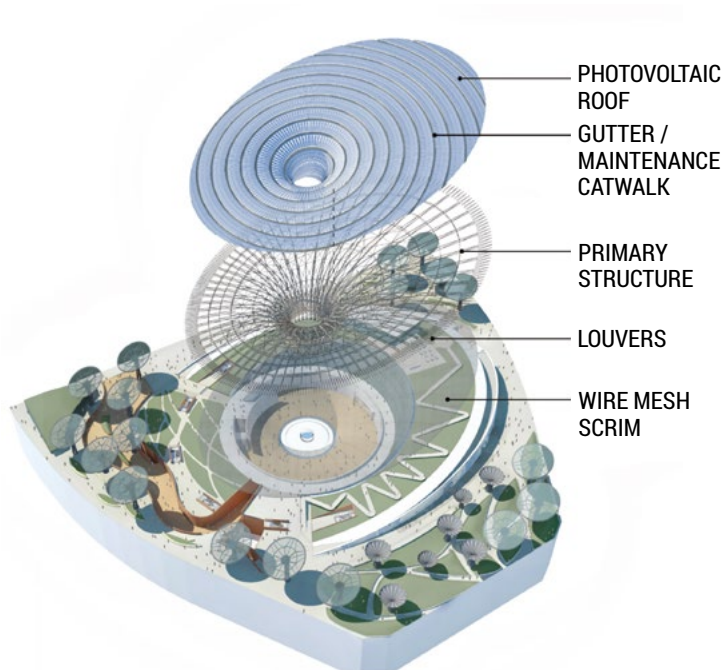


FIG. 6.1. The Sustainability Pavilion, EXPO 2021 (Source: WEB-1, Harrouk, 2020)

Placa Fotovoltaica to gigantyczny pawilon, którego dach (ok. 1700 m²) pokryty jest w całości panelami fotowoltaicznymi (Fig.6.2a). Pawilon stał się landmarkiem Barcelony, ze względu na swoją wyjątkową ekspozycję zamykającą oś widokową placu na tle morza. Pawilon stanowi wyróżnik zespołu Parc dela Forum, który został

założony w 2004 roku według projektu Eliasa Torresa i Jose Antonio Martinez Lapena (WEB-1). Jest to miejsce służące do organizowania różnych wydarzeń kulturalnych (np. występy, koncerty) oraz spędzania wolnego czasu. W kompleksie między innymi znajduje się także Bosc de columns (Las kolumn) – obiekt o powierzchni ok. 15 000 m² składający się z dwóch zadaszonych części (Fig. 6.2b). Służy do organizowania różnych imprez. Jego dach jest blisko w połowie powierzchni pokryty panelami fotowoltaicznymi. Znaczne powierzchnie fotowoltaiczne obu obiektów stały się cechą charakterystyczną ich formy architektonicznej.

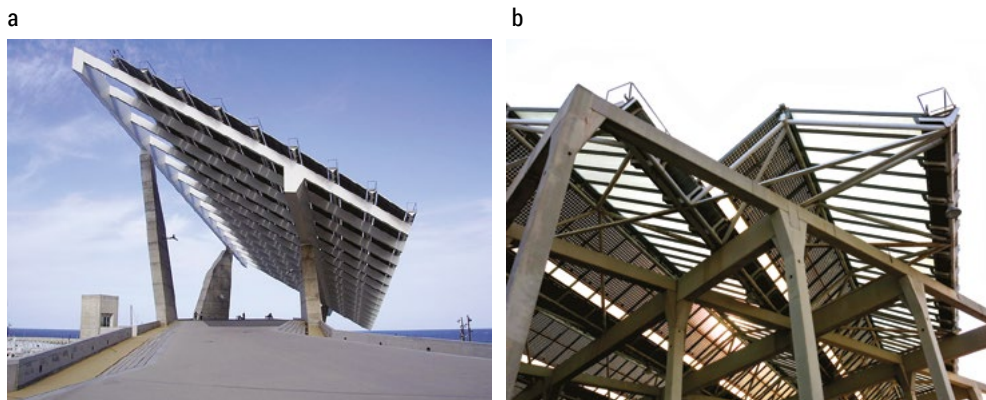


FIG. 6.2. Parc delà mForum in Barcelona: a – Placa Fotovoltaica, b – Bosc de columns “Forest of Columns” (Source: WEB-2)

Biurowiec Powerhouse Telemark (proj. Snøhetta) wybudowany w Porsgrunn to najbardziej energooszczędny budynek w Norwegii. Ma formę diamentu, która jest tak skonstruowana by wychwytywać i zatrzymywać energię słoneczną. Na ścianach budynku zamontowanych jest 1400 m² paneli fotowoltaicznych. Poza tym są one umieszczone także na wiatach dla samochodów i rowerów. Wyjątkowa, nowoczesna bryła 11-piętrowego budynku jest landmarkiem miasta (Bryła, 2020). Przedstawione poniżej realizacje zasługują na uwagę, ponieważ panele fotowoltaiczne zostały w nich użyte jako innowacyjny materiał budowlany o szczególnych właściwościach, a nie jako element dodawany do gotowych konstrukcji. Są to np. pawilon kąpielowy na wyspie na jeziorze Steinhuder Meer (Niemcy) pokryty na łukowatych dachach ogniwiami fotowoltaicznymi (Randal Stout, 2006), czy Muzeum Archeologiczne w Herne (Niemcy), autorstwa Von Buse Klapp Bruninga, w którym świetliki dachowe mają całe połacie pokryte ogniwiami solarnymi (Kuczia, 2020).

Ciekawym przykładem wykorzystania paneli fotowoltaicznych jest hotel Kawelin w Białymstoku (Piotr Łodziński i Zbigniew Baum). Budynek jest zlokalizowany w eksponowanym miejscu przy ul. Legionowej (Fig. 6.3a). Jego narożnikowe usytuowanie powoduje że jest widoczny ze znacznej odległości (Fig. 6.3b). Panele fotowoltaiczne zostały w nim równomiernie i promieniście rozmieszczone na półokrągłym dachu.

Instalacja fotowoltaiczna umieszczona w optymalnym dla jej działania kierunku została jednocześnie kompozycyjnie powiązana z formą architektoniczną obiektu już na etapie jego projektowania.



FIG. 6.3. Białystok, the Kawelin Hotel. (Source: photos by D. Gawryluk, 2019)

Sklep sieci Decathlon w Olsztynie czy budynki KPK (Komunalne Przedsiębiorstwo Komunikacyjne) w Białymstoku to przykłady obiektów, w których panele fotowoltaiczne zostały umieszczone na elewacjach. Modernizacja budynków mająca na celu ograniczenie kosztów energii elektrycznej została przeprowadzona z dbałością o zachowanie estetyki elewacji i ich czytelności w krajobrazie miasta. W olsztyńskim Decathlonie wykonano także zieloną ścianę, jako akcent głównego wejścia. Nowoczesne, zrównoważone rozwiązania technologiczne wpływają na korzyści ekonomiczne, a jednocześnie budują pozytywny wizerunek firmy.

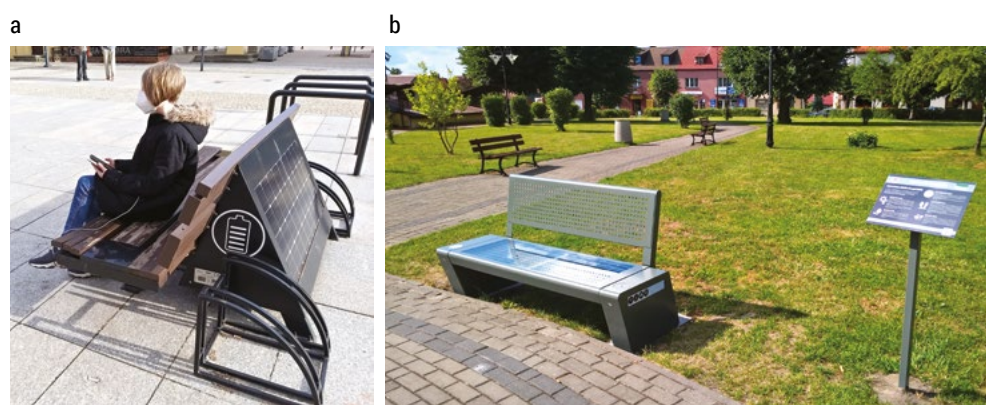


FIG. 6.4. Urban benches: a – Białystok, b – Siemiatycze (Source: photos by D. Gawryluk, 2018)

Fotowoltaika to także domena obiektów małej architektury czy mebli miejskich. Ławki z panelami fotowoltaicznymi (Białystok, Siemiatycze) (Fig. 6.4a,b) czy zadane pulpity i latarnie z panelami umożliwiają mieszkańcom bezpłatne pobieranie energii uzyskanej tą drogą. Stanowią one zachętę do przebywania w przestrzeniach publicznych. Jednocześnie są estetycznymi elementami wyposażenia, pozytywnie kształtując krajobraz miasta.

Struktury solarne są projektowane i wykonywane również dla celów edukacyjnych. Tego rodzaju konstrukcja prezentowana na China International Import Expo 2019 w Szanghaju ma stanąć docelowo w parku miejskim i uświadaczać społeczeństwu możliwości wykorzystania energii słonecznej. Podobne znaczenie mają także projekty kładek solarnych dla Pekinu (WEB-4). Koncepcja architekta Piotra Kuczii została doceniona na wielu konkursach (pierwsze miejsce na ICONIC Awards, Architecture Masterprize, A'Design, European Product Design Award, MUSE Design Awards). W projekcie przewidziano pokrycie balustrad kilkuset istniejących mostów pieszych panelami fotowoltaicznymi. Autor zaproponował rozwiązania od prostych do skomplikowanych form parametrycznych, które mogłyby identyfikować dzielnice miasta. Stałyby się ich landmarkami. Jednocześnie pełniłyby funkcję edukacyjną wykorzystania czystej energii w metropolii borykającej się ze smogiem (Kuczia, 2020).

6.2. Analiza uwarunkowań przestrzennych w różnych branżach projektowych

Harmonijne wyposażenie obiektu w panele fotowoltaiczne wymaga współpracy projektantów branży architektonicznej i inżynierii środowiska. Ich praca oparta o analizę różnych dla branż uwarunkowań przestrzennych powinna doprowadzić do umieszczenia paneli optymalnego pod względem funkcji urządzenia (sprawności jego działania) i estetyki całego obiektu. Stąd też potrzeba uzyskania kompromisu pomiędzy analizą odśrodkową (dotyczącą skuteczności działania instalacji solarnej – inżynieria środowiska) i dośrodkową (dotyczącą architektury budynku i jego ekspozycji w krajobrazie – architektura, architektura krajobrazu).

6.2.1. Uwarunkowania ekspozycji estetycznej paneli fotowoltaicznych (architektura krajobrazu)

Ekspozycja krajobrazowa (estetyczna) obiektów jest badana z wykorzystaniem narzędzi i metod stosowanych w architekturze krajobrazu. W Polsce posługujemy się analizami z krakowskiej szkoły architektury krajobrazu (Bogdanowski, 1990), takimi jak: analiza widokowa (Forczek-Brataniec, 2018), badania chłonności krajobrazowej i cyfrowych analiz terenu (Ozimek, 2019), percepcja bierna i czynna obiektu w określaniu

np. uwarunkowań parków kulturowych w miastach czy historycznych obiektów militarnych (Böhm, 2016). Badania prowadzone są także w skali widoków wewnętrznych, sylwet i panoram miast (Czyńska, 2017).

Tego rodzaju analizy i badania mają zapobiegać dewastacji krajobrazu a jednocześnie pozwolić na optymalne lokalizacje inwestycji kubaturowych. Podstawowe zasady w nich stosowane w odniesieniu do rozległych panoram, sprawdzają się także przy widokach wewnętrznych przestrzeni publicznych miast. Opierają się one na uwarunkowaniach ergonomicznych człowieka oraz jego możliwościach obserwacji krajobrazu związanych z budową oka ludzkiego. Zakres widoku określony kątem pionowym (30°) i poziomym widzenia człowieka (10° – kąt ostrego widzenia, 60° – kąt normalnego widzenia, 120° – kąt zatartego widzenia) wpływa na granice obszaru analizowanego krajobrazu (Wejchert, 2009).

6.2.2. Uwarunkowania ekspozycji funkcjonalnej paneli fotowoltaicznych (inżynieria środowiska)

Właściwe umiejscowienie paneli fotowoltaicznych ma duży wpływ na efektywne pozyskiwanie energii słonecznej. Natomiast w przypadku dużych farm fotowoltaicznych zastosowanie dwuosioowych trackerów, które umożliwiają zmianę kierunku i kąta nachylenia paneli względem Słońca w zależności od pory dnia i roku, zapewnia optymalną wydajność systemu. W przypadku trwale zainstalowanych, nieruchomych modułów – dobór ich ekspozycji należy wcześniej dokładnie przemyśleć. Badania prowadzone w tym punkcie technicznym (Waclawek, Rodziewicz, 2011) wykazały, że optymalną absorpcję promieniowania można uzyskać przy kącie padania światła słonecznego do normalnego do modułu w zakresie $60\text{--}70^\circ$. Ponadto, aby zachować jednorodną charakterystykę prądowo-napięciową modułów, konieczne jest zapewnienie pracy połączonych ze sobą ogniw w podobnych warunkach, unikając zacienienia niektórych z nich np. przez otaczające budynki lub drzewa. Często jest to trudne do osiągnięcia w urbanizacji, dlatego na etapie planowania konieczne jest przeanalizowanie długości cienia w różnych porach roku. Należy również zwrócić uwagę na potrzebę utrzymywania powierzchni paneli w czystości, co może być utrudnione ze względu na opadające na nie liście, osadzający się na nich kurz czy zalegający śnieg.

6.2.3. Porównanie uwarunkowań

Optymalna lokalizacja paneli fotowoltaicznych na obiekcie powinna stanowić kompromis uwarunkowań technologicznych i krajobrazowych. Ekspozycja funkcjonalna (dośrodkowa) ogniw fotowoltaicznych związana jest z kierunkami geograficznymi świata (od wschodu, przez południe, po zachód) z uwzględnieniem obiektów zacieniających. Ekspozycja estetyczna (odśrodkowa) obiektu z panelami fotowoltaicznymi uwarunkowana jest możliwościami obserwacji tego obiektu w krajobrazie miasta.

Dotyczy ona wszystkich kierunków geograficznych. Ograniczenie stanowią obiekty przysłaniające. Nałożenie się uwarunkowań różnych branż przedstawione jest na schemacie Fig. 6.5.

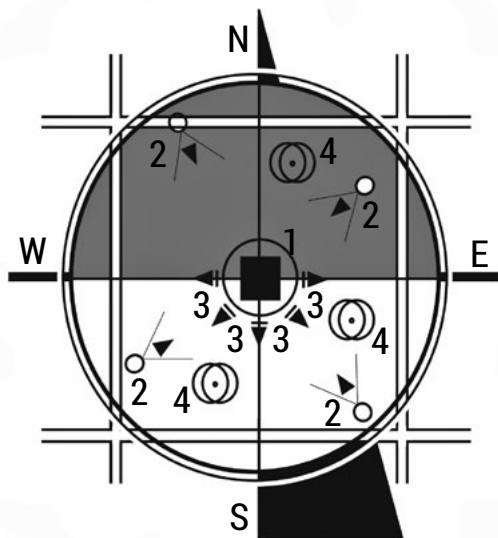


FIG. 6.5. Schemat ekspozycja obiektu w krajobrazie miasta: 1 – badany obiekt, 2 – lokalizacja obserwatora (ekspozycja dośrodkowa, 60° – poziomy kąt normalnego widzenia), 3 – ekspozycja funkcjonalna obiektu (fekspozycja odśrodkowa – ekspozycja na operację słoneczną), 4 – obiekty przesłaniające (źródło: opracowanie własne D. Gawryluk, 2020)

6.3. Metoda współpracy

Współpraca pomiędzy projektantami różnych branż powinna być skorelowana z zakresem inwestycji.

Lokalizacja odpowiedniej ilości paneli fotowoltaicznych na istniejącym budynku powinna być określona wstępnie przez inżyniera instalatora. W następnym kroku należy poddać ją analizie ekspozycji w krajobrazie miasta (architekt krajobrazu). Jej wyniki doprowadzą do korekty rozmieszczenia paneli tak aby nie wpływały negatywnie na formę obiektu i jego czytelność w krajobrazie (wspólne decyzje projektowe). Może wystąpić także przypadek, kiedy kompromisowe warunki lokalizacji paneli nie są możliwe do osiągnięcia. Wówczas rozwiązaniem jest rezygnacja z umieszczenia paneli fotowoltaicznych na rzecz poszukiwania innej technologii wykorzystującej odnawialne źródła energii i poprawiającej standard funkcjonowania obiektu.

Obiekt nowoprojektowany daje szansę na wykorzystanie paneli fotowoltaicznych jako innowacyjnego materiału budowlanego o szczególnych właściwościach użytkowych, konstrukcyjnych i estetycznych. Słusznym podejściem będzie traktowanie

go jako integralnego elementu kształtującego formę architektoniczną a nie dodawanego do istniejącej konstrukcji. Wówczas należy badać wpływ na krajobraz całej bryły obiektu na etapie projektu (w skali wnętrza architektoniczno-krajobrazowego, kompozycji urbanistycznej, a nawet panoramy miasta). Rozwiązaniem jest świadoma integracja paneli z elewacjami lub zadaszeniami czy ich celowa ekspozycja w formie architektonicznej.

Podsumowanie

Panele fotowoltaiczne poza swoim utylitarnym przeznaczeniem, są coraz częściej wykorzystywane jako integralny element formy architektonicznej. Spełniają wszystkie kryteria triady witruwiańskiej. Wpływają na funkcjonalność, formę i konstrukcję budowli. Określają jej piękno, a w wyższej skali mają wpływ także na kształtowanie krajobrazu współczesnego miasta.

Optymalne wykorzystanie paneli fotowoltaicznych wymaga współpracy projektantów różnych branż. Przedstawiony algorytm interdyscyplinarnej współpracy pozwoli uniknąć destrukcji formy obiektów i krajobrazu miasta. Zaprezentowana metoda wskazuje na potrzebę stałego doksztalcania się projektantów w swojej dyscyplinie, branżach pokrewnych oraz umiejętności współpracy interdyscyplinarnej. Ośrodki akademickie są w tym zakresie stosownym miejscem prowadzenia badań teoretycznych, praktycznych oraz kształcenia studentów i praktykujących inżynierów.

Bibliografia

1. Bogdanowski, J. (1976) *Kompozycja i planowanie w architekturze krajobrazu*. Ossolineum, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk
2. Böhm, A. (2016) *On the factor of composition in the planning of space*. Wydawnictwo PK, Kraków
3. Czyńska, K. (2017) Assessment of tall buildings visual impact on selected landscape interiors using the vis method. *SPACE & form*, 32/2017, 237–256, [Online] Available from: http://pif.zut.edu.pl/images/pdf/pif-32/DOI%2010_21005_pif_2017_32_D-01_Czynska.pdf
4. Forczek-Brataniec, U. (2018) *Visible space- A visual analysis in the landscape planning and designing*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Krakowskiej, Kraków
5. Whalley, A. (2020) Expo 2020 Dubai's Sustainability Pavilion [Online] Available from: Expo 2020 Dubai's Sustainability pavilion – Andrew Whalley – Journal _ GRIMSHAW [Accessed: 30.11.2020]

6. Harrouk, Ch. (2020) *One Year to Go: Expo 2020 Reveals Latest Pavilions as the Event Moves Forward* [Online] Available from: https://www.archdaily.com/948967/one-year-to-go-expo-2020-reveals-latest-pavilions-as-the-event-moves-forward?utm_medium=email&utm_source=ArchDaily%20List&kth=3,566,204 ; Photos Available from: Grimshaw Architects Dubai Expo 2020 Sustainability Pavilion | Floornature [Accessed: 30.11.2020]
7. Kuczia, P. (2020) Fotowoltaika i architektura. *Architektura Murator*, 2020/11 https://architektura.muratorplus.pl/krytyka/fotowoltaika-i-architektura_10771.html?utm_source=eloqua&utm_medium=email_n_architektura&utm_campaign=newsletter_arch [Accessed: 30.10.2020]
8. Ozimek, A. (2019) *Measure of the landscape. Objectification of view and panorama assessment supported with digital tools*. Wydawnictwo PK, Kraków
9. Waclawek, Rodziewicz, (2011)
10. Wejchert, K. (2009) *Elementy kompozycji urbanistycznej*, Arkady, Warszawa
11. WEB-1: Parc del Forum <https://www.parcelforum.cat/> [Accessed: 30.11.2020]
12. WEB-2: Bosc Urbà, parc del Fòrum (Barcelona): File:071 Bosc Urbà, parc del Fòrum (Barcelona).jpg - Wikimedia Commons [Accessed: 30.11.2020]
13. WEB-3: Bryła.pl (2020) Powerhouse Telemark. Snøhetta zaprojektowała najbardziej energooszczędny budynek w Norwegii [Online] Available from: Powerhouse Telemark. Snøhetta zaprojektowała najbardziej energooszczędny budynek w Norwegii - Bryła (bryla.pl) [Accessed: 30.11.2020]
14. WEB-4: Property design (2020) *Kładki dla pieszych* [Online] Available from: https://www.propertydesign.pl/architektura/104/kladki_dla_piesznych_produkowac_beda_prad_piotr_kuczia_o_obsypanym_nagrodami_projekcie,29558-109444.html#img [Accessed: 30.11.2020]

7. ADVANCED TECHNOLOGIES IN AERIAL MAPPING

Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė

Aerial mapping is one of the most advanced methods to obtain information about the surface of the Earth and other objects using remote sensing technology. The quality of cartographic products and 3D models mainly depends on the success of aerial photography/ scanning mission, qualified guidance of photogrammetric workflow, appropriate realization of aerial mapping requirements.

7.1. Concept of Remote Sensing

Remote Sensing (RS) is defined as the acquisition and analysis of remotely sensed images to gain information about the state and condition of an object through sensors that are not in physical contact with it and discover relevant knowledge for decision making. Remote sensing for environmental monitoring and Earth observations can be defined as: it is the art and science of obtaining information about the surface or subsurface of the Earth without needing to be in contact with it. This can be achieved by sensing and recording emitted or reflected energy toward processing, analyzing, and interpreting the retrieved information (Chang, Bai, 2018)

Remote sensing technology is used for the mapping of the Earth's surface and objects. Data are obtained from different sensors arranged at different platforms (unmanned aerial vehicles, airplanes, spacecraft and satellites, ships and submarines), ground stations, without touching the objects to be mapped. The usage of different platforms has its own advantages and disadvantages (Tab. 7.1).

In capturing imagery in remote sensing, the following factors should be considered: flight restrictions, image resolution and coverage. Sensors, equipped at satellites, capture data at a global scale, unmanned aerial vehicles better to use for flying over small areas, airplanes and helicopters take the middle position.

TABLE 7.1. Evaluation the usage of different platforms (Source: WEB-1)

Platforms	Unmanned aerial vehicles (UAVs)	Airplanes and helicopters	Low Earth orbit satellites
Advantages	Very high-resolution imagery programmable flight paths; LiDAR capabilities.	High resolution imagery; pilot-flown flight paths; LiDAR capabilities.	High to coarse resolution imagery; large coverage extent.
Disadvantages	Very small coverage extent; visual line of sight.	Small coverage extent; flight operation.	Coverage limited to orbital path; cloud obstructions.

Types of remote sensing and their some features are presented in Figure 7.1.

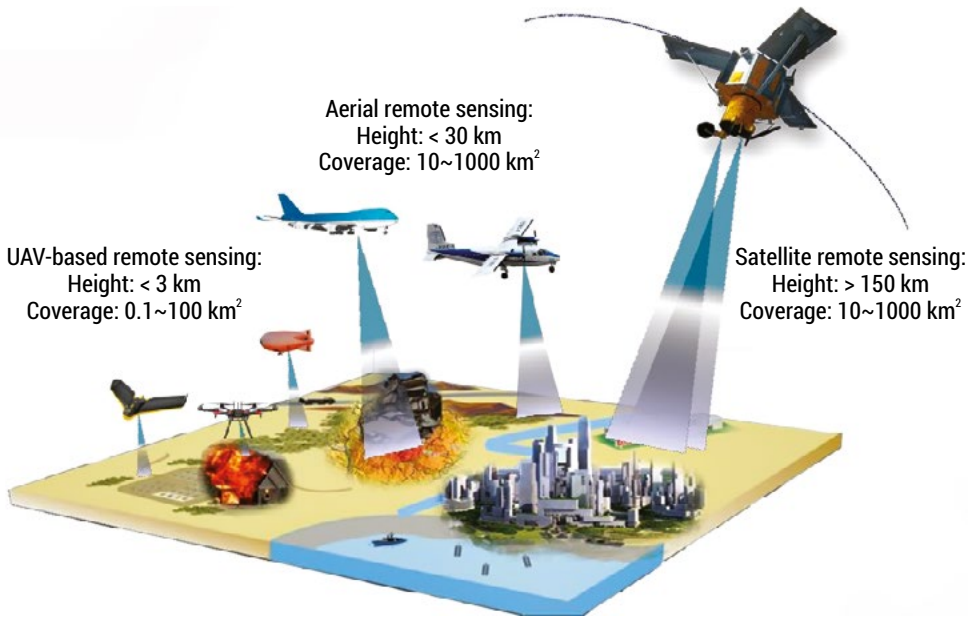


FIG. 7.1. Types of remote sensing/ platforms (satellite, manned aviation and low-altitude UAV) (Source: Xiang, Xia, Zhang, 2019)

Two types of sensors are used in remote sensing:

1. Passive, when photographing with optical photography systems – electromagnetic energy reflected or radiated from the Earth’s surface is collected. This method involves the production of an aerial photograph.
2. Active, when electromagnetic energy is generated in the system itself. The Earth’s surface is scanned with radar (RADAR – Radio Detection and Ranging, IFSAR – Interferometric Synthetic Aperture Radar) or laser (LiDAR – Light Detection and Ranging) systems (Ruzgiene, 2008).

Figure 7.2 shows principle of passive and active sensors, equipped at unmanned aerial vehicle, operation.

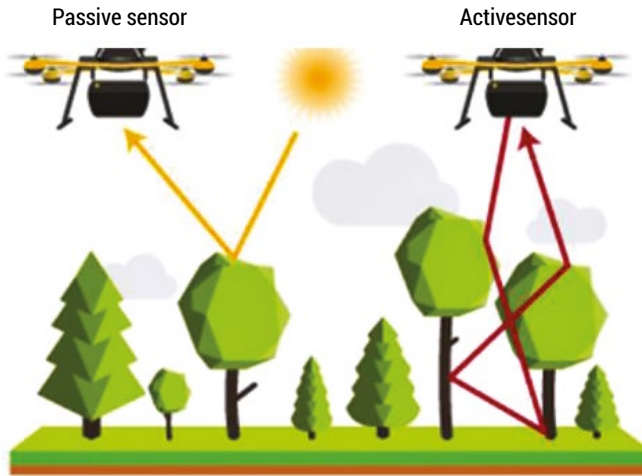


FIG. 7.2. Principle of passive and active sensors operation (Source: WEB-2)

Data from remote sensing are used for: the construction of small-scale topographic and thematic (geological, tectonic, geobotanical, landscape, etc.) maps; updating the cartographic material; mapping of rapidly changing objects (for example, agricultural land, minerals, cities, roads and hydraulic equipment, construction sites); mapping under-explored and hard-to-reach areas; creating operational maps; monitoring the dynamics of various processes and phenomena; determining the type of crop, crop area or condition; monitoring the growth process of agricultural land, forecasting the yield; determining the thickness of snow cover in large areas; studying the seasonal movement of ice in the oceans, etc.

Remote sensing technology continues to be developing and improving, with the appearance of more uses and opportunities to create value in new industries and fields of study – from environmental science to public safety, to telecommunications. Several different remote sensing methods are available today, and each comes with strengths and limitations.

The most popular remote sensing type is UAV-based remote sensing with application of UAV-Photogrammetry and Light Detection and Ranging (LiDAR) technologies.

7.2. Remote sensing with Unmanned Aerial System

The use of the Unmanned Aerial System (UAS) for the mapping of objects with varied form of topography leads to a new level of surveying technology. UAS defined as Aerial Imaging solution is designed for the reduction of time and cost collecting aerial cartography data as well guarantees the reliability of mapping products.

The typical components of the mobile segments are as follows (Armenakis, Patias, 2019):

- the vehicle platform (UAV), which enables motion and houses the engine and all other systems;
- the navigation module, which guides and controls the motion of the platform and includes the onboard, autopilot, global navigation satellite system (GNSS), inertial measurement unit (IMU), altimeter, compass and navigation cameras;
- telecommunication links (command and control, downlink telemetry and sensor data);
- the propulsion system and power generation system, including batteries and fuel tank;
- mapping sensors (still/video optical cameras, thermal, multispectral and environmental sensors, and laser scanners).

7.2.1. Substantial features of UAS

The past few decades have witnessed great progress for Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in civilian fields, especially in remote sensing and photogrammetry. In contrast with manned aircraft and satellites, platforms flying at low altitude have many promising characteristics: flexibility, efficiency, high spatial/ temporal resolution, low cost, easy operation, and so forth, that make them an effective complement to the other remote sensing platforms and a cost-effective means for remote sensing.

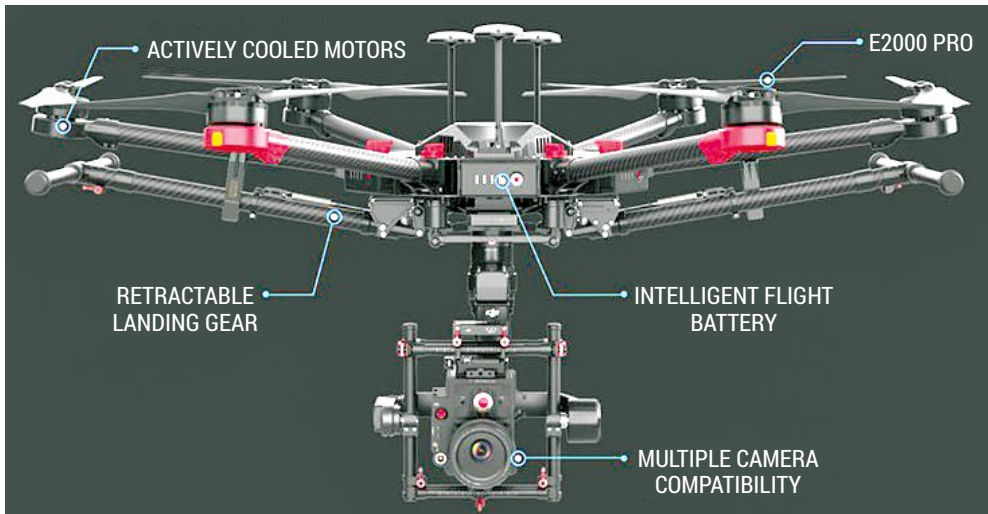


FIG. 7.3. Basic components of UAV (Source: WEB-3)

Unmanned aerial vehicles of different models, classification and categories can be used for aerial mapping, for example, helicopters with four or six wheels, the fixed-wing *UX5* from the company Trimble, etc. The company Dà-Jiāng Innovations (DJI), China, rapidly turns to a new standard in mapping of territories combining a robust and highly user-friendly system. The standard technical means from DJI used for surface data acquisition are: the platform *MATRICE 600 PRO* with a custom-designed camera *ZENMUSE X5*, thermal camera *ZENMUSE XT*, laser scanner *MAPPER LITE 2*, GPNS. The *MATRICE 600 PRO* is a hexa-copter specifically designed for professional and industrial applications. It features an enhanced flight performance with the capability to carry a heavier payload. The vehicle also comes with pre-installed arms and antennas that reduce set up time. The *MATRICE 600 PRO* features six rotors for added redundancy and stability in the air. The vehicle also features six batteries for added safety and an extended flight time. Basic components of UAV are presented in Figure 7.3.

Main features of DJI *MATRICE 600 PRO*:

- Weight (with six TB47S batteries) – 9,5 kg.
- Max wind resistance – 8 m/s.
- Max speed – 65 km/h.
- Hovering accuracy (P-GPS) – vertical: $\pm 0,5$ m, horizontal: $\pm 1,5$ m.
- Hovering time (with six TB47S batteries and scanning equipment) – 32–35 min.
- Max service ceiling above sea level – up to 2500 m.
- Max takeoff weight – up to 15,5 kg.
- Operating temperature – -10°C to 40°C .

The gimbal light camera *ZENMUSE X5* mounted at DJI *MATRICE 600 PRO* can be successfully used for the photogrammetric data acquisition. The main features of the camera *ZENMUSE X5* is presented in Figure 7.4.

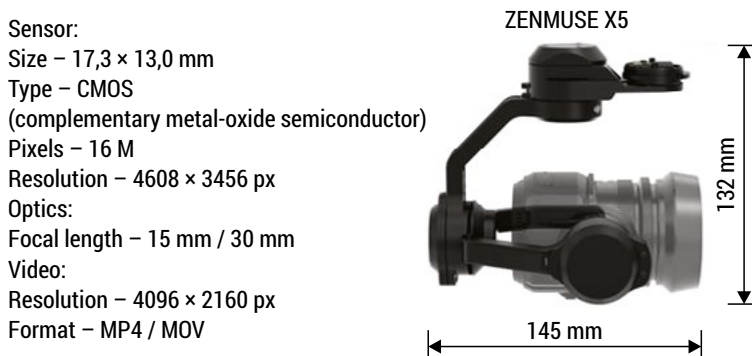
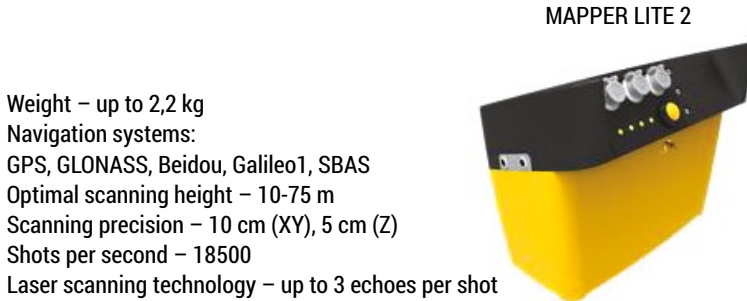


FIG. 7.4. Main features of gimbal camera *ZENMUSE X5* (Source: WEB-3)

A 3D laser scanning system of special type can be mounted quickly on any UAV when the requirement is the use of LiDAR (Light Detection and Ranging) technology. One of the most popular laser scanners is *YellowScan MAPPER LITE 2*, that has

an easy-to-handle, easy-to-use and accurate system. This scanner is fully autonomous, has direct georeferencing workflow for increased accuracy and efficiency of mapping from UAVs. The main features of laser scanner *YellowScan MAPPER LITE 2* is presented in Figure 7.5.



Weight – up to 2,2 kg
Navigation systems:
GPS, GLONASS, Beidou, Galileo1, SBAS
Optimal scanning height – 10-75 m
Scanning precision – 10 cm (XY), 5 cm (Z)
Shots per second – 18500
Laser scanning technology – up to 3 echoes per shot

FIG. 7.5. Main features of laser scanner *MAPPER LITE 2* (Source: WEB-2)

The 3D laser scanning system is fueled by the needs of surveyors, researchers, asset managers and all people requiring LiDAR data.

7.2.2. UAV-Photogrammetry

The modern technology of UAV-Photogrammetry is used for remote sensing of surfaces, acquiring a huge number of images and processing of the photogrammetric data. Photogrammetry is one of the most advanced methods to acquire information about the surface of the Earth and other objects using photographic images. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) with the integrated camera for image capturing, GPNS, the management equipment and specialized software for the processing of images has been rapidly expanding for aerial mapping. The orthophoto maps of high accuracy (quality) and three-dimensional surface models are the main products generated by the use of aerial photogrammetric technology.

The UAV-Photogrammetry technology contains the use of UAV with integrated photographic equipment for gaining images of surfaces, flight planning and control, photographic image processing by specialized software.

A typical workflow for the use of UAV-Photogrammetry technology is presented in Figure 7.6. Main steps are: mission planning → image acquisition → UAV image processing (triangulation and DTM/ DSM generation).

The image data processing software *Pix4Dcapture* and *Pix4Dmapper* developed at Computer Vision Lab in Switzerland is the main tool for the application of modern technologies with the use of UAV. *Pix4Dcapture* is the flight planning and image acquisition module involved in the software *Pix4D*.

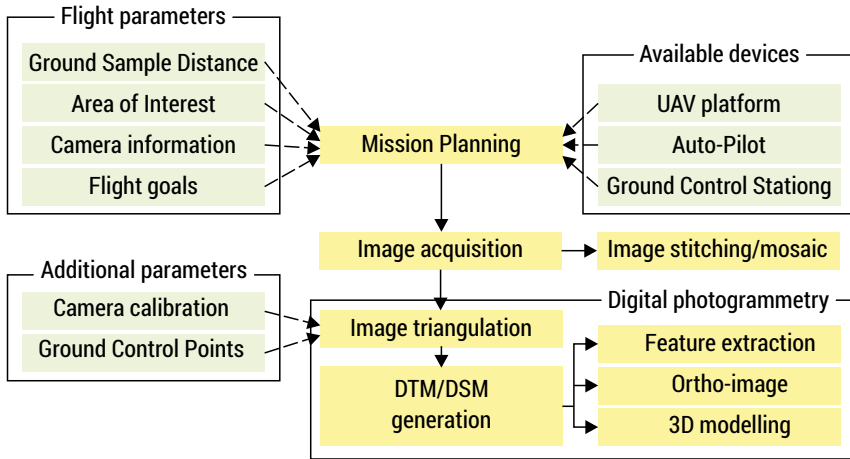


FIG. 7.6. Typical workflow applying the UAV-Photogrammetry technology (Source: Nex, Remondino, 2014)

Pix4Dmapper is an image processing software that is based on automatically finding thousands of common points between images. Each characteristic point found in an image is called a *keypoint*. When 2 *keypoints* on 2 different images are found to be the same, they are *matched keypoints*. Each group of correctly *matched keypoints* will generate one 3D point. When there is high overlap between 2 images, the common area captured is larger and more *keypoints* can be matched together. The more keypoints there are, the more accurately 3D points can be computed. Therefore, the main rule is to maintain a high overlap between the images.

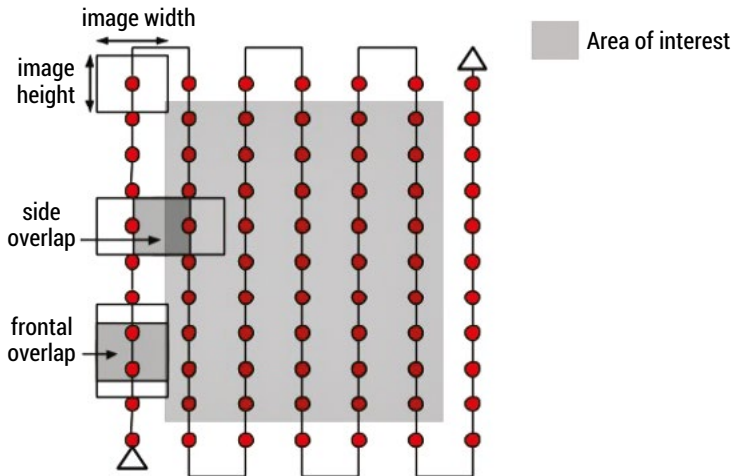


FIG. 7.7. Ideal image acquisition plan – general case (Source: WEB-4)

As the image acquisition plan has a high impact on the quality of the results, it is important to design it carefully. The recommended overlap for most cases is at least **75% frontal overlap** (with respect to the flight direction) and at least **60% side overlap** (between flying tracks). It is recommended to take the images with a regular grid pattern (Fig. 7.7). The camera should be maintained as much as possible at a **constant height** over the terrain/ object to ensure the desired ground sample distance (GSD).

The module *Pix4Dcapture* offers the possibility to fly four different kinds of autopilot missions and one manual but semi-automatic mission (Fig. 7.8). To get the best results out of the image acquisition plan, the type of mission has to be chosen depending on the terrain/ objects that need to be reconstructed.

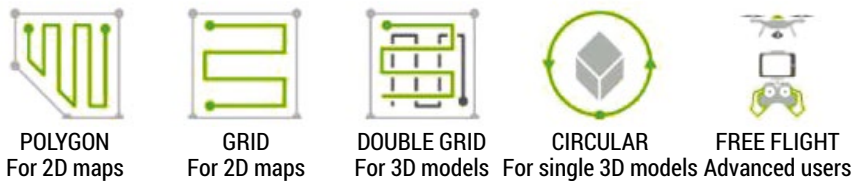


FIG. 7.8. Different kind of autopilot missions (Source: WEB-4)

In an aerial mapping survey, are using ground control points (GCPs) are used which the surveyor can precisely pinpoint: with a handful of known coordinates, it is possible to accurately map large areas. A GCP is a point of known coordinates in the area of interest. Its coordinates can be measured using traditional surveying methods measuring with GPS or total stations; obtaining by other sources (LiDAR, older maps of the area, web map service, even from Google Earth application). Ground control points can be anything that can be easily recognized in the images. Typically, they look like a small section of a checkerboard. The shape leaves very little ambiguity about where the ‘point’ of a ground control point is. They’re almost always black and white because it is easier to recognize high contrast patterns. In order to obtain more precise aerial mapping products, the points/ targets are distributed in a specific order: projecting points at the edges of an object considering configuration, but not so close to the margins because they will not be seen in several images; one point in territory center, as well as points in the areas of a complicated relief (Fig. 7.9). Recommendation for GCPs number – 5 points, minimum – 3, usually – 5–10. Each of GCPs should be seen in 2 images as a minimum, if relief is complicated – 5 GCPs should be seen in 5 images.

The *Pix4Dmapper* software is supplied with computer-vision algorithms combined with proven state-of-the-art photogrammetric techniques to produce outputs with the highest accuracy and with minimal manual interaction. This software is a new concept extending the stereo view triangulation and increasing the accuracy of 3D modelling. Aerial images are imported in consideration with their locations, orientations, and camera calibrations parameters. The use of photogrammetric algorithms

allows correction of the image orientations. The software at first performs the adjustment with photo tie points, automatically matching the tie points in all images. Tie points are usually distributed densely, even in low terrain texture. *Pix4Dmapper* software has efficient possibilities for orthophoto generation, surface modelling, etc. Operations with this package are fully automated and flexible, data input is scalable, output data are easily editable and on-site quality assessment is instant.

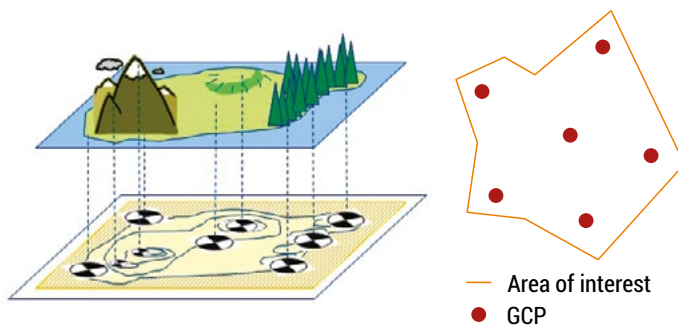


FIG. 7.9. GCPs and their typical distribution (Source: WEB-4)

Using different platforms and sensors for capturing the images, the main photogrammetric procedures remain as follows: aerial triangulation, images orientation, generation of point cloud for surface modelling, production of orthophoto map and vector data collection for GIS or cartographic needs. The relation between images and object coordinates can be established, when the coordinates of ground control points are determined.

Figure 7.10 shows aerial mapping products generated by the use of UAV-Photogrammetry technology; image processing has been performed with software *Pix4Dmapper*.

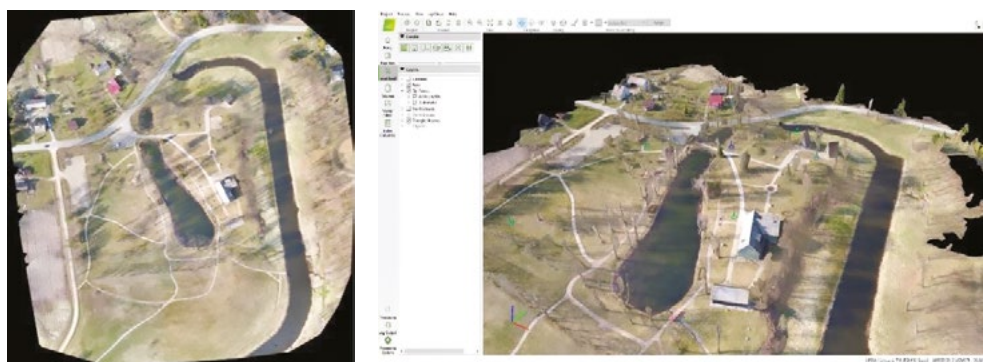


FIG. 7.10. Aerial mapping products: orthophoto map and DSM (Source: own elaboration, 2020)

7.3. Remote sensing with laser systems: LiDAR technology

LiDAR, which stands for Light Detection and Ranging, is a remote sensing method that uses light in the form of a pulsed laser to measure ranges (variable distances) to the Earth. These light pulses, combined with other data recorded by the airborne system, generate precise, three-dimensional information about the shape of the Earth and its surface characteristics (WEB-5). Pulses of light are emitted from a laser scanner, and when the pulse hits a target, a portion of its photons are reflected back to the scanner. Because the location of the scanner, the directionality of the pulse, and the time between pulse emission and return are known, the 3D location (XYZ coordinates) from which the pulse reflected is calculable. The laser emits millions of such pulses, and records from whence they reflect producing a highly precise 3D point cloud (model) which can be used to estimate the 3D structure of the target area.

A LiDAR instrument principally consists of a laser, a scanner, and a specialized GPS receiver. Airplanes and helicopters are the most commonly used platforms for acquiring LiDAR data over broad areas. Two types of LiDAR are: topographic and bathymetric. Topographic LiDAR typically uses a near-infrared laser to map the land, while bathymetric LiDAR uses water-penetrating green light to also measure seafloor and riverbed elevations.

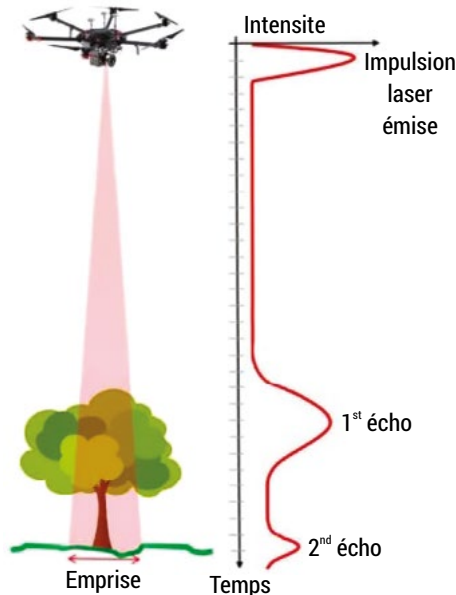


FIG. 7.11. Principle of LiDAR operation (Source: WEB-2)

The principle of LiDAR operations (Fig. 7.11):

1. Emitting a laser pulse on a surface;
2. Catching the reflected laser back to the LiDAR pulse source with sensors;
3. Measuring the time laser travelled;
4. Calculating the distance from source with the formula:

$$\text{Distance} = (\text{Speed of light} \times \text{Time elapsed}) / 2.$$

The equipment needed to measure a million distances from sensors to surface points is installed in a LiDAR system. This advanced-technology operates really fast as it is able to calculate the distance between LiDAR sensors and target. LiDAR systems integrate 5 main components whether they are used on automotive, aircrafts or unmanned aerial vehicles:

1. Flying vehicle.
2. Scanning laser emitter-receiver unit.
3. Differentially-corrected GPS.
4. Inertial measurement unit (IMU).
5. Computer.

LiDAR systems pulse a laser light from various mobile systems (automobiles, airplanes, unmanned aerial vehicles) through air and vegetation (aerial laser) and even water (bathymetric laser). A scanner receives the light back (echoes), measuring distances and angles. The scanning speed influences the number of points and echoes that are measured by a LiDAR system. The choice of optic and scanner influences greatly the resolution and the range in which you can operate the LiDAR system.

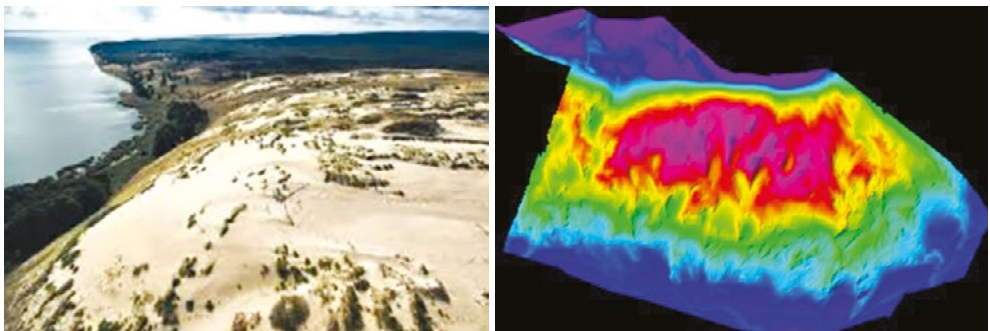


FIG. 7.12. 3D model generated from LiDAR data (Source: own elaboration, 2020)

Whether a LiDAR sensor is mounted on an aircraft, car or UAV (Unmanned Aerial Vehicle), it is crucial to determine the absolute position and orientation of the sensor to make sure data captured are useable data. Global Navigation Satellite Systems (GNSS) provide accurate geographical information regarding the position of the sensor (latitude, longitude, height) and an Inertial Measurement Unit (IMU) defines

at this location the precise orientation of the sensor (pitch, roll, yaw). Data recorded by these devices are then used to generate data into static points: the basis of the 3D mapping point cloud.

In order to collect the data, computation is required to prepare the LiDAR system to work by defining precise echo position. It is required for on-flight data visualization or data post-processing as well to increase precision and accuracy delivered in the 3D mapping point cloud.

LiDAR data – acquired dense point cloud can be processed using the software *MicroStation*, Bentley. This software is an innovative and integral technology of today providing possibilities for 3D surface modelling. Properly generating a digital surface model, it is necessary to add the *TerraScan* and *TerraMatch* toolbars (WEB-6). Figure 7.12 shows 3D models of a surface, generated from LiDAR data.

References

1. Armenakis C., Patias, P. (2019) *Unmanned vehicle systems for geomatics: towards robotic mapping*. Scotland, UK: Whittles publishing, 2
2. Chang, N., Bai, K. (2018) *Multisensor data fusion and machine learning for environmental remote sensing*. Taylor & Francis group, 2
3. Xiang T., Xia, G., Zhang L. (2019) Mini-Unmanned Aerial Vehicle-Based Remote Sensing: Techniques, applications, and prospects. *IEEE geoscience and remote sensing magazine*, pp. 29–63
4. Ruzgienė, B. (2008) Fotogrametrija. *Vilnius. Technika*. pp. 15
5. Nex, F., Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. *Appl Geomat* 6, pp. 1–15 <https://doi.org/10.1007/s12518-013-0120-x>
6. WEB-1: GIS Geography. What is Remote Sensing? The Definitive Guide (2020) [Online] Available from: <https://gisgeography.com/remote-sensing-earth-observation-guide/#chapter1> [Accessed 8.10.2020]
7. WEB-2: LiDAR (2020) [Online] Available from: <https://www.yellowscan-lidar.com/knowledge/how-lidar-works/> [Accessed 14.10.2020]
8. WEB-3: Dji Enterprise. Light detection and ranging (2020) [Online] Available from: <https://www.yellowscan-lidar.com/knowledge/how-lidar-works/> [Accessed 8.10.2020]
9. WEB-4: Pix4D (2020) [Online] Available from: <https://www.pix4d.com/> [Accessed 13.10.2020]
10. WEB-5: What is LiDAR? (2020) [Online] Available from: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html> [Accessed 12.10.2020]
11. WEB-6: Bentley MicroStation [Online] Available from: <https://www.bentley.com/en/products/product-line/modeling-and-visualization-software/microstation> [Accessed 14.10.2020]

7. PAŽANGIOSIOS AEROKARTOGRAFAVIMO TECHNOLOGIJOS

Birutė Ruzgienė, Lina Kuklienė, Indrius Kuklys, Dainora Jankauskienė

Nuotolinių tyrimų technologijai priskiriamas aerokartografavimas, kuris yra vienas iš pažangiausių būdų informacijai apie Žemės paviršių ir kitus objektus gauti. Kartografinių produktų ir 3D modelių kokybė daugiausiai priklauso nuo tinkamai parengto aerofotografavimo (skenavimo) skrydžių projekto, kvalifikuotai atliktų fotogrametrinių procesų bei sėkmingo skrydžių realizavimo vietovėje.

7.1. Nuotolinių tyrimų samprata

Nuotoliniai tyrimai (*RS – Remote Sensing*) – tai fotografinių vaizdų gavimas, apdorojimas ir analizė, kai neprisiliečiant prie objekto, specialių jutiklių pagalba siekiama surinkti informaciją apie objektą ir jo padėtį bei gauti tinkamus duomenis įvairiems sprendimams priimti. Aplinkos ir žemės paviršiaus stebėjimams skirtą nuotolinių tyrimų technologiją dar galima apibūdinti ir taip – tai menas ir mokslas patikimai informacijai apie Žemės paviršių ir ant jo esančius objektus gauti, neturint tiesioginio sąlyčio, fiksuojant ir išsaugant skleidžiamą ar atspindėtą nuo žemės paviršiaus elektromagnetinę energiją, gaunama informacija, kuri yra apdorojama, analizuojama ir interpretuojama (Chang, Bai, 2018).

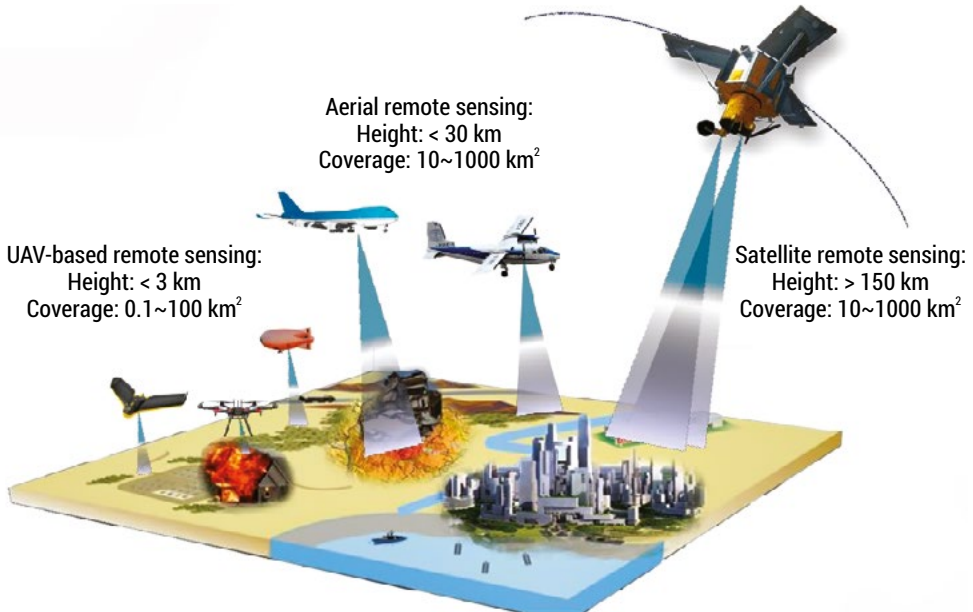
Nuotolinių tyrimų technologija naudojama Žemės paviršiui ir objektams kartografuoti. Fotografiniai duomenys gaunami iš įvairių jutiklių, įrengtų skirtingose platformose (bepilotėse skraidyklėse, lėktuvuose, erdvėlaiviuose ir palydovuose, laivuose ir povandeniniuose laivuose) bei antžeminių stočių, neprisiliečiant prie kartografuojamų objektų. Skirtingų platformų naudojimas turi savų privalumų ir trūkumų (7.1 lentelė).

7.1. LENTELĖ. Skirtingų platformų naudojimo vertinimas (Šaltinis: WEB-2)

Platformos	Bepilotės skraidyklės (UAV)	Lėktuvai ir sraigtasparniai	Žemės orbitoje skriejantys palydovai
Privalumai	Labai aukštos skiriamosios gebos fotografiniai vaizdai; automatiškai projektuojamos skrydžių trajektorijos; LiDAR taikymo galimybė.	Aukštos skiriamosios gebos fotografiniai vaizdai; pilotuojamos skrydžio trajektorijos; LiDAR taikymo galimybė.	Aukštos ir didelės skiriamosios gebos fotografiniai vaizdai; didelė aprėptis.
Trūkumai	Labai maža aprėptis; vizualinė stebėjimo zona.	Maža aprėptis; skrydžio valdymo principas.	Aprėptis priklauso tik nuo orbitos trajektorijos; kliūtys dėl debesuotumo.

Gaunant fotografinius vaizdus nuotolinių tyrimų būdu, atsižvelgiama į šiuos veiksnius: skrydžių realizavimo parametrus, fotografinių vaizdų skiriamąją gebą ir fotografuojamos vietovės dydį. Palydovuose įrengti jutikliai fiksuoja duomenis globaliniu mastu, bepilotėse skraidyklėse įrengtomis fotokameromis aerofotografuojamos nedidelės teritorijos, o lėktuvuose ir sraigtasparniuose – vidutinio dydžio teritorijos.

Nuotolinių tyrimų platformų tipai ir kai kurios jų savybės pateiktos 7.1 paveiksle.



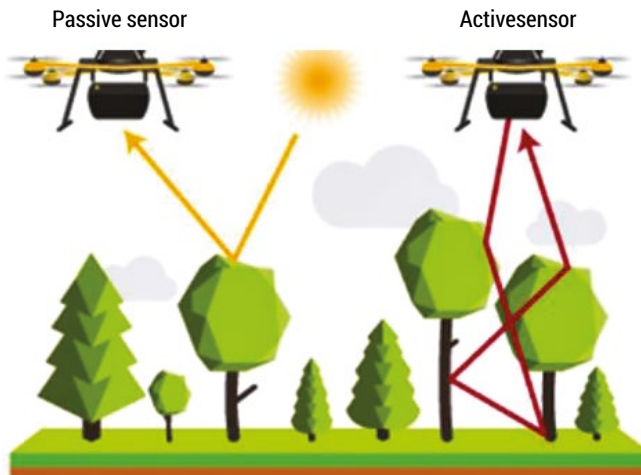
7.1. PAV. Nuotolinio stebėjimo platformų tipai (palydovai, pilotuojami lėktuvai ir žemai skrendančios bepilotės skraidyklės) (Šaltinis: Xiang, T., Xia, G., Zhang L., 2019)

Nuotoliniam stebėjimui naudojami dviejų tipų jutikliai:

1. Pasyvieji, kai fotografuojama optinėmis fotografavimo sistemomis – fiksuojama atsispindėjusi arba išspinduliuota nuo Žemės paviršiaus elektromagnetinė energija. Taikant šį metodą, gaunama aerofotonuotrauka.
2. Aktyvieji, kai elektromagnetinė energija generuojama pačiame jutiklyje. Žemės paviršius skenuojamas radiolokacinėmis (RADAR – *Radio Detection and Ranging*, IFSAR – *Interferometric Synthetic Aperture Radar*) arba lazerinėmis (LiDAR – *Light Detection and Ranging*) sistemomis (Ruzgienė, 2008).

7.2 paveiksle parodytas bepilotėje skraidyklėje integruotų pasyviųjų ir aktyviųjų jutiklių veikimo principas.

Nuotolinių tyrimų duomenys naudojami topografiniams ir teminiams (geologiniams, tektoniniams, geobotaniniams, kraštovaizdžio ir kt.) žemėlapiams sudaryti; kartografinėi medžiagai atnaujinti; greitai kintantiems objektams (pavyzdžiui, žemės ūkio paskirties plotams, naudingųjų iškasenų teritorijoms, miestams, keliams ir hidrotechniniams įrenginiams, statybų aikštelėms) kartografuoti, nepakankamai ištirtoms ir sunkiai pasiekiamoms vietovėms kartografuoti; įvairių procesų ir reiškinių dinamikai stebėti; pasėlių rūšiai, plotui ar būklei nustatyti; žemės ūkio paskirties plotų kitimui stebėti, derliui prognozuoti; sniego dangos storiui didelėse teritorijose nustatyti; sezoninio ledo judėjimui vandenynuose tirti ir kt.



7.2. PAV. Pasyviųjų ir aktyviųjų jutiklių veikimo principas (Šaltinis: WEB-2)

Tobulėjant nuotolinių tyrimų technologijoms, atsiranda vis daugiau panaudojimo sričių ir galimybių taikyti naujose gamybinėse šakose bei mokslo srityse (aplinkosaugoje, visuomenės saugumo, telekomunikacijų įrengime, kt.). Skirtingi nuotolinių tyrimų metodai turi ir privalumų ir trūkumų.

Pastaruoju metu nuotoliniai tyrimai dažnai atliekami aerofotografuojant bei skenuojant lazeriu (LiDAR) iš bepiločių skraidyklių, o fotografiniai duomenys apdorojami fotogrametriniais metodais.

7.2. Nuotoliniai tyrimai naudojant bepilotę skraidyklę

Bepiločių skraidyklių (UAS – *Unmanned Aerial System*) naudojimas įvairiems topografiniams objektams kartografuoti teikia galimybę efektyviai ir šiuolaikiškai gauti geodezinius duomenis. UAV taikymas – tai aerofotografavimo sprendimas, siekiant sutrumpinti laiko sąnaudas ir sumažinti išlaidas, kaupiant aerofotografinius/ kartografinius duomenis bei užtikrinti kartografavimo produktų patikimumą.

Tipinės mobiliųjų segmentų sudedamosios dalys yra šios (Armenakis, Patias, 2019):

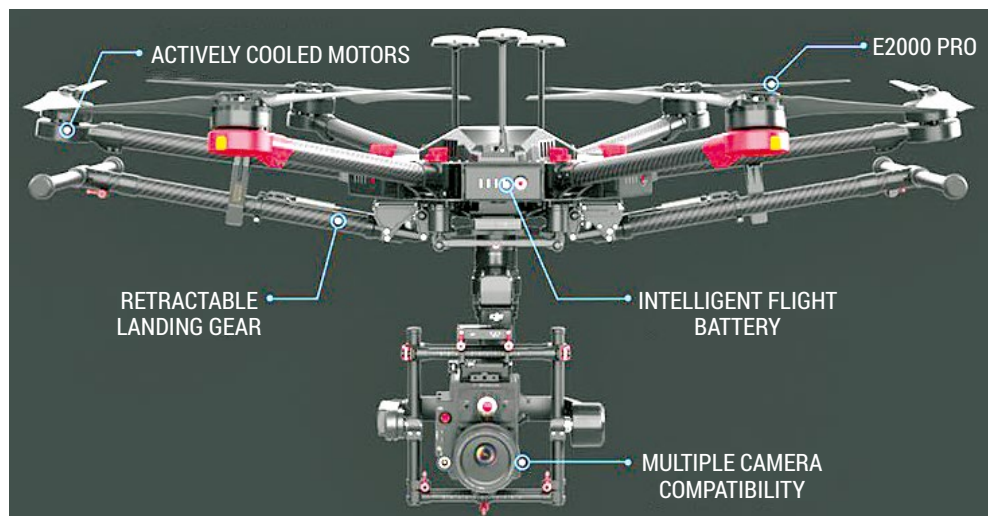
- skriejanti transporto priemonė (platforma) (UAV) su visa reikiama įranga ir programinėmis sistemomis;
- navigacijos modulis nukreipiantis ir valdantis platformos judėjimą, jį sudaro borto autopilotas, pasaulinė navigacijos palydovinė sistema (GNSS), inercinis matavimo įrenginys (IMU), aukštimitis, kompasas ir navigacijos įrenginiai;
- telekomunikacijų ryšiai (komandoms ir valdymui, telemetrijos ir jutiklių duomenų perdavimui);
- varomoji ir maitinimo sistema (akumulatorius, degalų talpa);
- kartografavimo jutikliai (fotografinės/video optinės fotokameros, terminiai, daugiaspektriniai jutikliai bei lazeriniai skeneriai).

7.2.1. Pagrindinės UAV savybės

Pastaraisiais dešimtmečiais bepiločiai orlaiviai (UAV) vis dažniau naudojami įvairiose srityse ir ypač nuotoliniuose tyrimuose, taikant aerofotogrametrijos metodus. Skirtingai nuo pilotuojamų orlaivių ir palydovų, nedidelaime aukštyje skrendančios platformos pasižymi perspektyviomis savybėmis: lankstumu, efektyvumu, didele erdvine ir (arba) laiko skiriamąja geba, maža kaina, paprastu valdymu ir kt., todėl jos yra ekonomiškai efektyvi priemonė nuotoliniams tyrimams.

Aerokartografavimui naudojami įvairių modelių, klasifikacijos ir kategorijų bepilotės skraidyklės, pavyzdžiui, sraigtasparniai su keturiais arba šešiais sparnais arba fiksuoto sparno (*Trimble, UX5*). Kinijos bendrovė *Dà-Jiāng Innovations* (DJI) sparčiai pereina prie naujo teritorijų kartografavimo standarto, derindama patikimą ir labai patogią sistemą. Paviršiaus duomenims rinkti naudojamos standartinės DJI techninės priemonės: platforma *MATRICE 600 PRO* su pagal užsakymą sukurta fotokamera *ZENMUSE X5*, termovizine fotokamera *ZENMUSE XT*, lazeriniu skeneriu *MAPPER LITE 2*, GPNS. *MATRICE 600 PRO* yra šešiakopteris, specialiai sukurtas profesionaliam ir visuomeniniam naudojimui. Jis pasižymi geresnėmis skrydžio

charakteristikomis ir galimybe gabenti didesnę krūvį. Transporto priemonė taip pat turi iš anksto sumontuotas sparnų svirtis ir antenas, kurias sutrumpina skraidyklės paruošimo skrydžiui laiką. *MATRICE 600 PRO* turi šešis rotorius, užtikrinančius papildomą stabilumą ore. Transporto priemonėje taip pat yra šešios baterijos, užtikrinančios didesnę saugumą ir ilgesnį skrydžio laiką. Pagrindinės bepilotės skraidyklės (drono) sudedamosios dalys pateiktos 7.3 paveiksle.



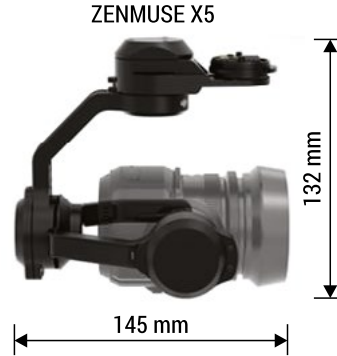
7.3. PAV. Pagrindiniai bepilotės skraidyklės komponentai (Šaltinis: WEB-3)

Pagrindinės *DJI MATRICE 600 PRO* savybės:

- Svoris (su šešiomis TB47S baterijomis) – 9,5 kg.
- Didžiausias pasipriešinimas vėjui – 8 m/s.
- Didžiausias greitis – 65 km/val.
- Kabėjimo ore tikslumas (P-GPS) – vertikaliai: $\pm 0,5$ m, horizontaliai: $\pm 1,5$ m.
- Skraidymo ore trukmė (su šešiomis TB47S baterijomis ir nuskaitymo įranga) – 32–35 min.
- Maksimalus darbinis aukštis virš jūros lygio – iki 2500 m.
- Didžiausias kilimo svoris – iki 15,5 kg.
- Darbinė temperatūra – nuo 10°C iki 40°C.

Fotogrametriniams duomenims kaupti sėkmingai naudojama lengva fotokamera *ZENMUSE X5*, įmontuota *DJI MATRICE 600 PRO* skraidyklėje. Pagrindinės fotokameros *ZENMUSE X5* savybės pateiktos 7.4 paveiksle.

Jutiklis:
 Dydis – 17,3 × 13,0 mm
 Tipas – CMOS
 (papildomas metalo oksido puslaidininkis)
 Pikselių skaičius – 16 mln.
 Skiriamoji geba – 4608 × 3456 px
Optinė sistema:
 Židinio nuotolis – 15 mm / 30 mm
Vaizdo įrašas:
 Skiriamoji geba – 4096 × 2160 px
 Formatas – MP4 / MOV



7.4. PAV. Pagrindinės fotokameros ZENMUSE X5 savybės (Šaltinis: WEB-3)

3D lazerinio skenavimo sistemą LiDAR (*Light Detection and Radar*) galima greitai įmontuoti į bet kokią bepilotę skraidyklę. Vienas iš populiariausių lazerinių skenerių *YellowScan MAPPER LITE 2* yra aukštą tikslumą pasiekianti sistema, kuri pasižymi lengvu valdymu bei naudojimu. Šis skeneris yra visiškai automatizuotas, turi tiesioginį georeferencinių duomenų nustatymą, užtikrina pakankamai didelį kartografavimo iš bepiločių orlaivių tikslumą ir efektyvumą. Pagrindinės lazerinio skenerio *YellowScan MAPPER LITE 2* savybės pateiktos 7.5 paveiksle.

Svoris – iki 2,2 kg
 Navigacijos sistemos:
 GPS, GLONASS, Beidou, Galileo1, SBAS
 Optimalus nuskaitymo aukštis – 10-75 m
 Skenavimo tikslumas – 10 cm (XY), 5 cm (Z)
 Kadru per sekundę skaičius – 18500
 Lazerinio skenavimo technologija
 – iki 3 aidų per vieną kadrą



7.5. PAV. Pagrindinės lazerinio skenerio MAPPER LITE 2 savybės (Šaltinis: WEB-2)

3D lazerinio skenavimo sistema sukurta atsižvelgiant į geodezininkų, kartografų, tyrėjų, nekilnojamo turto valdytojų ir visų, kuriems reikalingi LiDAR duomenys, poreikius.

7.2.2. UAV-Fotogrametrija

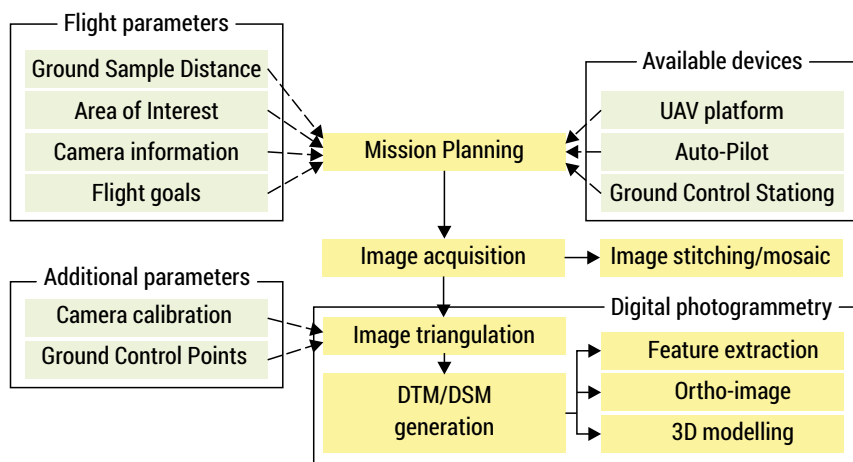
Šiuolaikinė aerofotogrametrijos technologija – UAV-Fotogrametrija (bepiločių skraidyklių sąsaja su fotografinių vaizdų gavyba ir apdorojimu) taikoma nuotoliniuose tyrimuose, kai gaunamas didelis kiekis fotografinių vaizdų, kurie apdorojami taikant fotogrametrinius metodus. Fotogrametrija yra vienas iš pažangiausių metodų,

leidžiančių kaupti informaciją apie Žemės ir kitų objektų paviršių naudojant fotografines nuotraukas. Bepiločių skraidyklių (UAV) su integruota vaizdo fiksavimo kamera, GPNS, valdymo įranga ir specializuota programine įranga fotografiniams vaizdams apdoroti naudojimas sparčiai plečiasi. Aukšto tikslumo (aukštos kokybės) ortofotografiniai žemėlapiai ir trimačiai paviršiaus modeliai yra pagrindiniai produktai, gautami naudojant šią aerofotogrametrijos technologiją.

UAV-Fotogrametrijos technologiją/ sistemą sudaro bepilotės skraidyklės su integruota fotografavimo/ skenavimo įranga, skrydžių planavimo ir valdymo programinė įranga, fotografinių vaizdų apdorojimo programine įranga.

Tipinė UAV-Fotogrametrija technologijos taikymo darbo eiga pateikta 7.6 paveiksle. Pagrindiniai etapai: skrydžių planavimas → fotografinių vaizdų gavimas → UAV fotografinių vaizdų apdorojimas (trianguliacija ir DTM / DSM generavimas).

Šveicarijoje kompiuterinės vizijos laboratorijoje sukurta fotografinių vaizdų apdorojimo programinė įranga *Pix4Dcapture* ir *Pix4Dmapper* yra pagrindinis įrankis, skirtas fotografiniams vaizdams apdoroti, gautiems fotografuojant iš bepiločių skraidyklių. *Pix4Dcapture* yra programinės įrangos *Pix4D* modulis skrydžių planavimui ir fotografinių vaizdų gavimui.

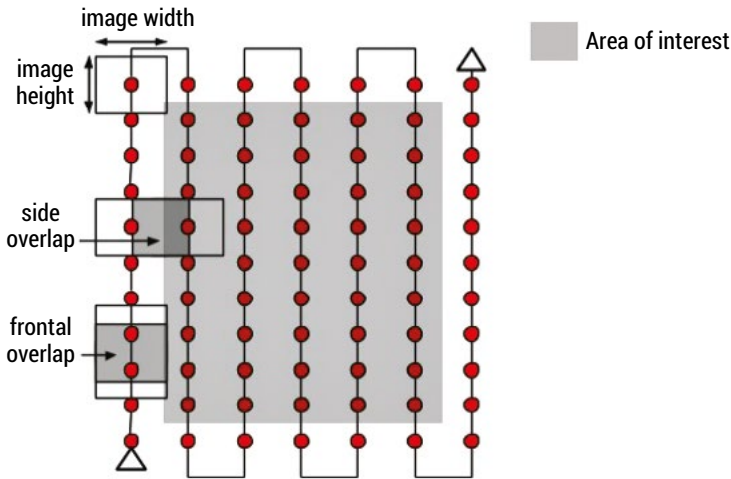


7.6. PAV. Tipinė darbo eiga taikant UAV-Fotogrametrija technologiją (Šaltinis: Nex, F., Remondino, F. 2014)

Pix4Dmapper – tai fotografinių vaizdų apdorojimo programinė įranga, kuri pagrįsta automatinio daugybės bendrų taškų tarp fotografinių vaizdų paieška. Kiekvienas fotografiniame vaizde rastas būdingas taškas vadinamas ryšio tašku. Jei nustatoma, kad du ryšio taškai dvejuose skirtinguose fotografiniuose vaizduose sutampa, tai jie vadinami sugretintais (*matched*) ryšio taškais (atitikmenimis). Kiekviena teisingai sugretintų taškų grupė sukuria taško padėtį 3D erdvėje. Fotografiniai vaizdai dengia vienas kitą (persidengia) ir kuo dengimo sritis yra didesnė,

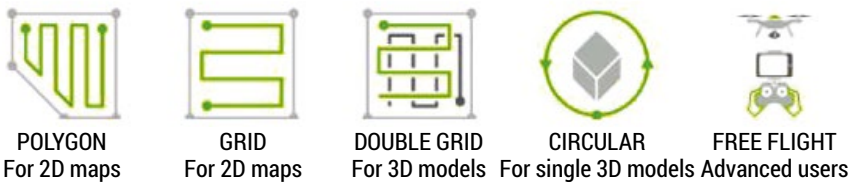
tuo daugiau ryšio taškų (atitikmenų) galima aptikti. Kuo daugiau ryšio taškų, tuo tiksliau galima atkurti 3D erdvę, todėl pagrindinis reikalavimas – išlaikyti kuo didesnę fotografinių vaizdų persidengimą.

Aerofotografavimo (skrydžio) planas turi didelę įtaką fotografinių vaizdų kokybei, todėl svarbu jį tinkamai parengti. Daugeliu atvejų rekomenduojama, kad fotografinių vaizdų išilginis persidengimas būtų ne mažiau kaip 75% (skrydžio kryptimi) ir skersinis dengimas – ne mažiau kaip 60% (tarp skrydžio juostų). Rekomenduojama aerofotografuoti taisyklingu tinkleliu (7.7 pav.). Tam kad būtų užtikrintas reikiamas vaizdo elemento dydis vietovėje (GSD), fotokamera turėtų būti išlaikyta virš vietovės/ objekto pastoviam aukštyje.



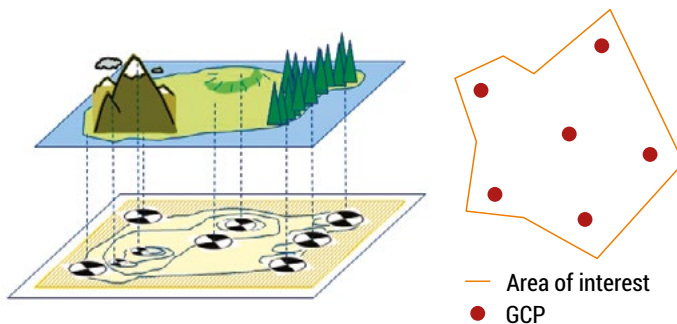
7.7. PAV. Idealus aerofotografavimo (skrydžių) planas (Šaltinis: WEB-4)

Programinio paketo *Pix4D* modulyje *Pix4Dcapture* numatyta galimybė realizuoti skrydžius automatiškai (autopilotu) keturiais skirtingais būdais ir rankiniu (pusiau automatinu) būdu (žr. 7.8 pav.). Norint gauti geriausios kokybės fotografinius vaizdus, skrydžių planavimo/ realizavimo tipą reikia pasirinkti, atsižvelgiant į aerofotografuojamos vietovės ir (arba) objektų ypatumus.



7.8. PAV. Skirtingi skrydžių realizavimo būdai (Šaltinis: WEB-4)

Aerokartografiniams darbams atlikti reikalingi vietovėje esantys atraminiai taškai (GCPs), kurių koordinatės nustatomos geodeziniais metodais. Žinant kelių atraminių taškų koordinatas, galima gauti didelių teritorijų tikslus kartografinius produktus. Atraminis taškas – tai aerofotografuojamoje teritorijoje esantis taškas su nustatytomis koordinatėmis. Atraminių taškų koordinatės gali būti nustatytos tradiciniais geodeziniais metodais, atlikus matavimus su GPS arba su elektroniniais tacheometrais, arba gautos iš kitų šaltinių (LiDAR, senesnių žemėlapių, skaitmeninių žemėlapių internete, net ir naudojantis *Google Earth* programa). Atraminiais taškais gali būti maži vietovėje esantys elementai, kurie būtų lengvai atpažįstami fotografiniuose vaizduose. Standartinis atraminio taško ženklas (taikinyš) dažniausiai yra panašus į nedidelės šachmatų lentos iškarpą juodai-baltos arba raudonai-baltos spalvos, tam kad būtų galima lengviau atpažinti. Siekiant gauti tikslesnius aerofotografavimo produktus, taškai (taikiniai) išdėstomi (projektuojami) tam tikra tvarka. Jie projektuojami objekto pakraščiuose, bet toliau nuo krašto, tam kad būtų matomi keliuose vaizduose; vienas taškas teritorijos centre, taip pat sudėtingo reljefo vietose (7.9 pav.). Rekomenduojama suprojektuoti mažiausiai tris GCP, paprastai – nuo 5 iki 10. Kiekvienas GCP turėtų būti matomas mažiausiai dvejuose fotografiniuose vaizduose, jei reljefas sudėtingas – GCP taškai turėtų būti matomi bent penkiuose fotografiniuose vaizduose.

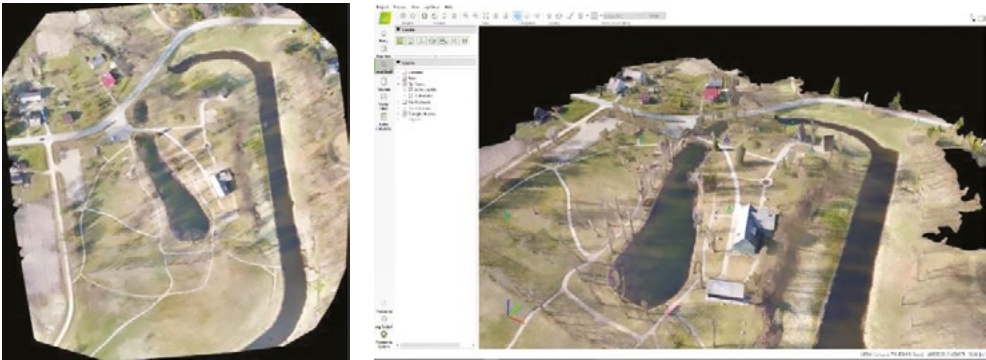


7.9. PAV. GCP ir jų tipinis išdėstymas (Šaltinis: WEB-4)

Pix4Dmapper programinėje įrangoje įdiegti kompiuterinio matymo algoritmai derinami su naujausiais fotogrametrijos metodais ir taip gaunami aukščiausio tikslumo rezultatai su minimaliomis rankinio darbo sąnaudomis. Ši programinė įranga – tai nauja koncepcija, išplečianti stereovaizdo trianguliacijos sprendimo galimybes ir didinanti 3D modeliavimo tikslumą. Aerofotonuotruokos importuojamos atsižvelgiant į georefencinius duomenis, orientavimą ir kameros kalibravimo parametrus. Naudojant fotogrametrinius algoritmus, numatytas fotografinių vaizdų orientavimo koregavimas. Programinė įranga pirmiausiai atlieka ryšio taškų paiešką ir automatiškai surandami atitikmenys visuose fotografiniuose vaizduose. Ryšio taškai paprastai būna išsidėstę tankiai, net ir esant lygiai fotografinio vaizdo tekstūrai. Programinė įranga *Pix4Dmapper* apima ortofotografinės nuotraukos generavimo,

paviršiaus modeliavimo ir kt. procesus. Darbas su šiuo programiniu paketu yra visiškai automatizuotas ir lankstus, duomenų įvestis yra keičiamo dydžio, išvesties duomenys yra lengvai redaguojami, o kokybė įvertinama iš karto.

Naudojant skirtingas platformas ir jutiklius fotografiniams vaizdams gauti, pagrindinės fotogrametrinės procedūros išlieka tokios: aerofotografinė trianguliacija, vaizdų orientavimas, taškų debesies generavimas paviršiaus modeliavimui, ortofotografinio žemėlapių sudarymas ir vektorinių duomenų rinkimas GIS ar kartografijos reikmėms. Ryšys tarp fotografinių vaizdų koordinacių ir objektų geodezinių koordinacių nustatomas pagal atraminių taškų koordinates.



7.10. PAV. Aerofotografavimo produktai: ortofotografinis žemėlapis ir DSM (Šaltinis: parengta autorių, 2020 m.)

7.10 paveiksle pavaizduoti aerofotografavimo produktai, sukurti naudojant UAV-Fotogrametrija technologiją; fotografiniai vaizdai apdoroti programine įranga *Pix4Dmapper*.

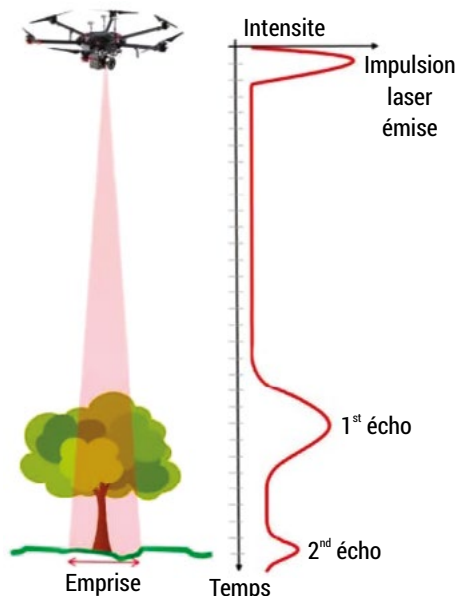
7.3. Nuotoliniai tyrimai lazerinėmis sistemomis: LiDAR technologija

LiDAR (angl. *Light Detection and Ranging*) – tai nuotolinių tyrimų metodas, kai fiksuojamas išsiųsto šviesos impulso (lazerio spindulio pavidalu) kelias ir taip matuojami kintami atstumai iki žemės paviršiaus. Šie lazerio impulsai kartu su aerofotogrametriniais duomenimis leidžia gauti tikslią trimatę informaciją apie žemės paviršių ir objektus (WEB-3). Šviesos impulsus skleidžia lazerinis skeneris, o kai impulsas pasiekia taikinį, dalis jo fotonų atsispindi atgal į skenerį. Kadangi yra žinoma skenerio padėtis, impulso kryptis ir laikas nuo impulso išsiuntimo iki grįžimo, galima apskaičiuoti 3D koordinates (XYZ) objekto, nuo kurio atsispindėjo impulsas. Lazeris išspinduliuoja milijonus tokių impulsų ir fiksuoja jų atspindžius, sudarydamas labai tikslų 3D taškų debesį (modelį), kuris gali būti naudojamas tikslinės srities 3D struktūrai įvertinti.

LiDAR įrangą iš esmės sudaro lazeris, skeneris ir specialus GPS imtuvas. Lėktuvai ir sraigtasparniai yra dažniausiai naudojamos platformos LiDAR duomenims didesne teritorijose gauti. Yra du LiDAR tipai: topografinis ir batimetrinis. Topografiniam žemėlapiui sudaryti LiDAR metodu paprastai naudojamas artimosios infraraudonosios spinduliuotės lazeris, o batimetriniam LiDAR naudojama per vandenį išsiskverbianti žalia šviesa, kuria gali būti fiksuojamas jūros dugno ir upių vagų reljefas.

LiDAR veikimo principas (7.11 pav.):

1. Lazerio impulsas siunčiamas link paviršiaus;
2. Atsispindėjęs lazerio spindulys fiksuojamas jutikliais LiDAR impulsų šaltinyje;
3. Matuojamas lazerio spindulio nueitas laiko tarpas;
4. Skaičiuojamas atstumas iki paviršiaus ($(\text{šviesos greitis} \times \text{laiko tarpo}) / 2$).



7.11. PAV. LiDAR veikimo principas. (Šaltinis: WEB-2)

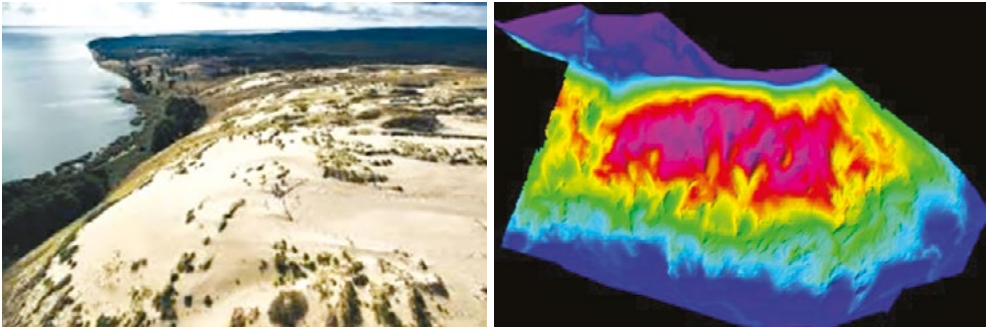
LiDAR sistemoje sumontuota įranga teikia galimybę išmatuoti milijonus atstumų nuo jutiklių iki paviršiaus taškų. Tai pažangi technologija, kurios pagalba labai greitai apskaičiuojami atstumai tarp LiDAR jutiklių ir taikinių. LiDAR sistemos apima penkis pagrindinius komponentus, nesvarbu, ar jos naudojamos automobiliuose, orlaiviuose, ar bepilotėse skraidyklėse:

1. Skraidanti transporto priemonė.
2. Skenuojančio lazerinio spinduliuotojo ir imtuvo įrenginys.
3. Diferencialiai koreguota GPS.
4. Inercinis matavimo įrenginys (IMU).
5. Kompiuteris.

LiDAR sistemos integruotos į įvairias mobiliąsias sistemas (automobilius, lėktuvus, bepilotės skraidykles) skleidžia lazerio spindulį, kuris pereina ir per augmeniją ir net per vandenį. Skeneris priima atsispindėjusį lazerio spindulį (aidą) ir nustatomos polinės koordinatės (atstumai ir kampai). LiDAR taškų kiekis priklauso nuo skenavimo greičio. Nuo optinės sistemos ir skenerio tipo priklauso skiriamoji geba ir diapazonas, kuriame galima naudoti LiDAR sistemą.

Nepriklausomai nuo to, ar LiDAR jutiklis yra sumontuotas orlaivyje, automobilyje ar bepilotėje skraidyklėje, labai svarbu nustatyti absoliučią jutiklio padėtį ir orientavimą. Pasaulinės palydovinės navigacijos sistemos (GNSS) teikia tikslią geografinę informaciją apie jutiklio padėtį (platumą, ilgumą, aukštį), o inercinis matavimo įrenginys (IMU) nustato tikslus jutiklio orientavimo duomenis (polinkio, posvyrio, posūkio kampus). Šios įrangos užfiksuoti duomenys naudojami generuojant taškų debesį į 3D kartografavimo modelį.

LiDAR sistema tinkamai parengiama darbui, kad būtų galima vizualizuoti situaciją skrydžio metu, apdoroti duomenis, pasiekti reikiamą 3D kartografavimo taškų debesies aiškumą ir tikslumą.



7.12. PAV. 3D modelis sukurtas pagal LiDAR duomenis. (Šaltinis: sudaryta autorių, 2020)

Gautą tankų taškų debesį galima apdoroti naudojant *MicroStation*, *Bentley* programinę įrangą. Ši programinė įranga yra šiuolaikiška, suteikianti įvairias 3D paviršiaus modeliavimo galimybes. Tinkamai generuojant skaitmeninį paviršiaus modelį, būtina naudotis įrankių moduliais *TerraScan* ir *TerraMatch* (WEB-6). 7.12 paveiksle pavaizduoti 3D paviršiaus modeliai, sukurti pagal LiDAR duomenis.

Literatūros šaltiniai

1. Armenakis C., Patias, P. (2019) *Unmanned vehicle systems for geomatics: towards robotic mapping*. Scotland, UK: Whittles publishing, 2.
2. Chang, N., Bai, K. (2018) *Multisensor data fusion and machine learning for environmental remote sensing*. Taylor & Francis group, 2.

3. Xiang T., Xia, G., Zhang L. (2019) Mini-Unmanned Aerial Vehicle-Based Remote Sensing: Techniques, applications, and prospects. *IEEE geoscience and remote sensing magazine*, pp. 29–63.
4. Ruzgienė, B. (2008) Fotogrametrija. *Vilnius. Technika*. pp. 15.
5. Nex, F., Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. *Appl Geomat* 6, pp. 1–15 <https://doi.org/10.1007/s12518-013-0120-x>
6. WEB-1: GIS Geography. What is Remote Sensing? The Definitive Guide (2020) [Online] Available from: <https://gisgeography.com/remote-sensing-earth-observation-guide/#chapter1> [Accessed 8.10.2020]
7. WEB-2: LiDAR (2020) [Online] Available from: <https://www.yellowscan-lidar.com/knowledge/how-lidar-works/>, (2020). [Accessed 14.10.2020]
8. WEB-3: Dji Enterprise. Light detection and ranging (2020) [Online] Available from: <https://www.yellowscan-lidar.com/knowledge/how-lidar-works/> [Accessed 8.10.2020]
9. WEB-4: Pix4D (2020) [Online] Available from: <https://www.pix4d.com/> [Accessed 13.10.2020]
10. WEB-5: What is LiDAR? (2020) [Online] Available from: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html> [Accessed 12.10.2020]
11. WEB-6: Bentley MicroStation [Online] Available from: <https://www.bentley.com/en/products/product-line/modeling-and-visualization-software/microstation> [Accessed 14.10.2020]

8. SMART CITY INNOVATION: URBAN TRANSPORT AND STRUCTURE ELEMENTS

Vilma Vaicekauskienė, Eduardas Spiriajevas

8.1. The Concept of Sustainable Urban Mobilit'ies and Their Practically Applied Outcomes

8.1.1. Peculiar SUMP

A Sustainable Urban Mobility Plan (hereafter SUMP) is a strategic plan designed to satisfy the mobility needs of people and businesses in cities and their surroundings for a better quality of life for inhabitants living in urban and suburban areas. The purpose of SUMP is comprised of five following principles:

- Ensurance to all citizens to offer transport options to key destinations within urban and suburban areas;
- Improvement of safety and security of public and freight transportation systems;
- Reduction of air and noise pollution, greenhouse gas emissions and energy (fuel) consumption;
- Improvement of the efficiency and cost-effectiveness in transportation of persons and goods;
- Contribution to enhancing the attractiveness and quality of the urban environment for urban and suburban inhabitants;
- Ensurance of diversified modes for urban daily mobility needs based on principles of sustainability.

The SUMP tackles transport-related problems in urban areas more efficiently. Thereon it is considered a result of a structured process, which comprises the status analysis, urban and transport planning policy and selection of the measures, active communication, monitoring and evaluation, identification of learnt lessons. The basic characteristics of the SUMP are distinguished as following:

- Long-term vision and clear implementation plan;
- Participatory approach of local inhabitants (social groups), stakeholders, urban planners, transport companies, private companies, port authorities, research institutes etc.;
- Balanced and integrated development of all transport modes (public transport, cycling, combined, alternative etc.);
- Horizontal and vertical integration of different communication levels between institutions, social groups;
- Assessment of current and future performance of traffic flows and mobility of passengers as well as pedestrians;
- Regular monitoring, review and reporting;
- Consideration of external costs for all transport modes.

The SUMP is based on a long-term vision for transport and mobility development for the entire urban area (town, city, agglomeration) which covers all modes and forms of transport: public and private, passenger and freight, motorized and non-motorized, moving and parking etc. The SUMP focuses on people and meeting their basic daily mobility needs. It follows a transparent and participatory approach, which brings citizens and other stakeholders on board from the outset and throughout the plan development and implementation process. Participatory planning is a prerequisite for local inhabitants and stakeholders to approach, i.e. social awareness and acceptance on implementation of SUMP and its relevant policy. In this issue, the SUMP fosters a balanced development of all relevant transport modes, while encouraging a shift towards more sustainable modes. The following topics are typically addressed to public transport, non-motorized transport (walking and cycling), intermodality and door-to-door mobility, urban road safety, flowing and stationary road transport, urban logistics, mobility management, and smart transport systems (STS). The development and implementation of SUMP follows an integrated approach with high level of cooperation and consultation between the different levels of government and relevant authorities. The SUMP also identifies specific performance objectives, which are realistic in view of the current situation in urban and suburban areas and it sets measurable targets. These targets are being measured in the framework of indicators.

Table 8.1 presents in a simplified manner some of the main differences between traditional transport planning and sustainable urban mobility planning.

TABLE 8.1. Comparison of aspects of traditional transport planning and sustainable urban mobility planning (Source: authors' systematized material, 2020)

Traditional Transport Planning	Sustainable Urban Mobility Planning
Focus on traffic	Focus on inhabitants
Primary objectives: traffic flow capacity and speed	Primary objectives: Accessibility and quality of life, as well as sustainability, economic viability, social equity, health and environmental quality
Modal-focused	Balanced development of all relevant transport modes and their shifts towards cleaner and more sustainable transport modes
Infrastructure focus	Integrated set of actions to achieve cost-effective solutions
Sectorial planning document	Sectorial planning document that is related to policy areas (such as land use and spatial planning; social services, etc.)
Short and medium-term delivery plan	Short and medium-term delivery plan embedded in a long-term vision and strategy
Related to an administrative area	Related to a functioning area based on travel-to-work patterns
Domain of traffic engineers	Interdisciplinary planning teams
Planning by experts	Planning with the involvement of stakeholders using a transparent and participatory approach
Limited impact assessment	Regular monitoring and evaluation of impacts to inform a structured learning and improvement process

Hence the need for detail sustainable and integrative planning, it deals with the complexity of urban mobility, which has been recognized since 2013. Due to the willingness of municipal authorities to adopt new modes of transport, e.g. electro bikes, shared bikes, combined modes (by private cars and by public transport alike), and thus comprising 8 basic principles of sustainable mobility to be implemented in urban and suburban areas:

- Prepared, adjusted and approved SUMP for the relevant urban area (possibly involving and suburban areas);
- Definition of a long-term vision and a clear implementation of plan;
- Ensured cooperation between different institutions;
- Development of all transport modes in an integrated manner;
- Involvement of citizens (different social groups) and stakeholders;
- Arrangement for monitoring and evaluation;
- Assessment of current and future performance;
- Quality assurance.

In fact, a good planning of the SUMP helps to select and plan the right measures, which implement the basic principles of sustainable urban mobility.

The European Commission strongly recommends that European towns and cities of all sizes should implement the concept of SUMP. These can improve the quality of life for inhabitants by addressing major challenges such as congestion, air/noise pollution, climate change, road accidents, unsightly on-street parking and the integration of new mobility services. Congestion in cities is a major source of delay for commuters and inhabitants. It also increases air pollution and affects the air quality in urban and suburban areas (Green Transportation..., 2016). The planning of freight transport movement using smart IT decisions has become essential, recently. Hence, there many different inventions and innovative solutions based on IT technologies and smart software are being implemented such as:

- Distribution of freight using e-cargobikes within the area of inner cities;
- Assurance of smart traffic management process;
- Smart mobility solutions;
- E-car-sharing pool;
- Promote shared use of electric cars and reduce number of parking spaces;
- E-cargobike pool;
- Promote shared use of e-cargobikes by residents;
- Mobility stations for multiple travel alternatives;
- Car-sharing to expand range of car;
- Bike-sharing alternatives;
- Bike-storage constructions;
- Smart taxi stand system;
- Prioritization of public transport on the lane giving sign aged priority for public transport;
- Creation of the „Green corridors“ for freight and public transport by management of smart traffic lights (Fig. 8.1).

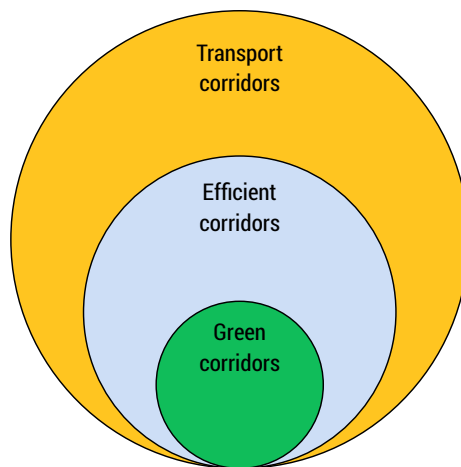


FIG. 8.1. The structural place of Green corridor within the structure of transport corridors (Source: G. Panagakos, H. Psaraftis, 2012)

In urban areas the Green corridor concept was introduced in 2007 by the Freight Transport Logistics Action Plan of the European Commission (European Commission, 2007). According to this document the following principles are distinguished:

- Green transport corridors are marked by a concentration of freight traffic between major hubs and the logistics centres, port areas, industrial areas;
- Flows of public transport and freight are being encouraged along Green corridors to rely on smart technology related to regulation of traffic lights in order to reduce the cross-urban travel time;
- Green transport corridor also can be used for trans-shipment facilities and supply of goods and materials;
- Green corridors could be used to experiment with environmentally-friendly, innovative transport units, and with advanced Smart Transport Systems (ITS) applications in urban areas in particular (Faste'n & Clemedtson, 2012).

Also, the Green corridor aims at reducing environmental and climate impact such as:

- Implementation of sustainable logistics solutions with documented reductions of CO₂ emissions;
- Implementation of logistics concepts with optimal utilization of all transport modes called intermodality;
- Creation of platform for development and demonstration of innovative logistics solutions, including IT based smart technologies.

Herein, it is possible to distinguish two definitions of Green corridor:

- A corridor which is economically efficient and environmentally sustainable;
- A corridor which takes a central position in transportation of freight and passengers by public transport.

A holistic policy approach is needed to deliver on wider sustainable development objectives. Thus, the public awareness and acceptance in behavior of daily mobility are very important social factors. Society (as local inhabitants, social groups) plays an important role in the process of the implementation of sustainable urban mobility principles. Social behavior is a key determinant in assurance of sustainable mobility processes. Addressing a broader range of policy objectives can help forming consensus among key political and societal actors.

8.1.2. Implementation of Sustainable Urban Mobility Principles: a Case of Klaipeda City

Adapting good practices in SUMP was designed to support the SUMP preparation process by collecting and presenting experiences of other European countries and other interested bodies, on purpose to promote public awareness about different mobility

patterns. Adapting good practices in SUMP is a complex process, which has to be implemented in the application of an interdisciplinary approach, involving cooperative activities between different municipal and public institutions, active social groups and stakeholders as well. For Klaipėda city, the structural share of modal split of mobility foreseen until 2030 means as follows: 35 percent of population use public transport, 33 percent – walking, 25 percent use private cars, 7 percent – cycling. During the period of 2017–2020 shifts of modal split are moving towards the planned structure with some exceptions. These exceptions depend on the behavior of different social groups, weather conditions in autumn and winter, the reconstruction of infrastructure, when due to different individual obstacles the preferences, are given more to private cars and less to alternative means and public transport. This is the most important issue of public awareness and acceptance (Table 8.2).

TABLE 8.2. Summary of the main impact results of SUMP implementation in Klaipėda city (Source: authors' s research material, 2020)

Sustainable mobility principle	Indicator	Results		
		Indicator mean before, % 2017	Indicator mean after, % 2020	Impact as change, %
Shape more integrated transport infrastructure and mobility systems	Dynamics of modal split:			
	Public transport	22,9	20,5	-2,4
	Walking	11,7	11,8	+0,1
	Private cars	45,7	51,2	+ 5,5
	Cycling	9,1	2,8	- 6,3*
	Combined	10,1	11,5	+1,4
	Other alternatives	0,5	2,5	+2,0
	N = 258			
Public awareness and acceptance of SUMP implementation	Awareness level	2,82	3,00	+0,18
	Acceptance level	4,32	4,44	+0,01
	1–5 (low-high)			
	N = 258			
Improve efficiency of urban and freight transport	Increased time accuracy of public transport during the rush hours	76,0	88,0	+12,0 (+1,5 min)
	Decreased cross-urban travel time for freight	-5,0	-8,0	-13,0 (-2,0 min)

*Due to changed habits in usage of public transport, affected by Covid-19 pandemic.

**Due to increased popularity of electro bikes as opposite to cycling.

During the period of 2017–2020 4 units of smart traffic lights installed (out of 21 planned until 2021) for creation of the Green corridor along the port's zone, and CO₂ emissions decreased along the port's zone up to –7,5 percent. Due to developed bike-sharing service by public enterprise CityBee, local inhabitants started to use the bike-sharing system as newly a developed system for daily mobility purposes and as an alternative to private cars in particular for shorter distances of daily commuting. In addition the bike-storage system started to develop by constructing units of bike-sheds related to smart technologies of their usage. The brand new bike-sheds installed in a proximity to public schools and in densely populated residential districts, where socially active local communities are active with a higher level of social responsibility towards the implementation of SUMP's principles. Hence the public awareness and acceptance on implementation of sustainable urban mobility principles changed positively since the SUMP started to be implemented. Social advertisement of the SUMP among different social groups gave the outputs in better social understanding of the SUMP's importance in the processes of daily urban mobility. Supporting activities are very significant in the beginning of SUMP principles implementation in order to approach public attention, which is important in public awareness and acceptance while SUMP was under the first stages of implementation. Supporting activities were applied in the form of scientific and practical events, a public presentation of conducted urban study on daily mobility in the city for different social groups in Klaipeda.

The implementation of a traffic management system for the creation of a Green corridor in relation to the prioritisation of public transport. These two actions are considered as technical ones with IT based technologies and related to the creation of a traffic management a data system as data server and installation of smart traffic lights. The system of smart traffic lights related to traffic data created a Green corridor for the movement of freight and prioritisation of public transport in Klaipeda. After the implementation of sustainable mobility principles, the following drivers were distinguished and summoned:

Strategic: implementation of SUMP regarded by the administration of the Klaipeda municipality. The implementation process has political support due to the expectation that good practices of SUMP will be applied to the city.

Planning: the strategic planning of SUMP and its practical application match the objective to implement the principles of sustainable movement in order to reduce the use of private cars and increase the use of public transport facilities in the city. These planning objectives are highly supported by the central government of the Republic of Lithuania.

Sustainable development: the implementation of the principles of sustainability in the development of the systems of transport and communication is a priority in a national document of "White Book on Regional Development in Lithuania". This priority was approved in October 2017 on a national level.

Publicity: the inhabitants of the city and its suburban areas acquired knowledge on the significance of sustainable mobility principles in daily mobility, which affected a raised public awareness and acceptance of sustainable urban mobility principles.

Institutional: a cooperation between different institutions leads towards a better inter-institutional dialogue for discussion on the implementation of sustainable mobility principles in the city, also taking in account cooperation between the city and the port.

8.1.3. Conclusions

During the period of 2017–2020 the following key impact findings were detected on:

1. The dynamics of the modal split is moving towards the planned structure of modal split in SUMP with some exceptions. These exceptions depend on the behavior of different social groups, weather conditions in autumn and winter, the reconstruction of infrastructure, when due to different individual obstacles, the preferences are given more to private cars and less to alternative means and public transport;
2. The public awareness and acceptance on implementation of sustainable urban mobility principles changed positively since the SUMP started to be implemented;
3. Social advertisement of the SUMP among different social groups output in better social understanding of the SUMP's importance in the processes of daily urban mobility;
4. Supporting activities are very significant in the beginning of SUMP principles implementation in order to approach public attention. Supporting activities were applied in the form of scientific and practical events, such as the public presentation of a conducted urban study on daily mobility in the city;
5. Locals introduced to different scenarios on sustainable urban mobility models, focused on the meanings of improvement of pavements and roadways in the city. It helped to find out the opinion of inhabitants, stakeholders about current mobility situation in order to improve urban environment for pedestrians and cyclists;
6. Development of a Green corridor for freight movement in relation of prioritization of public transport, both are considered as technically and IT based actions for efficient regulation of freight and public transport traffic in order to decrease cross-urban time of freight movement, increased time accuracy of scheduled public transport commuting, decreased CO₂ emissions in the city, i.e. in areas of city and port interaction.
7. Cooperation platform between the city and port authorities is also considered as a focal point which plays a significant role to assure the sustainable urban mobility principles in Klaipėda.

8.2. Smart city innovation: structure elements

Klaipeda Seaport operating in Lithuania is one of the most important transport logistics centers in the country. The importance of logistics centers in the state and Klaipeda has a significant impact on the country's economy (Fig. 8.2).



FIG. 8.2. Picture BLC logistics center (Source: own elaboration, 2019)

All logistics transport centers were built using a variety of construction technologies or construction materials. Smart construction is an information modeling of buildings, it is better known as three-dimensional construction, i.e. BIM – building information model. The 3D model includes all the information about the building. The model covers the entire life cycle and the entire process during which a building is designed, built and even maintained. All data is digitized and available to different professionals (WEB-1).

8.2.1. Smart materials

The most popular building material used in the construction industry is concrete, which at first glance is relatively friendly to human and the environment. The production process of structures made of concrete and reinforced concrete elements uses chemicals which improve properties of concrete material. Many unique concrete production technologies have been developed that, at first glance, give concrete “magical powers”.

Electrically conductive concrete is used for structures operated in cold climates, generally for roads and bridge pavements. Concrete is heated through electrically conductive fillers in it, preventing the formation of an ice layer on the surface and making pavements user-friendly.

Carbon concrete (Furuya, 2000) is the new composite material, which has the potential to revolutionize the entire architecture. The high-performance material is a combination of concrete and carbon fibers. It has more strength, durability and lightness than conventional concrete.

Load-bearing wood concrete. A further innovation in the field of concrete production was recently presented by researchers of the Swiss research program “Resource Wood” (NRP 66), who were using the innovative, sustainable building material “Wood Concrete”. The gravel and sand content is replaced by finely ground wood, i.e. sawdust is mixed into the cement instead of fine aggregate. In some mixtures, sawdust has a proportion of more than 50 percent by volume. This makes concrete significantly lighter than conventional concrete.

Self-healing concrete (WEB-2) was created by Dutch civil engineer, Dr. Schlangen at Delft University (WEB-3). In presentation, he demonstrated the effectiveness of the material by breaking it in two pieces, then putting them back together, and heating concrete in the microwave oven. Once the melted material cools down, element becomes solid. This method requires heating the concrete construction.

Construction material – Luminous cement. The construction industry is evolving and one of the main trends is to move towards more resource and energy efficiency ways of creating and manufacturing structures. Therefore, the application of the cement acting as a ‘light bulb’ is very broad. We can use it in swimming pools, parking lots, road safety signs and in many other situations.

8.2.2. Tilt-up method

The Tilt-Up construction technology is a method whereby building elements (walls, columns) are formed on a construction site, then lifted and placed in the design position by the crane (WEB-4) (Fig. 8.3).

The method is a cost-effective and have a shorter completion time. Tilt-up construction technology is a common method used throughout North America. However, it is not very popular in Europe. Concrete elements can also be formed at factories. Tilt-up differs from prefabricated or formwork cast constructions, because all elements are constructed on the job site. This eliminates the size limitation imposed by transporting elements from the factory to a construction site.

The chronological steps that need to be taken for a tilt-up project are: site evaluation, engineering, footings and floor slabs, forming tilt-up panels, reinforcement placement, embeds and inserts, concrete pouring, panel erection and finishing (WEB-4) (Fig. 8.3, Fig. 8.4).



FIG. 8.2. Tilt-up panel (Source: own elaboration, 2018)

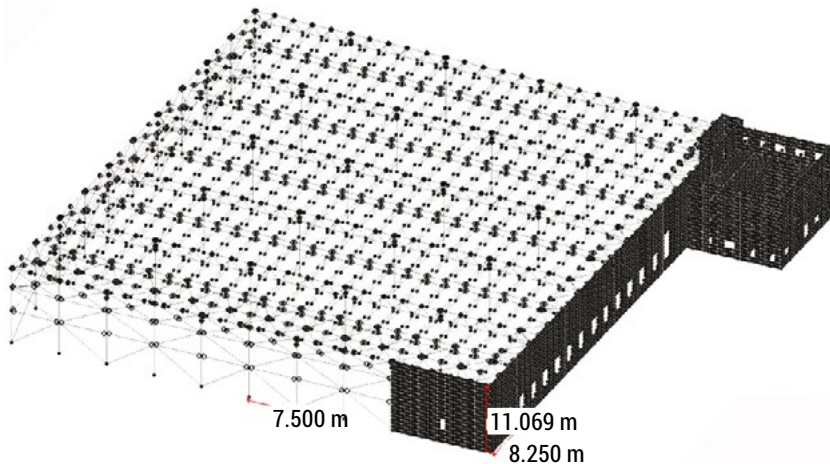


FIG. 8.3. Analytical model of warehouse (Source: own elaboration, 2019)

This method of construction technology requires the installation of a reinforced concrete slab in the construction site for the formwork of elements. If there is no possibility or enough space, then the building floor is installed. Once the formwork has been done, all the necessary inserts (for lifting, supporting, trusses, etc.) are put together and filled with the concrete. When the concrete reaches required strength, element is placed in the design position with the crane. After that, panels are temporarily braced, until they are joined to other supporting structures (roof, floor) (WEB-5). The Tilt-Up construction technology is mostly used for the construction of low-rise storage buildings (Fig. 8.5).



FIG. 8.4. Tilted Tilt-up panels in Stariskes str 9, Laistai (Source: own elaboration, 2019)

8.2.3. Conclusions

1. The rapid emergence of logistics centers and the continuous development of the existing ones is one of the signs that a favorable environment has been created for logistics processes in the Klaipeda Region.
2. The smart technologies and materials used in the development of Klaipeda logistics centers are successfully applied and operated. According to the initial characteristics of operation, all quality requirements have been met, and in general, we can state that the objects created with materials will be of high quality and long-lasting.

References

1. Electrically conductive cement-based materials, D. D. L. Chung*(2004) University of Buffalo, The state university of New York
2. Fastén, G., Clemedtson, P. O. (2012) Green Corridor Manual. An East West Transport Corridor II Report. NetPort.Karlshamn
3. Green Transportation Logistics. The Quest for Win-Win Solutions (2016) Editor H. N. Psarafis. Springer
4. Panagakos, G., Psaraftis, H., Moyano, H., Holte, E-A. (2012) Green Corridors handbook (Vol. II). SuperGreen project, Document number: 07-20-PP-2012-05-02-3.
5. Supporting EU's Freight Transport Logistics Action Plan on Green Corridors Issues (2007). Seventh Framework Programme. The European Commission (2007).
6. https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20120405_225725_78542_D2%205_WP%20_Super%20Green_FINAL%20PUBLIC.pdf
7. WEB-1 <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/inspired/smart-cities> [Accessed: 10.10.2020]
8. WEB-2 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S110016815000447> [Accessed: 10.10.2020]

9. WEB-3 <https://www.letsbuild.com/blog/10-innovative-construction-materials> [Accessed: 10.10.2020]
10. WEB-4: <https://tiltwall.ca/blog/tilt-up-construction-the-past-the-present-and-the-future/> Tilt-Up Construction: The Past, The Present, And The Future [Accessed: 06.03.2020]
11. WEB-5 The basics of Tilt-Up construction: <https://www.korteco.com/construction-industry-articles/basics-tilt-construction/> [Accessed: 06.03.2020]. Yasubumi Furuya, in *Comprehensive Composite Materials*, 2000

8. IŠMANAUS MIESTO INOVACIJA: MIESTO TRANSPORTAS IR STRUKTŪROS ELEMENTAS

Vilma Vaicekauskienė, Eduardas Spiriajevas

8.1. Darnaus miesto judumo koncepcija ir jos praktinis pritaikomumas

8.1.1. Peculiar SUMP

Darnaus judumo mieste planas (toliau – SUMP, angl. Sustainable Urban Mobility Plan) – tai strateginis planas, skirtas miestų ir jų apylinkių gyventojų bei įmonių darbuotojų judumo poreikių planavimui kasdienio keliavimo darbo, laisvalaikio ir kitais tikslais, siekiant geresnės miestų ir priemiesčių gyventojų gyvenimo kokybės. SUMP sudaro šie esminiai principai:

- Užtikrinti, kad visiems gyventojams, kurie gyvena miestuose ir priemiesčiuose būtų galimybė kasdieniam judumui rinktis viešąjį transportą;
- Užtikrinti viešojo ir krovininio transporto sistemų sugumą ir jų gerinimą;
- Mažinti oro ir triukšmo taršą, šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą ir energijos (kuro) sąnaudas;
- Gerinti gyventojų ir prekių transportavimo ekonominę efektyvumą;
- Didinti miesto aplinkos patrauklumą ir kokybę miestų ir priemiesčių gyventojams;
- Įvairiais būdais skatinti darnaus judumo principų taikymą gyventojų kasdiniame judume.

SUMP siekiama veiksmingai spręsti transporto funkcionavimo problemas miesto teritorijose. Taip pat siekiama analizuoti transporto planavimo politiką ir nustatyti bei parinkti reikiamas priemones aktyviai komunikacijai su visuomene, vykdyti gyventojų judumo ir transporto sistemų veiklos stebėseną, atlikti vertinimą ir nustatyti gerąsias praktikas. SUMP paskirtis:

- Darnaus judumo ilgalaikės vizijos formavimas ir jos įgyvendinimo planas;

- Dalyvaujamojo požiūrio taikymas, kuomet į sprendimų priėmimą įtraukiami gyventojai (socialinės grupės), rėmėjai, miesto planuotojai, transporto įmonės, privataus verslo atstovai, jūrų uosto administracija, tyrimų institutai ir kt.;
- Suderinti ir integruoti visų transporto rūšių plėtrą (viešąjį transportą, dviračių takų infrastruktūrą, kombinuoto transporto sistemas, kitas judumo darnias alternatyvas ir pan.);
- Užtikrinti horizontalią ir vertikalią skirtingų komunikacijos lygių integraciją tarp institucijų ir socialinių grupių;
- Įvertinti dabarties ir ateities transporto srautus, keleivių ir pėsčiųjų judumą;
- Atlikti nuolatinę darnaus judumo planavimo ir įgyvendinimo procesų stebėseną;
- Analizuoti visų transporto rūšių kaštus.

SUMP pagrįstas ilgalaikis visų miesto ir priemiesčių transporto ir mobilumo (judumo) plėtros vizija, kuri apima visas transporto rūšis ir formas: viešąjį ir privatų, keleivinį ir krovininį, motorizuotą ir nemotorizuotą transportą, judėjimą, parkavimą ir kt. SUMP skirtas gyventojams ir jų pagrindinių kasdienio judumo poreikių tenkinimui. Laikomasi skaidraus ir dalyvaujamojo požiūrio, kuris įtraukia piliečius ir kitas suinteresuotąsias šalis nuo pat pradžių į viso plano rengimą bei jo įgyvendinimo procesą. Dalyvaujamas planavimas yra būtina sąlyga, kad vietos gyventojai ir suinteresuotosios šalys galėtų suartėti, t. y. stiprinti socialinį sąmoningumą ir pritarimą SUMP politikos įgyvendinimui. SUMP taip pat skatina subalansuotą visų atitinkamų transporto rūšių plėtrą, kartu skatinant pereiti prie tvaresnių transporto rūšių darniausio judumo įgyvendinimui. Šios SUMP strateginės kryptys paprastai skirtos viešajam transportui, nemotorizuotam transportui (dviračių ir pėsčiųjų infrastruktūros vystymui), kombinuotam transportui ir judumui nuo durų iki durų, judumo saugumui keliuose, kelių transporto infrastruktūros priežiūrai miesto logistikai, judumo valdymui išmaniosioms transporto sistemoms. Kuriant ir įgyvendinant SUMP laikomasi integruoto požiūrio ir aukšto lygio bendradarbiavimu bei konsultacijomis tarp skirtingų valdžios lygių ir atitinkamų institucijų. SUMP taip pat nustato konkrečius veiklos tikslus, kurie yra tikroviški, atsižvelgiant į esamą situaciją miesto ir priemiesčio vietovėse, ir nustato išmatuojamus tikslus. Šių tikslų įgyvendinimo efektyvumas vertinamas pagal nustatytų rodiklių reikšmes. 8.1. lentelėje pateikiami kai kurie pagrindiniai skirtumai tarp tradicinio transporto planavimo ir darnaus judumo mieste planavimo.

Visumoje, reikalingas išsamus darnus ir integruotas planavimas su nagrinėjamu judumo mieste sudėtingumu, kuris Klaipėdoje tapo itin aktualiu nuo 2013 m. Dėl savi-valdybių institucijų noro vystyti mieste naujas transporto rūšis, pvz. elektrinius dviračius, dviračių dalijimosi sistemą, kombinuotą judumą (asmeniniais automobiliais ir viešuoju transportu), toks planavimas apima pagrindinius darnaus judumo principus, kurie turi būti įgyvendinami mieste ir jo priemiesčių teritorijose, pagal paruoštą ir aprobuotą SUMP skirtas darnaus judumo sprendimų ir veiklų įgyvendinimui:

- Nustatoma ilgalaikė vizija ir jos aiškus įgyvendinimo planas;
- Užtikrinamas bendradarbiavimas tarp skirtingų institucijų;
- Integraciniu principu plėtojamos visos transporto rūšys;

- Įtraukiami gyventojai (socialinės grupės) ir rėmėjai;
- Vykdoma stebėseną ir vertinimas;
- Įvertinama dabartinė situaciją ir ateities perspektyvos;
- Užtikrinama darnaus judumo principų ir sprendimų įgyvendinimo kokybė.

LENTELĖ 8.1. Tradicinio transporto planavimo ir darnaus judumo mieste planavimo aspektų palyginimas (Šaltinis: autorių susisteminta medžiaga, 2020 m.)

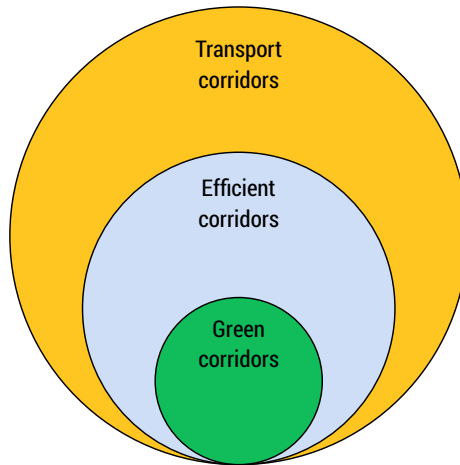
Tradicinis transporto planavimas	Darnaus miesto judumo planavimas
Orientuotas į transportą	Orientuotas į gyventojus
Svarbiausias tikslas: transporto srautų mastas ir greitis	Svarbiausias tikslas: pasiekiamumas ir gyvenimo kokybė, taip pat darnumas, ekonominis gyvybingumas, socialinis teisingumas, sveikatos ir aplinkos kokybė
Orientuotas į transporto rūšis	Subalansuotas visų susijusių transporto rūšių vystymas ir jų perėjimas prie švaresnių ir darnesnių transporto rūšių
Orientuotas į infrastruktūrą	Integruotas veiksmų rinkinys ekonomiškiesiems sprendimams pasiekti
Sektoriaus planavimo dokumentai	Sektorinio planavimo dokumentai, susiję su politikos sritimis (pvz., žemėnauda ir teritorijų planavimu, socialinė paslauga ir kt.)
Trumpos ir vidutinės trukmės planavimas	Trumpos ir vidutinės trukmės planavimas susietas su ilgalaikės vizijos ir strategijos įgyvendinimu
Susietas su administracine vieta	Susietas su funkcinė vieta ir pagrįstas gyventojų kelionių į darbą pavyzdžiais
Eismo valdyme vyrauja technologijos	Eismo valdymo planavime dalyvauja įvairių sričių specialistų grupės
Planuoja ekspertai	Planavimas vyksta pagal įvairių specialistų ir socialinių grupių dalyvaujantį principą
Ribotas poveikio vertinimas	Reguliarus poveikio stebėjimas ir vertinimas, siekiant informuoti struktūrinį mokymosi ir tobulinimo procesą

Visumoje, gerai paruoštas DJMP padeda įgyvendinti darnaus judumo plano priemones pagal numatytus darnaus judumo principus.

Europos Komisija rekomenduoja visiems Europos miestams įgyvendinti SUMP koncepciją. Tai gali pagerinti gyventojų gyvenimo kokybę spręsdžiant tokias pagrindines problemas kaip transporto spūstis, oro taršą, triukšmą, klimato kaitą, nelaimingus atsitikimus keliuose, netvarkingą automobilių statymą gatvėse ir naujų darnaus judumo paslaugų integravimą. Transporto spūstys miestuose yra pagrindinis važiuojančiųjų gyventojų vėlavimo priežastis. Taip pat didina oro taršą ir daro įtaką oro kokybei mieste ir priemiesčių zonose (Green Transportation..., 2016). Krovinių

transporto judėjimo planavimas naudojant išmaniuosius IT sprendimus pastaruoju metu tapo itin aktualus. Taigi, yra įdiegta daug įvairių išradimų ir inovatyvių sprendimų, pagrįstų IT technologijomis ir išmaniaja programine įranga, pavyzdžiui:

- Krovinių paskirstymas naudojant e-krovinius miesto zonoje;
- Išmanaus eismo valdymo proceso užtikrinimas;
- Darnaus judumo sprendimų taikymas;
- Elekromobilių dalijimosi aikštelių statyba;
- Skatinti bendrą naudojamąsi elektromobiliais ir mažinti automobilių stovėjimo vietų skaičių;
- e-krovinių automobilių dalijimosi aikštelių statyba;
- Skatinti gyventojų bendrą naudojamąsi e-krovininiais dviračiais;
- Mobilumo stotelės įvairioms kelionių alternatyvoms;
- Automobilių dalijimasis, siekiant išplėsti automobilių asortimentą nuomai;
- Dviračių dalijimosi sistemos sukūrimas;
- Dviračių saugyklų sistemos sukūrimas;
- Išmanių taksi iškviatimo sistemų sukūrimas;
- Viešojo transporto pirmenybės sukūrimas miesto ir priemiečių keliuose;
- “Žaliojo koridoriaus” sukūrimas krovininiam ir viešajam transportui, įdiegiant išmaniąsias šviesoforų valdymo sistemas.



PAV. 8.1. “Žaliojo koridoriaus” struktūra transport koridoriaus sistemoje (Šaltinis: G. Panagakos, H. Psarftis, 2012)

Europos Komisijos Krovinio transporto logistikos veiksmų plane pažymėta, kad miestuose “Žaliojo koridoriaus” koncepcija pradėta diegti nuo 2007 m. (Europos Komisija, 2007). Pagal šį dokumentą išskiriami šie principai:

- Žalieji transporto koridoriai pasižymi krovinių srauto koncentracija tarp pagrindinių mazgų ir logistikos centrų, uostų teritorijų, pramonės zonų;

- Žaliaisiais koridoriais skatinamas viešojo transporto ir krovinio transporto judėjimas išmaniosiomis technologijomis, kurios susietos su šviesoforų reguliavimu, siekiant sutrumpinti kelionės mieste laiką;
- Žaliojo transporto koridorius taip pat gali būti naudojamas perkrovimo funkcijoms prekių bei medžiagų tiekimui;
- Žalieji koridoriai galėtų būti naudojami eksperimentuojant su aplinką tausojančiais, inovatyviais transporto vienetais ir išmaniomis transporto srautų valdymo sistemomis, ypač miesto teritorijoje (Faste´n ir Clemedtson, 2012).

Be to, žaliuoju koridoriumi siekiama sumažinti poveikį aplinkai ir klimatui, pavyzdžiui:

- Darnių logistikos sprendimų įgyvendinimas, kuris skirtas CO2 emisijų mažinimui;
- Logistikos koncepcijų, optimaliai išnaudojant visas transporto rūšis, vadinamą intermodalumu, įgyvendinimas;
- Inovatyvių logistikos sprendimų, įskaitant IT pagrįstas išmaniąsias technologijas, kūrimo ir demonstravimo platformos sukūrimas.

Galima išskirti du žaliojo koridoriaus apibrėžimus:

- Ekonomiškai efektyvus ir aplinkosaugos požiūriu tvarus koridorius;
- Koridorius, užimantis centrinę vietą krovinių ir keleivių vežime viešuoju transportu.

Norint pasiekti platesnius darnaus vystymosi tikslus būtina taikyti holistinės politikos požiūrį. Taigi, visuomenės sąmoningumas ir priimtinas požiūris į kasdienį judumą yra svarbus socialinis veiksnys. Visuomenė (kaip vietos gyventojai, socialinės grupės) vaidina svarbų vaidmenį darnaus judumo mieste principų įgyvendinimo procese. Socialinis elgesys yra pagrindinis veiksnys, užtikrinant darnaus mobilumo procesus. Įvairūs politikos tikslai gali padėti pasiekti sutarimą tarp pagrindinių politinių ir visuomenės veikėjų.

8.1.2. Darnaus judumo principų mieste įgyvendinimas: Klaipėdos miesto atvejis

Gerosios praktikos pritaikymas skirtas SUMP rengimo procesui paremti, renkant ir pristatant kitų Europos šalių ir kitų suinteresuotų institucijų patirtį, siekiant skatinti visuomenės informuotumą apie skirtingus mobilumo (judumo) modelius. Gerosios praktikos pritaikymas SUMP yra sudėtingas procesas, kuris turi būti įgyvendinamas taikant tarpdisciplininį požiūrį, apimant įvairių savivaldybių ir viešųjų institucijų, aktyvių socialinių grupių ir suinteresuotųjų šalių bendradarbiavimo veiklas. Klaipėdos miestui iki 2030 metų numatyta pasiekti įgyvendinti, kad 35 proc. gyventojų naudotųsi viešuoju transportu, 33 proc. – kasdieniais poreikiais keliautų pėsčiomis, 25 proc. keliautų asmeniniais automobiliais, 7 proc. – dviračiais. Ar bus pasiekta, priklauso

nuo skirtingų socialinių grupių elgesio, oro sąlygų, infrastruktūros rekonstrukcijos, kai dėl skirtingų individualių kliūčių pirmenybė teikiama asmeniniams automobiliams ir mažiau alternatyvioms priemonėms bei viešajam transportui.

LENTELĖ 8.2. SUMP įgyvendinimo Klaipėdos mieste pagrindinių poveikio rezultatų apibendrinimas (Šaltinis: autorių tyrimo medžiaga, 2020 m.)

Darnaus judumo principai	Rodiklis	Rezultatai		
		Rodiklio reikšmė prieš, % 2017	Indicator mean after, % 2020	Impact as change, %
Skatinti integruoto transporto infrastruktūros ir mobilumo sistemų vystymą	Gyventojų judumo struktūrinė kaita:			Gyventojų judumo struktūrinė kaita:
	Viešuoju transportu	22,9		Viešuoju transportu
	Keliavimas pėsčiomis	11,7		Keliavimas pėsčiomis
	Nuosavais automobiliais	45,7		Nuosavais automobiliais
	Dviračiais	9,1		Dviračiais
	Kombinuotai	10,1		Kombinuotai
	Kitos alternatyvos	0,5		Kitos alternatyvos
	N = 258			N = 258
Viešas sąmoningumas ir priimtinas SUMP įgyvendinimui	Gyventojų sąmoningumo lygis	2,82	Viešas sąmoningumas ir priimtinas SUMP įgyvendinimui	Gyventojų sąmoningumo lygis
	Gyventojų priimtino lygis 1–5 (žemas-aukštas)	4,32		Gyventojų priimtino lygis 1–5 (žemas-aukštas)
	N = 258			N = 258
Gerinti viešojo ir krovinio transporto veiksmingumą	Didinti viešojo transporto laiko tikslumą piko valandomis	76,0	Gerinti viešojo ir krovinio transporto veiksmingumą	Didinti viešojo transporto laiko tikslumą piko valandomis
	Mažinti krovinio transporto keliavimo laiką per miesto teritoriją	-5,0		Mažinti krovinio transporto keliavimo laiką per miesto teritoriją

*Dėl pasikeitusių naudojimosi viešuoju transportu įpročių, paveiktų Covid-19 pandemijos.

**Dėl padidėjusio elektrinių dviračių populiarumo.

Per 2017–2020 m. laikotarpį „Žaliajam koridoriui“ sukurti palei uosto zoną įrengti keturi išmanieji šviesoforai (iš 21 planuoto iki 2021 m. pabaigos), dėl ko CO₂ emisija uosto zonoje sumažėjo iki -7,5 proc. VšĮ „CityBee“ išplėtojus dalijimosi dviračiais paslaugą, vietos gyventojai pradėjo naudoti dviračių dalijimosi sistemą kaip naujai sukurtą sistemą kasdieniam judumui, ir kaip alternatyvą asmeniniams automobiliams, ypač trumpesniems kasdienių kelionių atstumams. Be to, pradėta plėtoti

dviračių saugyklų sistema, susietas su išmaniosiomis jų naudojimo technologijomis. Visiškai naujos dviračių saugyklos įrengtos šalia valstybinių mokyklų ir tankiai apgyvendintuose gyvenamuosiuose rajonuose, kur socialiai aktyvios vietos bendruomenės su didesne socialine atsakomybe pritaria SUMP principų įgyvendinimui. Taigi, pradėjus įgyvendinti SUMP, visuomenės supratimas ir pritarimas darnaus judumo mieste principų įgyvendinimui pasikeitė teigiamai. Socialinė SUMP reklama tarp skirtingų socialinių grupių leido geriau suprasti SUMP svarbą kasdienybėje. Pagalbinė veikla yra labai reikšminga SUMP principų įgyvendinimo pradžioje, siekiant priartėti prie visuomenės dėmesio, o tai yra svarbu visuomenės sąmoningumui ir priimtinumui, ypač kai SUMP buvo pradėtas įgyvendinti pirmaisiais etapais. Papildomos veiklos buvo taikomos mokslinių ir praktinių renginių organizavimu, atlikti miesto ir priemiesčių gyventojų tyrimai apie kasdienio judumo poreikius mieste skirtingoms Klaipėdos miesto socialinėms grupėms.

Kuriant „Žaliąjį koridorių“ eismo valdymui, pirmiausia būtina suteikti prioritetą viešojo transporto judėjimui. Prioriteto suteikimas viešojo transporto judėjimui galimas įgyvendinant IT technologijų sprendimus, apjungiant viešojo transporto duomenų sistemas, sukuriant duomenų serverį, kuris informaciją perduotų į išmaniųjų šviesoforų įrenginius. Tokią sistemą Klaipėdoje numatyta įgyvendinti iki 2025 metų. Tai pat su eismo duomenimis susijusi išmaniųjų šviesoforų sistema sukuria „Žaliąjį koridorių“ krovinio transporto judėjimui per Klaipėdos miesto teritoriją.

Darnaus judumo principų įgyvendinimas vyksta pagal šiuos svarbiausius kriterijus ir jų įgyvendinimo sprendimus:

Strateginis: Klaipėdos savivaldybės administracijos įgyvendinamas SUMP, kurio įgyvendinimo procesas turi politinį palaikymą, nes tikimasi, kad geroji SUMP praktika bus pritaikyta mieste.

Planavimo: strateginis SUMP planavimas ir jo taikymas praktikoje atitinka darnios plėtros tikslus, siekiant sumažinti asmeninių automobilių naudojimą ir didinti viešojo transporto naudojimą mieste. Šiuos planavimo tikslus taip pat remia Lietuvos Respublikos centrinė valdžia.

Darnaus vystymosi principų: įgyvendinimas, kuriant transporto ir susisiekimo sistemas yra nacionalinio „Lietuvos regionų plėtros baltosios knygos“ dokumento prioritetas. Šis prioritetas nacionaliniu lygiu buvo patvirtintas 2017 m. spalį.

Viešumo: miesto ir jo priemiesčių gyventojai įgijo žinių apie darnaus judumo principų reikšmę kasdieniame judime, o tai paveikė visuomenės informuotumą ir darnaus judumo mieste principų priimtinumą.

Institucinis: bendradarbiavimas tarp skirtingų institucijų veda link geresnio tarpinstitucinio dialogo diskusijoms apie darnaus judumo principų įgyvendinimą mieste, taip pat atsižvelgiant į miesto ir uosto bendradarbiavimą.

8.1.3. Išvados

2017–2020 m. laikotarpiu buvo nustatytos šios pagrindinės darnaus judumo principų įgyvendinimo poveikio išvados:

1. Gyventojų judumo struktūros dinamika keičiasi ir tampa panaši į suplanuotą struktūrą, numatytą SUMP su kai kuriomis išimtimis. Šios išimtys priklauso nuo skirtingų socialinių grupių elgesio, oro sąlygų rudenį ir žiemą, infrastruktūros rekonstrukcijos, kai dėl įvairių rūšių labiau pirmenybė teikiama keliavimui su asmeniniais automobiliais, ir mažiau keliavimui viešuoju transportu ir kitoms alternatyvaus darnaus judumo priemonėms.
2. Pradėjus įgyvendinti SUMP, pradėjo stiprėti visuomenės supratimas ir pritarimas darnaus judumo mieste principų įgyvendinimui;
3. Socialinė SUMP reklama tarp skirtingų socialinių grupių padeda geriau suprasti SUMP svarbą kasdienio judumo mieste procesuose;
4. Pagalbinė veikla yra labai reikšminga SUMP principų įgyvendinimo pradžioje, siekiant atkreipti visuomenės dėmesį. Papildomos veiklos buvo taikomos organizuojant mokslinius ir praktinius renginius, pavyzdžiui, viešai pristatytas atliktas urbanistinis kasdienio judumo mieste tyrimas;
5. Vietos gyventojai supažinę su įvairiais darnaus judumo mieste modelių scenarijais, žino kelių dangos ir dviračių takų tobulinimo mieste svarbą darnaus judumo alternatyvų pasirinkimui. Tai padėjo nustatyti gyventojų, suinteresuotųjų šalių nuomonę apie esamą judumo situaciją, siekiant pagerinti miesto aplinką pėstiesiems ir dviratininkams;
6. Krovininio transporto judėjimas, žaliojo koridoriaus plėtra, atsižvelgiant į viešojo transporto prioritetų teikimą, yra techniniais ir IT sprendimais pagrįstų veiksmų visuma, siekiant efektyviai reguliuoti krovininio transporto ir viešojo transporto eismą, mažinant krovininio transporto važiavimo laiką per miesto teritoriją, tarpmiestinio viešojo transporto laiko grafikų suderinimas piko valandomis, mažėjanti CO₂ emisija mieste ypač miesto teritorijose, kurios išsidėsčiusios arčiau uosto teritorijų.
7. Miesto ir uosto administracijų bendradarbiavimas sukuria veiksmų platformą, kuri atlieka svarbų vaidmenį darnaus judumo principų įgyvendinimui Klaipėdoje.

8.2. Išmanaus miesto inovacijos: struktūros elementai

Lietuvoje veikiantis Klaipėdos Uostamiestis yra vienas svarbiausių transporto logistikos centras visoje šalyje. Logistikos centrų svarba valstybėje bei Klaipėdoje turi didelę įtaką šalies ekonomikai.

Visi transporto logistikos centrai buvo pastatyti naudojant įvairiausias konstrukcines technologijas bei statybines medžiagas. Išmanioji statyba yra statinių informacinis modeliavimas, dar gerai žinoma kaip trimatė konstrukcija, t.y. BIM – statinio informacinis modeliavimas (angl. building information model). 3D modeliuose galima rasti visą informaciją apie statinį. Modelis apima visą gyvenimo ciklą ir visą laikotarpį, kurio metu yra projektuojamas statinys, statomas ir net eksploatuojamas. Visi duomenys yra susisteminti ir prieinami įvairiems specialistams (WEB-1).



PAV. 8.2. Nuotrauka BLC logistikos centro (Šaltinis: asmeninis archyvas, 2019)

8.2.1. Išmaniosios medžiagos

Pati populiariausia statybinė medžiaga naudojama statybos industrijoje yra betonas, kuris sąlyginai yra nekenksmingas žmonėms ir aplinkai. Betono ir gelžbetonio konstrukcijų gamybos metu yra naudojamos tam tikros cheminės medžiagos, gerinančios betono fizikines ir mechanines savybes. Yra sukurta daugybę betono konstrukcijų gamybos technologijų, kurios suteikia pastarajam „magiškų galių“.

Šalto klimato regionuose yra naudojamas elektrai pralaidus betonas, pagrinde jis naudojamas kelių ir tiltų grindiniams kloti. Tokio tipo betonas turi elektrai laidžius užpildus, per kuriuos yra šildomas, taip užkertant kelią ledo sluoksnio susidarymui ant paviršių ir sudarant saugias eksploataavimo sąlygas.

Anglies betonas (Furuya, 2000) yra nauja kombinuota medžiaga, kuri gali pakeisti visą architektūrą. Aukštos kokybės medžiaga yra sudaryta iš betono ir anglies pluoštų. Ši medžiaga yra stipresnė, patvaresnė bei lengvesnė nei įprastas betonas.

Laikančiosios medienos betonas. Šveicarijos mokslinių tyrimų programos „Medienos ištekliai“ tyrėjai neseniai pristatė dar vieną naują betonų gamybos sritį (NRP 66), kurie naudojo novatorišką, tvirtą statybinę medžiagą „Medžio betonas“. Žvyro ir smėlio turinį keičia smulkiai malta mediena, t.y. pjuvenos yra įmaišomos ne į smulkųjų užpildą, o į patį cementą. Kai kuriuose mišiniuose pjuvenų dalis sudaro daugiau kaip 50 proc. viso tūrio. Dėl šios priežasties medžio betonas yra žymiai lengvesnis nei įprastasis betonas.

Savaime atsinaujinantis betonas (WEB-2) buvo sukurtas olandų statybos inžinierius dr. Schlangen iš Delfto universiteto (WEB-3). Inžinierius įrodė medžiagos efektyvumą padalindamas ją į dvi dalis, vėl sudėdamas ir pašildydamas šį betoną mikrobangų krosnelėje. Kai ištirpusi medžiaga atvėsta, ji tampa tvirta. Šis metodas reikalauja betono konstrukcijos šildymo.

Statybinė medžiaga – šviečiantis cementas. Statybos pramonė nuolatos vystosi bei auga, ir viena pagrindinių tendencijų yra pereiti prie daugiau išteklių ir energijos vartojimo efektyvumo būdų, kuriant ir gaminant konstrukcijas. Taigi, cementas veikiantis kaip „šviesos lemputė“ yra labai plataus naudojimo. Tokį cementą galima naudoti baseinuose, automobilių stovėjimo aikštelėse, eismo saugumo ženkluose ir daugelyje kitų situacijų.

8.2.2. Tilt-up method

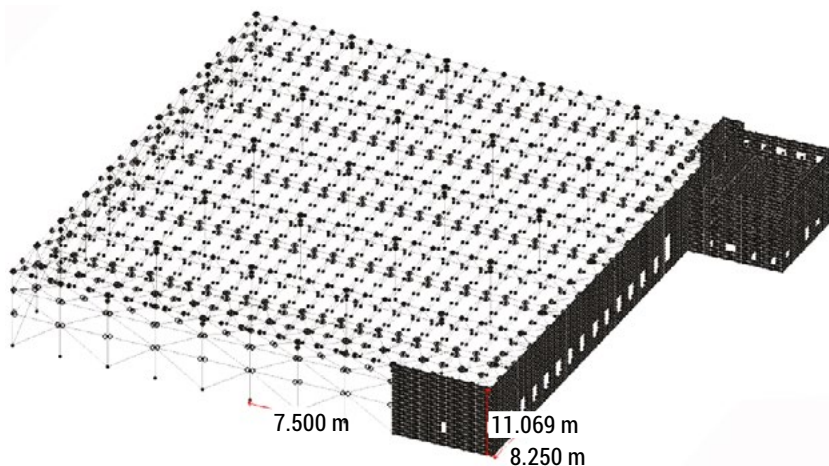
„Tilt – up“ statybų technologija yra metodas, pagal kurį statomi elementai (sienos, kolonos) yra suprojektuoti statybos aikštelėje, tada sudedami į projektinę padėtį kranų pagalba (WEB-4).



PAV. 8.3. „Tilt – up“ panelė (Šaltinis: asmeninis archyvas, 2018)

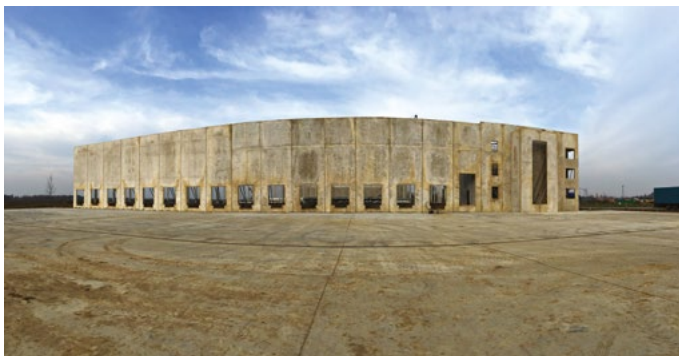
Šis metodas yra ekonomiškąs ir taupus laiko atžvilgiu. „Tilt – up“ statybos technologija yra įprastas metodas, naudojamas visoje Šiaurės Amerikoje. Tačiau, tai nėra labai populiarus statybos būdas Europoje. Konkretūs elementai taip pat gali būti pagaminti gamyklose „Tilt-up“ skiriasi nuo surenkamų ar klojinių liejinių konstrukcijų, nes visi elementai yra sukonstruoti darbo vietoje. Tai leidžia nepaisyti elementų gabaritų apribojimo, kuris yra nustatytas gabenant juos iš gamyklos į statybvię.

Nuoseklūs žingsniai, kuriuos reikia atlikti vykđant „Tilt – up“ projektą yra: statybvięs įvertinimas, inžinerija, pamatų ir grindų plokščių formavimas, pakreipiamų plokščių formavimas, armatūros išdėstymas, klojinių išdėstymas, betono liejimas, plokščių montavimas ir apdaila (WEB-4).



PAV. 8.4. Sandelio analitinis modelis (Šaltinis: asmeninis archyvas, 2019)

Naudojant šią statybos technologiją, statybvięje yra montuojama gelžbetoninė plokštė, skirta elementų klojiniams. Jeigu nėra galimybės ar yra pakankamai vietos, tada įrengiamos pastato grindys. Kai klojiniai yra sumontuojami, visi reikalingi įdėklai (pakėlimui, atramoms, santvaroms ir kt.) yra sujungiami ir užpildomi betonu. Kai betonas pasiekia reikiamą stiprumą, elementas yra įstatomas į projektinę padėtį kranų pagalba. Po to plokštės yra laikinai sutvirtinamos, kol jos sujungiamos su kitomis atraminėmis konstrukcijomis (stogu, grindimis) (WEB-5). „Tilt-Up“ statybos technologija yra dažniausiai naudojamos mažaaukščių sandėliavimo pastatų statybai.



PAV. 8.5. „Tilt-up” technologijos statytos plokštės, Stariskių g. 9, Laistai (Šaltinis: asmeninis archyvas, 2019)

8.2.3. Išvados

1. Logistikos centrų greitas atsiradimas ir tolimesnis vystymasis yra vienas iš ženklų, rodančių, kad Klaipėdos regione yra sukurta palanki aplinka logistikos procesams vykti bei plėstis.
2. Išmaniosios technologijos ir medžiagos, naudojamos plėtojant Klaipėdos logistikos centrus, sėkmingai taikomos ir eksploatuojamos. Pagal pradines eksploatacijos ypatybes, visi kokybės reikalavimai buvo įvykdyti, ir visumoje galime teigti, kad medžiagomis sukurti objektai bus kokybiški ir ilgaamžiai.

Literatūros šaltiniai

1. Electrically conductive cement-based materials, D. D. L. Chung*(2004) University of Buffalo, The state university of New York
2. Fastén, G., Clemedtson, P. O. (2012) Green Corridor Manual. An East West Transport Corridor II Report. NetPort.Karlshamn
3. Green Transportation Logistics. The Quest for Win-Win Solutions (2016) Editor H. N. Psarafis. Springer
4. Panagakos, G., Psaraftis, H., Moyano, H., Holte, E-A. (2012) Green Corridors handbook (Vol. II). SuperGreen project, Document number: 07-20-PP-2012-05-02-3
5. Supporting EU's Freight Transport Logistics Action Plan on Green Corridors Issues (2007). Seventh Framework Programme. The European Commission (2007)
6. https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20120405_225725_78542_D2%205_WP%20_Super%20Green_FINAL%20PUBLIC.pdf
7. WEB-1 <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/inspired/smart-cities>, 2020
8. WEB-2 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016815000447>, 2020

9. WEB-3 <https://www.letsbuild.com/blog/10-innovative-construction-materials>
10. WEB-4: <https://tiltwall.ca/blog/tilt-up-construction-the-past-the-present-and-the-future/> Tilt-Up Construction: The Past, The Present, And The Future (06.03.2020)
11. WEB-5 The basics of Tilt-Up construction: <https://www.korteco.com/construction-industry-articles/basics-tilt-construction/> (06.03.2020). Yasubumi Furuya, in Comprehensive Composite Materials, 2000



Erasmus+