

Zofia Czaplicka (zofia.czaplicka@doktorant.pk.edu.pl)

 <https://orcid.org/0009-0007-7439-4048>

Cracow University of Technology, CUT Doctoral School, Faculty of Architecture

Magdalena Jagiełło-Kowalczyk (m.jagiello@pk.edu.pl)

 <https://orcid.org/0000-0002-3971-839X>

Cracow University of Technology, Faculty of Architecture

Night-time Cityscapes: the Case of Scandinavian Cities

Nocne panoramy miast na przykładzie miast skandynawskich

Abstract

The aim of the research presented in this article is to determine the role of night-time lighting in shaping the night-time skyline of Scandinavian cities in the context of urban lighting planning. The night-time skyline is not merely a representation of the city's spatial form, but a structure shaped by light, a hierarchy of luminance and users' perceptions. The analysis covers both the city's morphology, the presence of architectural landmarks, and the technologies used in urban lighting.

Keywords: night-time city skyline, lighting policy, light pollution

Streszczenie

Celem badań przedstawionych w artykule jest określenie roli oświetlenia nocnego w kształtowaniu nocnych panoram miast skandynawskich w kontekście planowania oświetlenia miejskiego. Panorama nocna nie jest jedynie odwzorowaniem formy przestrzennej miasta, lecz strukturą kształtowaną przez światło, hierarchię luminancji i percepcję użytkowników. Analiza obejmuje zarówno morfologię miasta, rozumianą jako układ przestrzenny i strukturę zabudowy, obecność dominant architektonicznych, jak i technologie stosowane w oświetleniu miejskim.

Słowa kluczowe: nocna panorama miasta, polityka oświetleniowa, zanieczyszczenie światłem

1. INTRODUCTION

The urban panorama, traditionally analysed in daylight as an arrangement of forms and heights, undergoes a fundamental redefinition at night, becoming a structure based on light and luminance perception (Valetti, Floris, Pellegrino, 2021). In this context, the concept of the urban nightscape takes on key significance, understood as a complex nocturnal landscape in which spatial relationships are shaped by the lightscape – a system of architectural and functional lighting – and the luminance hierarchy, which determines the visibility and prominence of individual elements of the city's silhouette (Valetti, Floris, Pellegrino, 2021). As research indicates, it is precisely this variation in brightness, and not merely spatial form, that is responsible for the legibility and composition of the night-time panorama, influencing the identification of landmarks and the perception of urban space (Sousa Del-Negro, 2015).

Modern cities operate around the clock, which means that the night-time image of the city is no longer merely a by-product of the daytime urban structure, but becomes a deliberately shaped element of spatial policy. In this context, lighting plays a dual role – on the one hand, it ensures the functionality and safety of the space, whilst on the other, it serves as a tool of urban composition, allowing selected elements of the landscape to be highlighted and the city's visual identity to be established. As a result, the same spatial structure can be perceived differently depending on the time of day, leading to the emergence of two parallel representations of the city – daytime and night-time – requiring separate yet complementary methods of analysis.

The aim of the research presented in this article is to determine the role of night-time lighting in shaping the night-time skyline of Scandinavian cities. Three cities were selected for analysis: Stockholm, Malmö and Copenhagen, representing the Scandinavian region. This selection is based on their similar geographical, climatic and cultural conditions, which allows for comparative analysis whilst maintaining a high level of contextual consistency. All the cities under study are situated by the water, which has a significant impact on the shaping of the urban structure and the nocturnal light landscape. As research indicates, areas situated by the water constitute a unique environment in which lighting plays a key role in the organisation of space and the perception of the city at night, influencing both its legibility and visual appeal (Zielińska-Dąbkowska, 2019). The study employed methods of critical analysis of literature and statistical data, as well as graphical analysis and in situ surveys.

2. THEORETICAL BACKGROUND AND STATE OF RESEARCH.

In the relevant literature, urban lighting is increasingly analysed as an integral part of spatial planning, rather than merely a technical aspect of infrastructure. The Urban Lighting Masterplan (ULM) is defined as a strategic tool that enables the shaping of a city's night-time landscape through the conscious management of light on various scales – from individual structures to the entire urban skyline (CIE, 2019; Davoudian, 2019). In this context, concepts such as luminance hierarchy, selective illumination and the integration of functional, aesthetic and ecological aspects are of key importance. Contemporary research also emphasises the role of an interdisciplinary approach, combining urban planning, architecture, lighting engineering and social sciences, which enables the creation of more sustainable and informed strategies for shaping the urban night-time environment (Pérez Vega, Zielińska-Dąbkowska, Hölker, 2021).

Based on an analysis of the CIA and LUCI handbooks (Davoudian, 2019) and the processes involved in the development of numerous urban master plans, three main stages in the development of urban lighting masterplans have been identified: the analytical stage, the design stage, and the final stage relating to implementation.

The analytical phase involves conducting comprehensive urban studies, surveying the existing environment and all individual aspects of significance to the city. A prime example of such an analysis is Geneva's second Municipal Lighting MasterPlan (Plan lumière II), which involved numerous specialists who carried out studies for the city. The plan utilised so-called 'dark networks' (*fr. le trame noire*), functioning as ecological corridors for nocturnal animals. These areas are intended to remain unlit in order to create a living space for animals that are active at night. The selection of locations where darkness networks should be established was determined on the basis of analyses and research by biodiversity experts across the entire municipality (Ville de Genève, 2021).

The design phase focuses on identifying key values for urban lighting, drawing on an interdisciplinary approach. These form a complex conceptual framework directly linked to the design of artificial lighting. The hierarchy of these values is not fixed and depends on the priorities of a specific project (fig. 1); however, the most important thing is to maintain a balance between technical, ecological and social aspects so that urban lighting is effective, safe and environmentally friendly (Navaraj, Inkarojrit, 2024).

Depending on the key values selected, the project will place varying degrees of emphasis on specific aspects of how the space functions. An example of this varied approach at the design stage can be seen in the three urban lighting masterplans developed for the city of Lyon. The first focused particularly on cultural heritage, the second on safety, and the third on environmental issues. The greatest challenge for planners is to take all relevant values into account right from the initial design stage. Lyon was a pioneer in finding ways to express the character of the night-time city. The creation of three city lighting strategies,



Fig. 1. Diagram for identifying key values in urban lighting (Navaraj, Inkarojrit, 2024)

each based on different priorities, in this case proves a significant contribution to the design and creation of a coherent theory that will allow the authorities of other cities to create good lighting development plans (Zielińska-Dąbkowska, 2019).

Public consultation is a key element in the development of urban light pollution plans. It is particularly important to educate residents on the perception of lighting, as there remains an intuitive belief that more light means greater safety, and darkness – a threat. Very often, residents express a need for more light, whereas what they actually need is an improvement in the quality of lighting at specific times (Liu et al., 2022). There is a clear distinction between a sense of safety and actual safety. Numerous sociological studies indicate no correlation between lower lighting levels and higher crime rates (Ville de Genève, 2021). The most dangerous places are those where there is a sudden change in lighting

– from intense light to complete darkness. Crimes most often occur in such locations, as people walking along the street may be dazzled or have limited visibility as a result of the sudden change in light intensity.

In conditions of insufficient lighting, the ability to perceive space – including urban space – is significantly impaired, and the image of that space loses its clarity and coherence. A lack of light prevents the correct recognition of spatial relationships, such as the proportions or volume of objects, and also distorts the perception of scale and the boundaries defined by surrounding surfaces. Consequently, architectural and urban details become blurred, and the identification of individual elements of the spatial structure becomes significantly more difficult or even impossible (Michalak, Suchanek, 2021). Research indicates that whilst daytime landscapes are generally characterised by greater regenerative potential, the ability of night-time spaces to reduce stress depends largely on the quality of the lighting design (Zeng et al., 2025). Of particular importance here is the selection of lighting parameters, such as luminous intensity and colour temperature. Low levels of illuminance promote a sense of calm and reduce tension, whilst high illuminance can intensify feelings of anxiety. Furthermore, cool-coloured light is associated with a higher incidence of negative emotional reactions, suggesting its limited suitability for creating welcoming night-time environments (Masullo et al., 2022).

3. THE URBAN PANORAMA AS A PLANNING TOOL

In Europe, we are witnessing a fascination with high-rise development. The popularity of this type of construction influences the shaping of the city skyline. High-rise development alters the existing urban order based on historical landmarks, which have been established as key landscape features (Czyńska, Rubinowicz, Zwoliński, 2017).

The shaping of the city skyline and urban composition is based on a complex set of analytical and design methods, amongst which the morphological approach plays a key role (Hanzl et al., 2025; Kantarek, 2019), enabling the study of the city's spatial structure through the analysis of street layouts, land parcelling and building types (Oliveira, 2016). The compositional method is also of significant importance, utilising principles such as the compositional axis, spatial hierarchy and urban landmarks, which allow for the conscious shaping of spatial layouts and the city's skyline (Almusaed, Almssad, 2019). Contemporary urban planning also integrates configurational and analytical approaches, such as space syntax, which enable the quantitative assessment of spatial relationships and accessibility within the urban fabric (Fleischmann, Romice, Porta, 2021). At the same time, generative and parametric methods are being developed, based on algorithms and shape grammars, which enable the simulation of various urban development scenarios (Jiang et al., 2024). Taken together, these approaches indicate that contemporary urban design is a multidimensional

process, combining traditional principles of spatial composition with modern analytical and digital tools (Jiang et al., 2024).

The urban panorama is a key element of urban landscape analysis and is increasingly used as a planning tool to support the shaping of a city's spatial structure. The literature emphasises that it allows not only for the assessment of urban composition, height relationships or the presence of landmarks, but also for the identification of visual values and the preservation of the city's historic skyline. In this context, the panorama ceases to be merely an aesthetic category and becomes an operational planning tool, used, amongst other things, in visibility analyses and the assessment of the impact of new developments on the landscape.

3.1. DAY-TIME AND NIGHT-TIME PANORAMA

At the same time, contemporary research highlights that the perception of the cityscape is not static, but undergoes significant changes depending on lighting conditions, particularly throughout the circadian rhythm. Traditionally, planning analyses have focused almost exclusively on the daytime skyline, overlooking the night-time aspect which – as researchers point out – plays an increasingly significant role in the functioning of modern, '24-hour' cities. The daytime panorama primarily highlights spatial form, building geometry and compositional relationships, whereas the night-time panorama is shaped mainly by light, illumination and luminance contrasts, leading to a different perception of the same urban structure (Michalak, Suchanek, 2021). This means that a city essentially has two parallel visual representations, which may differ in the hierarchy of elements, the legibility of landmarks and the perception of space. From a planning perspective, the observation of brightness in urban panoramas is a very interesting issue. When designing a city, particular attention is paid to landmarks, the purpose of which is to shape the city's skyline. Night-time analyses of panoramas are still significantly less common than daytime ones. For this reason, there is an increasing emphasis on the need to consider both daytime and night-time panoramas in planning processes, particularly in the context of lighting design, the siting of high-rise buildings, and the shaping of the city's visual identity (Goncikowski, 2022). Analysing these two aspects allows for a more comprehensive understanding of the urban landscape and more informed spatial decision-making.

3.2. LIGHTING HIERARCHY

One of the methods proposed for assessing urban panoramas is to define a hierarchy of the most important landmarks by creating tables in which parameters such as function, historical significance, appearance, visual quality, symbolic value, architectural features, silhouette effect, distance and promotional effect are rated on a scale of 1–10. Based on

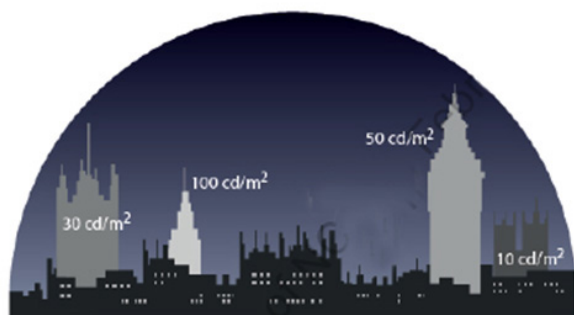


Fig. 2. Illumination of city panoramas (CIE, 2019)

the scores obtained, the appropriate lighting level for a given object can be determined. Differences in scores allow us to identify which objects are most valuable and deserve to be highlighted by lighting (fig. 2) (CIE, 2019).

A specific spatial context is represented by waterfront zones, where lighting plays a key role in organizing space and shaping the perception of the city after dark, influencing both its legibility and visual qualities (Yang, Lyu, 2026). The scenery on the opposite bank (across the water surface) is considered the most visually attractive element without question, as it features both the highest attention distribution index (people look at it frequently) and the longest average gaze fixation time (people willingly spend time admiring it). Interestingly, sources indicate that water itself has relatively limited visual appeal at night; its charm stems rather from the landscapes it helps create (e.g. light reflections) than from its inherent characteristics (Zielinska-Dabkowska, Bobkowska, 2022).

3.3. PANORAMAS AND CONFLICTS

The contemporary shaping of night-time skylines is associated with a range of tensions and conflicts arising from the increasing intensity of artificial lighting. One of the key issues is light pollution, understood as an excess or improper direction of light, leading to the degradation of the night-time environment and a deterioration in perceptual conditions (Zielinska-Dabkowska, 2022).

The problem of light pollution was initially considered mainly in the context of astronomy, but it is now ranked among the sixteen most serious environmental threats (Kyba et al., 2011). This phenomenon has numerous negative consequences. One of its manifestations is the formation of a light haze that limits visibility of the night sky (Falchi et al., 2016). The literature emphasizes that “humanity is gradually enveloping itself in a luminous fog” (Cinzano, Falchi, Elvidge, 2001). Excessive light pollution leads to disruptions in the circadian rhythms of living organisms. The consequences of these changes are primarily

sleep disturbances, as well as numerous health problems, including cardiovascular diseases, metabolic disorders that contribute to the development of obesity and diabetes, depression, and an increased risk of cancers such as breast and prostate cancer (Jurkowlanec, 2017; Skwarło-Sońta, 2015; Kostecka, 2017). The negative impact of artificial light is also observed in the plant and animal worlds (Ffrench-Constant et al., 2016; Singhal, Kumar, Bose, 2018; Eklöf, 2024). Numerous recommendations and guidelines are being developed to reduce light pollution (Hölker et al., 2010). These include, among others, recommendations from organizations such as the Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), the Lighting Urban Community International (LUCI), the International Dark-Sky Association (IDA), and the Illuminating Engineering Society of North America (IES).

In the context of the composition of the skyline, the phenomenon of overexposure of landmarks is particularly significant; through excessive luminance, this leads to the disappearance of a clear visual hierarchy – instead of a distinct structure, a homogeneous, ‘flattened’ silhouette of the city emerges (Valetti, Floris, Pellegrino, 2021). This problem is exacerbated by advertising chaos, particularly in the form of dynamic media façades, whose intensity, variability and lack of control lead to the dominance of commercial messaging over the urban structure and a distortion of spatial perception (Zielińska-Dąbkowska, 2019; Rahinah, 2016). Consequently, the shaping of the city’s night-time landscape becomes a field of conflict between three fundamental values: aesthetics, which seeks to create an attractive and legible panorama; ecology, which advocates limiting light emissions and protecting the dark sky; and economics, which uses light as a tool for promoting and intensifying urban activity (Garrett, 2017).

4. CASE STUDY

The nighttime panoramas analyzed here depict three Scandinavian cities: Copenhagen, Malmö, and Stockholm. They are located at similar latitudes and feature basic urban planning measures designed to maintain a dark sky over the city. Despite differences in size and population (table 1), satellite analysis (www.lightpollutionmap.info) indicates similar brightness levels in the city centers of the three cities analyzed. It follows that Stockholm is the darkest, as despite having the largest population and the largest area, it has similar light pollution levels to the smallest of the analyzed cities – Malmö (fig. 3).

Analysis of satellite data indicates similar average light pollution levels across the cities studied. However, significant differences emerge in the minimum values, which describe the darkest areas of the night sky. It should be noted that the scale used is logarithmic and inverse, meaning that seemingly small differences in higher values correspond to significant differences in the actual level of sky darkness (Ścieżor, Czaplicka, Czaplicka, 2024).

Table 1. Comparison of demographic and geographical data for Copenhagen, Stockholm and Malmö. Own elaboration, based on (Copenhagen Municipality, n.d.; City of Malmö, n.d.; City of Stockholm, n.d.)

Comparison criterion	City	Kopenhaga	Sztokholm	Malmö
Latitude		55,68°N	59,33°N	55,61°N
Population within the city		660 tys.	995 tys.	365 tys.
Population within the metropolitan area		2,1 mln	2,4 mln	0,7 mln
Area		86 km ²	187 km ²	157 km ²

The highest minimum value was recorded in Stockholm (21.74), indicating that this city has the darkest sky among those analysed, despite being the largest in terms of area and population. This may indicate an effective policy of limiting light pollution and a commitment to preserving areas with low light emissions within the city limits. By comparison, in Malmö this value is 20.85, which implies significantly brighter conditions even in the darkest locations (fig. 3). A data analysis method based on high-resolution square grids has shown that the metropolitan regions of Scandinavian cities are characterised by significant heterogeneity in terms of lighting intensity (Mellander et al., 2015). Within a single administrative unit, both densely lit urban areas and relatively dark sections of space coexist (Mellander et al., 2015).



Fig. 3. Satellite analysis of urban lighting in Copenhagen [1], Malmö [2] and Stockholm [3]. Compiled by Z. Czaplicka, based on (Light Pollution Map, n.d.)

4.1. COPENHAGEN

The capital of Denmark has a planning document governing the quality of lighting in urban areas – the Copenhagen Lighting Plan was published by Copenhagen City Council in 2014 (Afrooz et al., 2018). Copenhagen is an example of a city where the night-time skyline is shaped through the conscious and subtle use of light, half-shadows and reflections on the water, rather than through spectacular illumination of the skyline. Due to the low, horizontal structure of the built environment and the city's dispersed character, the lighting focuses on highlighting key points in the public space, such as boulevards along the canals, harbours or historic squares, rather than buildings that dominate in height (Afrooz et al., 2018). As a result, Copenhagen's night-time skyline remains diffuse and harmonious, creating an experiential, sensory character of the urban space that is appealing to both residents and tourists.

Copenhagen is also implementing modern technological solutions based on LED systems and smart lighting control. In pedestrian and cycle areas, lamps equipped with motion sensors are used, allowing the light intensity to be dynamically adjusted according to the presence of users. Self-regulating street lighting systems operate on the basis

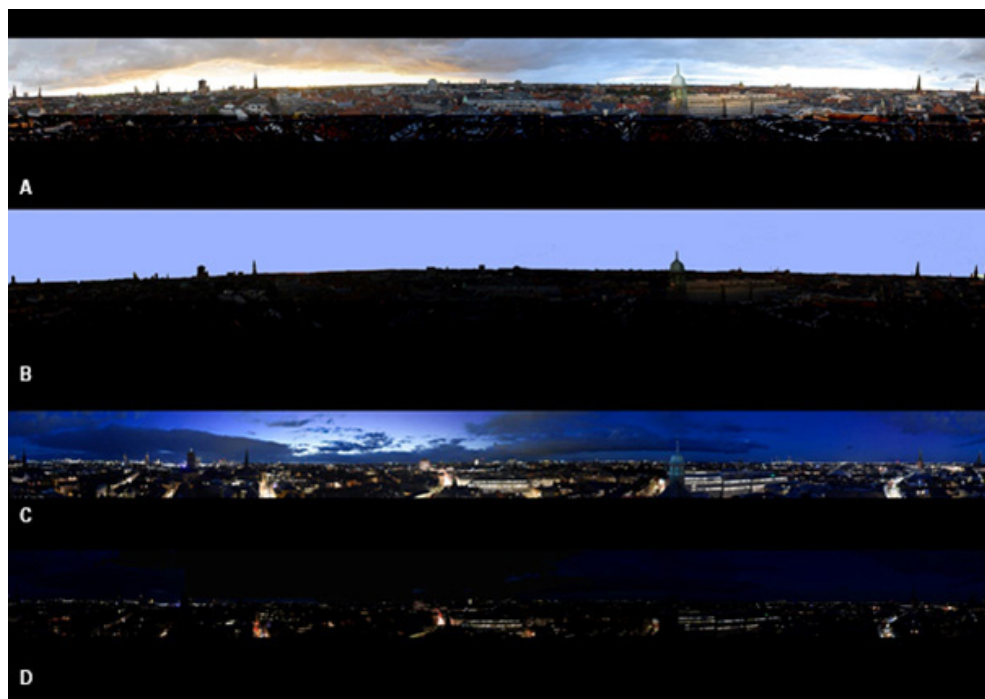


Fig. 4a–d. Comparison of Copenhagen's lightscape: a) 6:02–6:16 p.m. (September 30, 2025); b) analysis a; c) godz. 7:40–7:55 p.m. (September 30, 2025); d) analysis c. Photo and editing by Z. Czaplicka

of pre-programmed time schedules, enabling the optimisation of illumination levels depending on the time of night. Another key feature is the ability to centrally and remotely management of the street lighting network, and the data collected via the *Internet of Things* (IoT)¹ infrastructure enables more informed and sustainable management of the urban environment (Edensor, Billi, 2019).

As in other Scandinavian cities, Copenhagen's lighting policy focuses on reducing light pollution, which protects ecosystems and minimises light pollution. The masterplan supports Copenhagen's pursuit of climate neutrality, takes into account social needs (through resident participation) and ensures environmental protection, including by mapping areas sensitive to light pollution (Szlachetko, 2023). Selective lighting of main thoroughfares enhances safety in key areas, whilst leaving less frequented parks and side streets in semi-shade, striking a balance between functionality, environmental protection and the experience of the night-time skyline (Edensor, Billi, 2019) (fig. 4).

4.2. STOCKHOLM

Stockholm is an example of a very high standard of urban lighting (City of Stockholm, 2018). It has strategies and guidelines that support good urban lighting. The main principle behind Stockholm's lighting policy is storytelling, shaping a narrative of identity through the illumination of historic landmarks such as: City Hall, the church on Riddarholmen Island, St. Nicholas' Church, the Royal Palace in Stockholm, St. Catherine's Church, St. Mary Magdalene's Church, and St. Sophia's Church (City of Stockholm, 2020).

Stockholm is implementing advanced urban lighting solutions based on smart technologies and energy efficiency principles. In pedestrian and cycle areas, LED lighting systems equipped with motion sensors are used, enabling the light intensity to be dynamically adjusted according to the presence of users (Arrival Platform, 2017). Stockholm is a climate-smart and sustainable city, partly thanks to its sustainable lighting that supports energy savings (City of Stockholm, 2020). These solutions are integrated with the IoT infrastructure, which enables data collection and analysis, and consequently supports more effective and sustainable management of the urban environment (Arrival Platform, 2017).

At night, the main pedestrian routes and areas of particular importance from a transport perspective are illuminated. Parks and side streets are not heavily lit. This policy benefits flora and fauna and has a positive impact on light pollution. The design guidelines place great emphasis on ensuring that lighting is designed with the overall effect in mind and to maintain a balance between light and darkness (City of Stockholm, 2020). Of particular importance is the promotion of warm light colours and gentle contrasts between elements

¹ The Internet of Things (IoT) refers to a network of physical objects – “things” – that are equipped with sensors, software, and other technologies to connect and exchange data with other devices and systems via the Internet (Oracle.com, n.d.).



Fig. 5a–d. Comparison of Stockholm's lightscape: a) 1:12 p.m. (September 26, 2025); b) analysis a; c) 11:24 p.m. (September 26, 2025); d) analysis c. Photo and editing by Z. Czaplicka

of the landscape (fig. 5). An important aspect of lighting is the need for round-the-clock illumination. Stockholm emphasises that public spaces should be vibrant at all times of the year. Lighting is an essential element here for sustaining residents' activity during the winter months (City of Stockholm, 2018).

4.3. MALMÖ

Malmö has a long history as an industrial city – in 1873, one of Sweden's largest shipyards was established there. Its highest point was a 138-metre-tall crane, which served as a symbol of the city. In the 1980s, the shipbuilding industry in the city gradually declined, leading to a series of negative consequences such as the highest unemployment rate in Sweden, a decline in population and a regional crisis. The construction of the Turning Torso was intended to revitalise the city's image and create an effect similar to the Bilbao effect (Chow, 2018).

The Turning Torso in Malmö, Sweden, has a huge impact on the city's image – it has become a symbol of the region and is the tallest building in Sweden. In Malmö, there is nothing more eye-catching and globally recognisable than the skyscraper rising above the skyline of ultra-modern, designer homes along the Swedish side of the Øresund Strait (Chow, 2018). The Torso also influences the perception of the urban fabric and the spatial composition of the entire city. Malmö lacks natural vantage points, as it is situated on flat terrain. There are no significant hills within its boundaries. The main vantage points are therefore the roofs of buildings inaccessible to pedestrians, such as the Turning

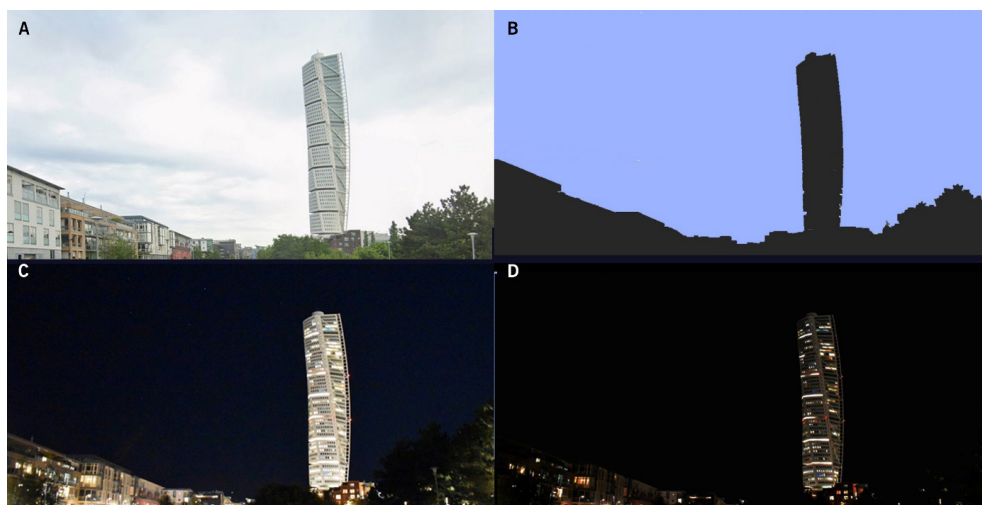


Fig. 6a–d. Comparison of Malmö's lightscape: a) 12:01 p.m. (February 1, 2025); b) analysis a; c) 10:36 p.m. (February 1, 2025); d) analysis c. Photo and editing by Z. Czaplicka

Torso Observation Deck, the Malmö Live Concert Hall (hotel), and the office blocks in the Drottninggatan and Stortorget areas. Additionally, vantage points can be identified along the waterfront – one from Västra Hamnen, and another from Kungsparken and Slottsparken. From the points accessible to pedestrians, the 190-metre-high Turning Torso becomes the unambiguous dominant feature of the Malmö skyline, towering several times higher than the surrounding urban development. The skyscraper consists of 54 storeys and is characterised by a 90° twist. The building's stability is ensured by a central, cylindrical concrete core, which bears most of the weight of the concrete floors (Süyük, 2008).

Due to its residential function, the building features bright points visible at night – the windows of individual flats – which are dozens of times brighter than the stars visible in the sky. Furthermore, the illuminated bands between storeys emphasise the building's horizontal character and enhance its striking presence in the city's night-time skyline (fig. 6). Artificial lighting plays a key compositional role here, allowing the architectural layout of the façades to be highlighted after dark – the lines of light bring out the structure and rhythm of the building, in the spirit of the tradition of highlighting horizontal bands of windows (Kirschke, Kirschke, 2022).

5. DISCUSSION

An analysis of the night-time panoramas of Copenhagen, Stockholm and Malmö reveals significant differences and similarities in the approach to urban lighting in Scandinavian cities. Firstly, all three cities demonstrate a conscious approach to reducing light pollution, which benefits both the natural environment and the quality of the night-time landscape. Stockholm has the darkest skyline, despite being the largest in terms of area and population, which demonstrates an effective policy of limiting light emissions and maintaining low-luminance zones.

Secondly, differences in the perception and shaping of nightscapes stem from morphology and urban structure. Copenhagen, with its low, horizontal buildings, creates a dispersed nightscape in which points of light over the water and historic squares become the main elements of the visual narrative. Stockholm, on the other hand, employs strategies and guidelines that allow it to highlight historic landmarks and create a coherent narrative of the city at night, which reinforces the perception of heritage and spatial identity. Malmö presents a different model – the landmark of the Turning Torso shapes both the daytime and night-time skyline, but beyond it, the rest of the city remains relatively dimly lit and horizontal.

Thirdly, the use of modern technologies – such as LEDs with motion sensors, self-regulating lamps and integration with the IoT – is becoming the norm in Scandinavian cities, enabling the effective, selective and energy-efficient shaping of the night-time skyline (Khemakhem, Krichen, 2024). At the same time, it is evident that lighting policies seek to strike a balance between safety, environmental considerations and aesthetics, which in practice leads to the selective illumination of main thoroughfares, whilst leaving parks and less-frequented streets in semi-shade, thereby minimising negative lighting effects.

A final key aspect is the role of the nightscape as a planning instrument and a tool for identity. In Stockholm and Copenhagen, lighting serves not only a functional purpose but also helps to build an urban narrative – through the illumination of historic buildings, waterfront spaces and squares, which enhances the visual appeal and perception of the city among residents and tourists. In Malmö, the dominance of a single structure (Turning Torso) demonstrates that individual accents can shape the identity of the skyline, but leave a less complex visual context in other parts of the city.

In summary, the analysis of three Scandinavian cities shows that luminance hierarchy and the deliberate shaping of light points are becoming a key planning tool, enabling the integration of functionality, environmental protection and urban narrative within night-time skylines.

Table 2. Comparison of lighting solutions in panoramic views of selected cities. Own elaboration

City	Kopenhagen	Sztokholm	Malmö
Comparison criterion			
Characteristics of a night-time panorama	Diffused, horizontal lighting based on subtle light points; illumination along boulevards, harbours and historic squares	A clearly structured night-time panorama; highlighting of historic landmarks and transport hubs	The dominant feature – Turning Torso; the rest of the city is flat and less well-lit; night-time panorama
Landmarks and viewpoints	Low-rise buildings, points of light over the water; no spectacular landmarks, mainly waterfronts	Historic buildings, squares, main pedestrian routes	Turning Torso is the main landmark; there are no natural hills
Lighting policy	It features an Urban Lighting Masterplan; selective lighting of main thoroughfares, subdued light levels	It has strategies and guidelines that support a coherent narrative for urban lighting – a high level of regulation.	No formal urban lighting plan; selective lighting of focal points and public spaces.
Technologies	LEDs with motion sensors, automatic brightness adjustment, IoT integration	LEDs with sensors, self-regulating lamps, remote control	LED lighting
Light pollution/ environmental protection	Reducing light pollution; parks and less-frequented streets bathed in soft light	The darkest areas of the night sky across the three cities; striking a balance between safety and environmental protection	Higher levels of light pollution compared to Stockholm; a night-time glow around the landmark

6. CONCLUSIONS

The research results allow us to draw the following conclusions:

- **Conscious planning of night-time panoramas:** Scandinavian cities demonstrate that night-time landscapes can be shaped in a subtle, controlled and environmentally friendly manner, whilst maintaining functionality and safety.
- **The role of luminance hierarchy:** Variations in brightness within the skyline allow landmarks and key urban spaces to be highlighted, which influences visual perception and the city’s identity.

- **Technology as a support for lighting policy:** LED systems with motion sensors, self-regulating light intensity and integration with the IoT enable selective, effective and energy-efficient urban lighting.
- **Balancing function and aesthetics:** An effective lighting policy requires a balance between safety, environmental protection and aesthetics, as seen in the approach to selectively lighting main thoroughfares whilst leaving darker zones.
- **The importance of the night-time panorama in planning:** The night-time panorama is not merely an aesthetic element, but also a planning tool, enabling the assessment of the impact of new developments, the preservation of historic landmarks and the shaping of the city's narrative.

1. WSTĘP

Panorama miejska, tradycyjnie analizowana w ujęciu dziennym jako układ form i wysokości, w warunkach nocnych ulega zasadniczej redefinicji, stając się strukturą opartą na świetle i percepcji luminancyjnej (Valetti, Floris, Pellegrino, 2021). W tym kontekście kluczowe znaczenie zyskuje angielskie pojęcie *urban nightscape*, rozumiane jako złożony krajobraz nocny, w którym relacje przestrzenne są kształtowane przez ang. *lightscape* – system oświetlenia architektonicznego i funkcjonalnego – oraz hierarchię luminancji (ang. *luminance hierarchy*), determinującą widoczność i rangę poszczególnych elementów sylwety miasta (Valetti, Floris, Pellegrino, 2021). Jak wskazują badania, to właśnie zróżnicowanie jasności, a nie wyłącznie forma przestrzenna, odpowiada za czytelność i kompozycję panoramy nocnej, wpływając na identyfikację dominant oraz odbiór przestrzeni miejskiej (Sousa Del-Negro, 2015).

Współczesne miasta funkcjonują w trybie całodobowym, co sprawia, że nocny obraz miasta przestaje być jedynie efektem ubocznym dziennej struktury urbanistycznej, a staje się świadomie kształtowanym elementem polityki przestrzennej. Oświetlenie pełni w tym kontekście podwójną rolę – z jednej strony zapewnia funkcjonalność i bezpieczeństwo użytkowania przestrzeni, z drugiej zaś stanowi narzędzie kompozycji urbanistycznej, pozwalające na akcentowanie wybranych elementów krajobrazu oraz budowanie tożsamości wizualnej miasta. W rezultacie ta sama struktura przestrzenna może być odmiennie postrzegana w zależności od pory doby, co prowadzi do powstania dwóch równoległych reprezentacji miasta – dziennej i nocnej – wymagających odrębnych, lecz komplementarnych metod analizy.

Celem badań przedstawionych w artykule jest określenie roli oświetlenia nocnego w kształtowaniu nocnej panoramy miast skandynawskich. Do analizy wybrano trzy miasta: Sztokholm, Malmö oraz Kopenhagę, reprezentujące region Skandynawii. Wybór ten wynika z ich zbliżonych uwarunkowań geograficznych, klimatycznych i kulturowych, co umożliwia prowadzenie analiz porównawczych przy zachowaniu wysokiego poziomu spójności kontekstu. Badane miasta są zlokalizowane nad wodą, co ma istotny wpływ na kształtowanie struktury urbanistycznej oraz nocnego krajobrazu świetlnego. Jak wskazują badania, obszary położone nad wodą stanowią szczególne środowisko, w którym oświetlenie odgrywa kluczową rolę w organizacji przestrzeni i percepcji miasta nocą, wpływając zarówno na jego czytelność, jak i atrakcyjność wizualną (Zielińska-Dąbkowska, 2019). W badaniach zastosowano metody analizy krytycznej literatury i danych statystycznych, analizy graficzne oraz badania in situ.

2. KONTEKST TEORETYCZNY I STAN BADAŃ

W literaturze przedmiotu oświetlenie miejskie coraz częściej analizowane jest jako integralny element planowania przestrzennego, a nie wyłącznie aspekt techniczny infrastruktury. Urban Lighting Masterplan (ULM) definiowany jest jako narzędzie strategiczne, które umożliwia kształtowanie nocnego krajobrazu miasta poprzez świadome zarządzanie światłem w różnych skalach – od pojedynczych obiektów po całą panoramę miejską (CIE, 2019; Davoudian, 2019). W tym ujęciu kluczowe znaczenie mają takie pojęcia jak hierarchia luminancji, selektywna iluminacja oraz integracja aspektów funkcjonalnych, estetycznych i ekologicznych. Współczesne badania podkreślają również rolę podejścia interdyscyplinarnego, łączącego urbanistykę, architekturę, inżynierię oświetlenia oraz nauki społeczne, co pozwala na tworzenie bardziej zrównoważonych i świadomych strategii kształtowania nocnego środowiska miejskiego (Pérez Vega, Zielińska-Dąbkowska, Hölker, 2021).

Na podstawie analizy podręczników organizacji CIA i LUCI (Davoudian, 2019) oraz procesów powstawania licznych miejskich planów zagospodarowania świetlnego wyodrębnione zostały trzy główne etapy: etap analityczny, etap projektowy (ang. *design*) oraz etap ostateczny związany z implementacją.

Etap analityczny zakłada przeprowadzenie kompleksowych analiz urbanistycznych, inwentaryzacji istniejącego otoczenia i wszelkich indywidualnych aspektów ważnych dla miasta. Wzorcowym przykładem planu, którego stworzenie wymagało zaangażowania licznych specjalistów do opracowania niezbędnych analiz tego typu, jest drugi Miejski Plan Zagospodarowania Świetlnego Genewy (Plan lumière II). Zastosowano w nim tzw. sieci ciemności (fr. *trame noire*), funkcjonujące jako korytarze ekologiczne dla zwierząt nocnych. Obszary te mają z założenia pozostawać nieoświetlone, aby stwarzać przestrzeń życiową dla zwierząt, których aktywność przypada na godziny nocne. Miejsca, gdzie powinny znaleźć się sieci ciemności, zostały wytypowane na podstawie badań ekspertów ds. bioróżnorodności na terenie całej gminy (Ville de Genève, 2021).

Etap projektowy skupia się na identyfikacji wartości kluczowych dla miejskiego oświetlenia, czerpiąc doświadczenia z podejścia interdyscyplinarnego. Wartości te tworzą złożoną siatkę pojęciową, bezpośrednio powiązaną z projektowaniem sztucznego oświetlenia. Hierarchia tych wartości nie jest jednoznaczna i zależy od priorytetów konkretnego projektu (il. 1), jednak najważniejsze jest zachowanie równowagi między aspektami technicznymi, ekologicznymi i społecznymi, aby oświetlenie miejskie było efektywne, bezpieczne i przyjazne dla środowiska (Navaraj, Inkarojrit, 2024).

W zależności od wybranych najistotniejszych wartości projekt będzie w innym stopniu kładł nacisk na konkretne aspekty funkcjonowania w przestrzeni. Przykładem zróżnicowanego podejścia na etapie designu są trzy miejskie plany zagospodarowania świetlnego opracowane dla miasta Lyon. Pierwszy z nich zwracał szczególną uwagę na dziedzictwo kulturowe, drugi na bezpieczeństwo, trzeci na kwestie środowiskowe. Największym wyzwaniem



II. 1. Diagram identyfikacji wartości kluczowych dla miejskiego oświetlenia (Navaraj, Inkarojrit, 2024)

dla planistów było uwzględnienie wszystkich istotnych wartości już na początkowym etapie projektowania. Lyon był prekursorem pod względem odnajdywania środków wyrazów nocnego miasta. Stworzenie 3 strategii oświetlenia miasta, z których każda bazowała na innych priorytetach, świadczy w tym przypadku o dużym wkładzie w projektowanie i tworzenie spójnej teorii pozwalającej władzom następnych miast tworzyć dobre plany zagospodarowania świetlnego (Zielińska-Dąbkowska, 2019).

Istotnym elementem tworzenia miejskich planów zanieczyszczenia świetlnego są konsultacje społeczne. Szczególnie ważne jest edukowanie mieszkańców w kwestii percepcji oświetlenia, ponieważ wciąż panuje intuicyjne przekonanie, że więcej światła oznacza większe bezpieczeństwo, a ciemność – zagrożenie. Bardzo często mieszkańcy deklarują potrzebę

zwiększenia ilości światła, podczas gdy ich realną potrzebą jest poprawa jakości oświetlenia w konkretnych godzinach (Liu i in., 2022). Istnieje wyraźna różnica między poczuciem bezpieczeństwa a rzeczywistym bezpieczeństwem. Liczne badania socjologiczne wskazują na brak korelacji między niższym poziomem oświetlenia a wyższą przestępczością (Ville de Genève, 2021). Najbardziej niebezpieczne są miejsca, w których następuje gwałtowna zmiana oświetlenia – od intensywnego światła do jego braku. W takich lokalizacjach dochodzi najczęściej do przestępstw, gdyż osoby poruszające się ulicą mogą być oślepione lub mieć ograniczoną widoczność w wyniku nagłej zmiany natężenia światła.

W warunkach niedostatecznego oświetlenia zdolność percepcji przestrzeni – w tym wnętrz urbanistycznych – ulega istotnemu ograniczeniu, a jej obraz traci czytelność oraz spójność. Deficyt światła uniemożliwia prawidłowe rozpoznanie relacji przestrzennych, takich jak proporcje czy kubatura obiektów, a także zaburza percepcję skali oraz granic wyznaczanych przez otaczające płaszczyzny. W konsekwencji detale architektoniczne i urbanistyczne ulegają zatarciu, a identyfikacja poszczególnych elementów struktury przestrzennej staje się znacząco utrudniona lub wręcz niemożliwa (Michalak, Suchanek, 2021). Badania wskazują, że choć krajobrazy dzienne zazwyczaj charakteryzują się wyższym potencjałem regeneracyjnym, zdolność przestrzeni nocnej do redukcji stresu zależy w dużej mierze od jakości projektu oświetlenia (Zeng i in., 2025). Szczególne znaczenie ma tu dobór parametrów świetlnych, takich jak natężenie i temperatura barwowa. Niskie poziomy natężenia oświetlenia sprzyjają odczuwaniu spokoju i redukcji napięcia, podczas gdy wysokie natężenie może potęgować uczucie zdenerwowania. Ponadto światło o chłodnej barwie wiąże się z częstszym występowaniem negatywnych reakcji emocjonalnych, co wskazuje na jego ograniczoną przydatność w kształtowaniu przyjaznych, nocnych środowisk przestrzennych (Masullo i in., 2022).

3. PANORAMA MIEJSKA JAKO NARZĘDZIE PLANISTYCZNE

W Europie obserwujemy fascynację zabudową wysokościową. Popularność tego rodzaju budownictwa wpływa na kształtowanie się sylwety miasta. Budownictwo wysokie zmienia zastany porządek miast oparty na historycznych dominantach, które były utrwalone jako ważne motywy krajobrazowe (Czyńska, Rubinowicz, Zwoliński, 2017).

Kształtowanie sylwetki miasta oraz kompozycji urbanistycznej opiera się na złożonym zestawie metod analitycznych i projektowych, wśród których kluczową rolę odgrywa podejście morfologiczne (Hanzl i in., 2025; Kantarek, 2019), umożliwiające badanie struktury przestrzennej miasta poprzez analizę układów ulicznych, parcelacji i typów zabudowy (Oliveira, 2013). Istotne znaczenie ma również kompozycja, wykorzystująca elementy takie jak oś kompozycyjna, hierarchia przestrzeni czy dominanty urbanistyczne, które pozwalają na świadome kształtowanie układów przestrzennych i panoramy miasta (Almusaed, Almssad, 2019). Współczesna urbanistyka integruje także podejścia konfiguracyjne i analityczne, takie

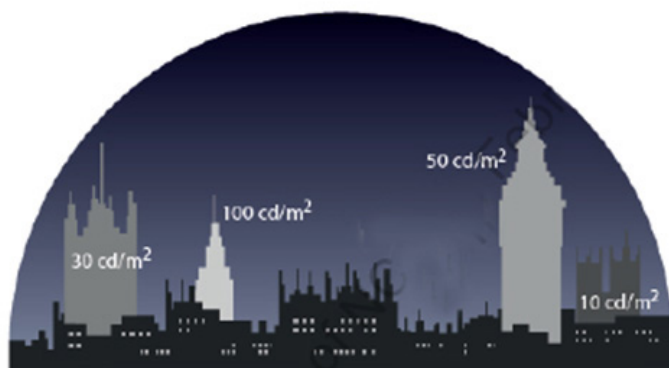
jak ang. *space syntax*, umożliwiające ilościową ocenę powiązań przestrzennych i dostępności w strukturze miejskiej (Fleischmann, Romice, Porta, 2021). Równolegle rozwijane są metody generatywne i parametryczne, oparte na algorytmach i gramatykach kształtu, które pozwalają symulować różne scenariusze rozwoju urbanistycznego (Jiang i in., 2024). Całość tych podejść wskazuje, że współczesne kształtowanie miasta stanowi proces wielowymiarowy, łączący tradycyjne zasady kompozycji przestrzennej z nowoczesnymi narzędziami analitycznymi i cyfrowymi (Jiang i in., 2024).

Panorama miejska stanowi istotny element analizy krajobrazu urbanistycznego, który jest coraz częściej wykorzystywany jako narzędzie planistyczne wspierające kształtowanie struktury przestrzennej miasta. W literaturze podkreśla się, że analiza panoramy pozwala nie tylko na ocenę kompozycji urbanistycznej, relacji wysokościowych czy obecności dominant, ale również na identyfikację wartości widokowych oraz ochronę historycznej sylwetki miasta. W tym ujęciu panorama przestaje być jedynie kategorią estetyczną, a staje się operacyjnym instrumentem planowania, wykorzystywanym m.in. w analizach widoczności oraz podczas oceny wpływu nowych inwestycji na krajobraz.

3.1. PANORAMA DZIENNA I NOCNA

Współczesne badania zwracają uwagę, że percepcja panoramy nie jest stała, lecz ulega istotnym zmianom w zależności od warunków oświetleniowych, szczególnie w cyklu dobowym. Tradycyjnie analizy planistyczne koncentrowały się niemal wyłącznie na panoramie dziennej, pomijając aspekt nocny, który – jak wskazują badacze – odgrywa coraz większą rolę w funkcjonowaniu współczesnych, „całodobowych” miast. Panorama dzienna eksponuje przede wszystkim formę przestrzenną, geometrię zabudowy oraz relacje kompozycyjne, natomiast panorama nocna kształtowana jest głównie przez światło, iluminację i kontrasty luminancji, co prowadzi do odmiennego postrzegania tej samej struktury miejskiej (Michalak, Suchanek, 2021). Oznacza to, że miasto posiada w istocie dwie równoległe reprezentacje wizualne, które mogą różnić się hierarchią elementów, czytelnością dominant oraz odbiorem przestrzeni. Z perspektywy planistyki bardzo interesującym zagadnieniem jest obserwacja jasności w panoramach miejskich. Projektując miasto, zwraca się szczególną uwagę na dominanty, których celem jest kształtowanie sylwetki miasta. Nocne analizy panoram wciąż są zdecydowanie mniej popularne niż dzienne. Z tego względu coraz częściej podkreśla się konieczność uwzględniania zarówno panoramy dziennej, jak i nocnej w procesach planistycznych, zwłaszcza w kontekście projektowania oświetlenia, lokalizacji zabudowy wysokiej oraz kształtowania tożsamości wizualnej miasta (Goncikowski, 2022). Analiza tych dwóch aspektów pozwala na pełniejsze zrozumienie krajobrazu miejskiego i bardziej świadome podejmowanie decyzji przestrzennych.

3.2. HIERARCHIA ŚWIETLNA



Il. 2. Oświetlenie panoram miejskich (CIE, 2019)

Jedną z metod proponowanych do oceny panoram miejskich jest zdefiniowanie hierarchii najważniejszych dominant poprzez tworzenie tabel, w których w skali 1–10 określa się parametry takie jak: funkcja, znaczenie historyczne, wygląd, jakość obrazu, wartość symboliczna, właściwości architektoniczne, efekt sylwetki, odległość oraz efekt promocyjny. Na podstawie uzyskanej punktacji można wyznaczyć odpowiedni poziom oświetlenia danego obiektu. Różnice w punktacji pozwalają określić, które obiekty są najbardziej wartościowe i zasługują na ekspozycję świetlną (zob. il. 2) (CIE, 2019).

Specyficzny kontekst przestrzenny stanowią strefy nadwodne, w których oświetlenie pełni kluczową funkcję w organizowaniu przestrzeni oraz kształtowaniu percepcji miasta po zmroku, oddziałując zarówno na jego czytelność, jak i walory wizualne (Yang, Lyu, 2026). Sceneria na przeciwległym brzegu (za taflą wody) jest uznawana za bezdyskusyjnie najbardziej atrakcyjny wizualnie element, ponieważ charakteryzuje się zarówno najwyższym wskaźnikiem dystrybucji uwagi (ludzie patrzą na nią często), jak i najdłuższym średnim czasem fiksacji wzroku (ludzie chętnie poświęcają czas na jej podziwianie). Co ciekawe, źródła wskazują, że woda sama w sobie ma stosunkowo ograniczoną atrakcyjność wizualną w nocy, jej urok wynika raczej z krajobrazów, które współtworzy (np. odbić światła), a nie z jej samoistnych cech (Zielinska-Dabkowska, Bobkowska, 2022).

3.3. PANORAMY A KONFLIKTY

Współczesne kształtowanie panoram nocnych wiąże się z szeregiem napięć i konfliktów wynikających z rosnącej intensywności sztucznego oświetlenia. Jednym z kluczowych problemów jest zanieczyszczenie światłem (ang. *light pollution*), rozumiane jako nadmiar lub niewłaściwe

ukierunkowanie światła, prowadzące do degradacji środowiska nocnego oraz pogorszenia warunków percepcyjnych (Zielinska-Dabkowska, 2022).

Problem zanieczyszczenia świetlnego początkowo rozpatrywany był głównie w kontekście astronomii, jednak obecnie zaliczany jest do szesnastu najpoważniejszych zagrożeń środowiskowych (Kyba i in., 2011). Zjawisko to wywołuje liczne negatywne konsekwencje, np. powstawanie łuny świetlnej, ograniczającej widoczność nocnego nieba (Falchi i in., 2016). W literaturze podkreśla się, że „ludzkłość stopniowo otula się świetlistą mgłą” (Cinzano, Falchi, Elvidge, 2001). Nadmierne zanieczyszczenie świetlne prowadzi do zaburzeń rytmu okołodobowego organizmów żywych. Skutkiem tych zmian są przede wszystkim zaburzenia snu, a także liczne problemy zdrowotne, w tym choroby układu krążenia, zaburzenia metaboliczne sprzyjające rozwojowi otyłości i cukrzycy, depresja oraz zwiększone ryzyko wystąpienia nowotworów, takich jak rak piersi i prostaty (Jurkowlanec, 2017; Skwarło-Sońta, 2015; Kostecka, 2017). Negatywne oddziaływanie sztucznego światła obserwuje się również w świecie roślin i zwierząt (Ffrench-Constant i in., 2016; Singhal, Kumar, Bose, 2018; Eklöf, 2024). W celu ograniczenia zanieczyszczenia świetlnego opracowywane są liczne rekomendacje i wytyczne (Hölker i in., 2010). Należą do nich m.in. zalecenia organizacji takich jak Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), Lighting Urban Community International (LUCI), International Dark-Sky Association (IDA) oraz Illuminating Engineering Society of North America (IES).

W kontekście kompozycji panoramy szczególnie istotne jest zjawisko prześwietlenia dominant, które poprzez nadmierną luminancję prowadzi do zaniku czytelnej hierarchii wizualnej – zamiast klarownej struktury powstaje jednorodna, „spłaszczona” sylweta miasta (Valetti, Floris, Pellegrino, 2021). Problem ten pogłębia chaos reklamowy, zwłaszcza w postaci dynamicznych elewacji medialnych (ang. *media façades*), których intensywność, zmienność i brak kontroli prowadzą do dominacji przekazu komercyjnego nad strukturą urbanistyczną oraz zaburzenia percepcji przestrzeni (Zielińska-Dąbkowska, 2019; Rahinah, 2016). W efekcie kształtowanie nocnego krajobrazu miasta staje się polem konfliktu pomiędzy trzema podstawowymi wartościami: estetyką, dążącą do budowania atrakcyjnej i czytelnej panoramy; ekologią, postulującą ograniczenie emisji światła i ochronę ciemnego nieba; oraz ekonomią, wykorzystującą światło jako narzędzie promocji i intensyfikacji aktywności miejskiej (Garrett, 2017).

4. STUDIUM PRZYPADKU

Analizowane nocne panoramy dotyczą trzech miast skandynawskich: Kopenhagi, Malmö oraz Sztokholmu. Położone są one na podobnej szerokości geograficznej oraz posiadają podstawowe rozwiązania planistyczne pomagające utrzymać ciemne niebo nad miastem. Pomimo zróżnicowanej wielkości i liczby mieszkańców (tab. 1) analiza satelitarna (Light Pollution Map, n.d.) wskazuje na podobną jasność centrum miasta w trzech analizowanych

przypadkach. Najciemniejszy jest Sztokholm, gdyż pomimo największej liczby mieszkańców i największej powierzchni posiada podobne zanieczyszczenie świetlne jak najmniejsze z analizowanych miast – Malmö (zob. il. 3).

Tabela 1. Porównanie danych demograficzno-geograficznych dotyczących Kopenhagi, Sztokholmu, Malmö. Oprac. Z. Czaplicka na podst. (Copenhagen Municipality, n.d.; City of Malmö, n.d.; City of Stockholm, n.d.)

Miasto	Kopenhaga	Sztokholm	Malmö
Cecha porównywana			
Szerokość geograficzna	55,68°N	59,33°N	55,61°N
Liczba mieszkańców w mieście	660 tys.	995 tys.	365 tys.
Liczba mieszkańców w metropolii	2,1 mln	2,4 mln	0,7 mln
Powierzchnia	86 km ²	187 km ²	157 km ²

Analiza danych satelitarnych wskazuje na zbliżone wartości średniej jasności zanieczyszczenia świetlnego w badanych miastach. Istotne różnice ujawniają się jednak w zakresie wartości minimalnych, które opisują najciemniejsze obszary nocnego nieba. Należy przy tym zaznaczyć, że zastosowana skala ma charakter logarytmiczny i odwrotny, co oznacza, że pozornie niewielkie różnice w wyższych wartościach odpowiadają znaczącym różnicom w rzeczywistym poziomie ciemności nieba (Ścieżor, Czaplicka, Czaplicka, 2024).



Il. 3. Analiza satelitarna oświetlenia miast: Kopenhaga [1], Malmö [2], Sztokholm [3]. Oprac. Z. Czaplicka na podst. (Light Pollution Map, n.d.)

Najwyższą wartość minimalną odnotowano w Sztokholmie (21,74), co wskazuje, że miasto to charakteryzuje się najciemniejszym niebem spośród analizowanych, mimo że jest ono największe pod względem powierzchni i liczby mieszkańców. Może to świadczyć o skutecznej polityce ograniczania zanieczyszczenia świetlnego oraz dbałości o zachowanie obszarów o niskiej emisji światła w granicach miasta. Dla porównania, w Malmö wartość ta wynosi 20,85, co oznacza wyraźnie jaśniejsze warunki nawet w najciemniejszych lokalizacjach (zob. il. 3). W metodzie analizy danych opartej na wysokorozdzielczych siatkach kwadratów (ang. *square grids*) wykazano, że regiony metropolitalne miast skandynawskich charakteryzują się znaczną niejednorodnością pod względem intensywności oświetlenia (Mellander i in., 2015). W obrębie jednej jednostki administracyjnej współwystępują zarówno gęsto oświetlone obszary miejskie, jak i relatywnie ciemne fragmenty przestrzeni (Mellander i in., 2015).

4.1. KOPENHAGA

Stolica Danii posiada dokument planistyczny odpowiadający za jakość oświetlenia przestrzeni zurbanizowanych. Kopenhaski plan oświetlenia został wydany przez Radę Miasta Kopenhagi w 2014 r. (Afrooz i in., 2017). Kopenhaga jest przykładem miasta, w którym panorama nocna jest kształtowana poprzez świadome i subtelne operowanie światłem, półcieniem oraz odbiciami w wodzie, a nie poprzez spektakularną iluminację skyline'u. Ze względu na niską, horyzontalną strukturę zabudowy oraz rozproszony charakter miasta iluminacja koncentruje się na podkreślaniu istotnych punktów przestrzeni publicznej, takich jak bulwary nad kanałami, porty czy historyczne place, zamiast dominujących wysokością budynków (Afrooz i in., 2018). Dzięki temu nocna panorama Kopenhagi pozostaje rozproszona i harmonijna, tworząc doświadczalny, sensoryczny charakter przestrzeni miejskiej, który sprzyja jej odbiorowi przez mieszkańców i turystów.

W Kopenhadze wdrażane są również nowoczesne rozwiązania technologiczne, oparte na systemach LED oraz inteligentnym sterowaniu oświetleniem. W przestrzeniach pieszych i rowerowych stosuje się lampy wyposażone w czujniki ruchu, pozwalające na dynamiczne dostosowanie natężenia światła do obecności użytkowników. Samoregulujące się systemy oświetlenia ulicznego funkcjonują na podstawie wstępnie zaprogramowanych scenariuszy czasowych, co umożliwia optymalizację poziomu iluminacji w zależności od pory nocy. Istotnym elementem jest również możliwość centralnego, zdalnego zarządzania siecią punktów świetlnych, a dane gromadzone w ramach infrastruktury Internetu Rzeczy (*Internet of Things*, IoT)² pozwalają na bardziej świadome i zrównoważone zarządzanie środowiskiem miejskim (Edensor, Billi, 2019).

² Internet rzeczy (IoT) – oznacza sieć obiektów fizycznych – „rzeczy” – które są wyposażone w czujniki, oprogramowanie i inne technologie w celu łączenia się i wymiany danych z innymi urządzeniami i systemami za pośrednictwem Internetu (Oracle.com, n.d.).



Il. 4a–d. Porównanie panoramy świetlnej Kopenhagi: a) godz. 18:02–18:16 (30/09/2025); b) analiza panoramy a; c) godz. 19:40–19:55 (30/09/2025); d) analiza panoramy c. Fot. i oprac. Z. Czaplicka

Podobnie jak w innych miastach skandynawskich polityka oświetleniowa Kopenhagi uwzględnia ograniczanie nadmiaru światła, co chroni ekosystemy i minimalizuje zanieczyszczenie światłem. Kopenhaski Masterplan wspiera dążenie miasta do neutralności klimatycznej, uwzględnia potrzeby społeczne (poprzez partycypację mieszkańców) oraz dba o ochronę środowiska, m.in. poprzez mapowanie obszarów wrażliwych na zanieczyszczenie światłem (Szlachetko, 2023). Jednocześnie selektywne oświetlenie głównych ciągów komunikacyjnych sprzyja bezpieczeństwu w kluczowych miejscach, pozostawiając mniej uczęszczane parki i uliczki w strefie półcienia, co tworzy równowagę między funkcjonalnością, ochroną środowiska a doświadczeniem nocnej panoramy (Edensor, Billi, 2019) (zob. il. 4).

4.2. SZTOKHOLM

W Sztokholmie zauważalny jest bardzo wysoki poziom dbałości o oświetlenie miejskie (City of Stockholm, 2018). Miasto posiada strategię i wytyczne, które wspierają dobre oświetlenie. Głównym założeniem kształtowania polityki oświetleniowej Sztokholmu jest opowiadanie historii, kształtowanie narracji tożsamościowej poprzez oświetlanie historycznych dominant



Il. 5a–d. Porównanie panoramy świetlnej Sztokholmu: a) godz. 13:12 (26/09/2025); b) analiza panoramy a; c) godz. 23:24 (26/09/2025); d) analiza panoramy c. Fot. i oprac. Z. Czaplicka

takich jak: ratusz miejski, kościół na wyspie Riddarholmen, Kościół św. Mikołaja, Pałac Królewski w Sztokholmie, Kościół św. Katarzyny, Kościół św. Marii Magdaleny, Kościół św. Zofii (City of Stockholm, 2020).

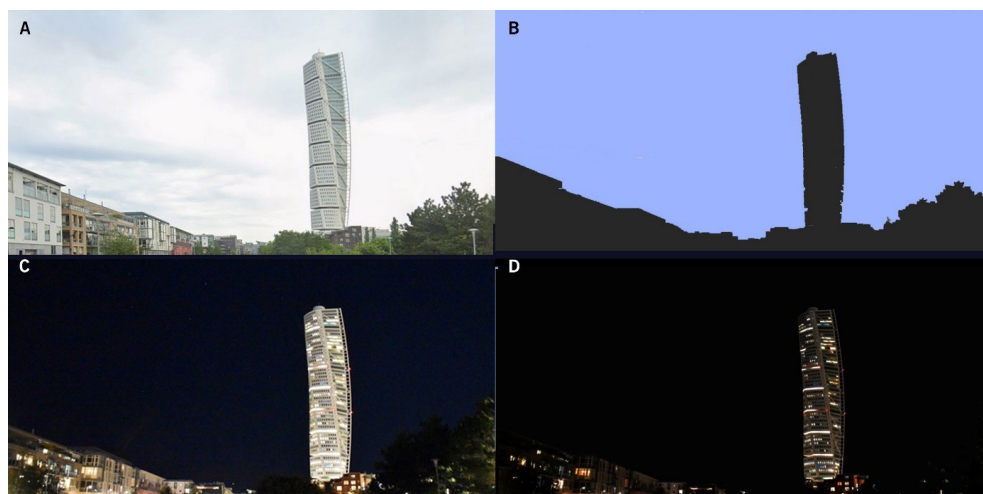
W Sztokholmie wdrażane są zaawansowane rozwiązania w zakresie oświetlenia miejskiego, oparte na technologiach inteligentnych oraz zasadach efektywności energetycznej. W przestrzeniach pieszych i rowerowych stosuje się systemy oświetlenia LED wyposażone w czujniki ruchu, umożliwiające dynamiczne dostosowanie natężenia światła do obecności użytkowników (Arrival Platform, 2017). Sztokholm jest miastem *climate-smart* dzięki zastosowaniu złożonej polityki miejskiej, która obejmuje m.in. zrównoważoną iluminację. Dodatkowym pozytywnym efektem jest oszczędność energii (City of Stockholm, 2020). Rozwiązania te są integrowane z infrastrukturą IoT, co umożliwia gromadzenie i analizę danych, a w konsekwencji wspiera bardziej efektywne i zrównoważone zarządzanie środowiskiem miejskim (Arrival Platform, 2017).

Nocą podświetlone zostają główne ciągi piesze, miejsca szczególnie istotne z perspektywy komunikacyjnej. Parki i boczne ulice nie są mocno oświetlone. Taka polityka sprzyja florze i faunie, wpływa pozytywnie na zanieczyszczenie świetlne. Wytyczne projektowe kładą duży nacisk na to, aby oświetlenie było projektowane z myślą o efekcie ogólnym i zachowaniu równowagi między światłem a ciemnością (City of Stockholm, 2020). Szczególnie istotna jest promowana ciepła barwa światła i łagodne kontrasty między elementami panoramy (zob. il. 5). Ważnym aspektem oświetlania jest konieczność oświetlania całodobowego. Sztokholm kładzie nacisk na to, by przestrzenie publiczne były żywe o każdej porze roku. Oświetlenie jest tu elementem niezbędnym do podtrzymania aktywności mieszkańców w miesiącach zimowych (City of Stockholm, 2018).

4.3. MALMÖ

Malmö to miasto osadzone w tradycji miasta przemysłowego – w 1873 powstała tam jedna z największych stoczní w Szwecji. Jego najwyższym punktem był 138-metrowy dźwig, który stanowił symbol miasta. W latach 80. nastąpił stopniowy upadek przemysłu stoczníowego, co wpłynęło na szereg negatywnych zjawisk, takich jak najwyższa stopa bezrobocia w Szwecji, spadek liczby ludności i kryzys regionu. Budowa Turning Torso miała odnowić wizerunek miasta, wywołać efekt analogiczny do efektu Bilbao (Chow, 2018).

Turning Torso w Malmö ma ogromny wpływ na wizerunek miasta, jest symbolem regionu oraz najwyższym budynkiem w Szwecji. W Malmö nie ma nic bardziej przyciągającego wzrok i rozpoznawalnego w świecie niż wieżowiec wznoszący się ponad panoramę nowoczesnych, designerskich domów wzdłuż szwedzkiej strony cieśniny Øresund (Chow, 2018). Torso ma również wpływ na percepcję tkanki miejskiej i kompozycji przestrzennej całego miasta. Malmö nie posiada naturalnych punktów widokowych, ponieważ jest położone na wypłaszczonej terenie. Na jego terenie nie znajdują się wyższe wzgórza. Głównymi punktami widokowymi miasta są zatem niedostępne dla przechodniów dachy budynków: Turning Torso Observation Deck, Malmö Live Concert Hall (hotelu), biurowców w rejonie Drottninggatan i Stortorget. Dodatkowo można zidentyfikować punkty widokowe na nadbrzeżu – jeden w Västra Hamnen, drugi w Kungsparken i Slottsparken. Z punktów dostępnych dla przechodniów najważniejszym staje się Turning Torso na wysokości 190 m, kilkakrotnie przewyższający otaczającą zabudowę miejską. Wieżowiec składa się z 54 pięter i charakteryzuje się



Il. 6. Porównanie panoramy świetlnej Malmö z uwzględnieniem charakterystycznej sylwetki wieżowca Turning Torso: a) godz. 12:01 (01/02/2025); b) analiza panoramy a; c) godz. 22:36 (01/02/2025); d) analiza panoramy c. Fot. i oprac. Z. Czaplicka

skrętem o 90°. Stabilność budynku zapewnia centralny, cylindryczny rdzeń betonowy, który przenosi większość ciężaru betonowych podtóg (Süyük, 2008). Ze względu na funkcję mieszkalną nocą budynek ma widoczne jasne punkty – okna poszczególnych mieszkań – które są kilkadziesiąt razy jaśniejsze od gwiazd widocznych na niebie. Dodatkowo oświetlone pasy międzykondygnacyjne podkreślają horyzontalny charakter budynku i wpływają na jego ekspresyjną widoczność w nocnej panoramie miasta (zob. il. 6). Sztuczne oświetlenie pełni tu kluczową rolę kompozycyjną, pozwalając na eksponowanie architektonicznego układu fasad po zmroku – linie świetlne wydobywają strukturę i rytm budynku, w duchu tradycji eksponowania horyzontalnych pasów okiennych (Kirschke, Kirschke, 2022).

5. DYSKUSJA

Analiza nocnych panoram Kopenhagi, Sztokholmu i Malmö pozwala dostrzec istotne różnice i podobieństwa w podejściu do oświetlenia miejskiego w miastach skandynawskich. Po pierwsze, wszystkie trzy miasta wykazują świadome podejście do ograniczania zanieczyszczenia światłem, co wpływa zarówno na ochronę środowiska naturalnego, jak i na jakość percepcji nocnego krajobrazu. Najciemniejszą panoramą charakteryzuje się Sztokholm, mimo że jest największy pod względem powierzchni i liczby mieszkańców, co świadczy o skutecznej polityce ograniczania emisji światła oraz utrzymaniu stref o niskiej luminancji.

Po drugie, różnice w percepcji i kształtowaniu panoram wynikają z morfologii i struktury urbanistycznej. Kopenhaga, z niską, horyzontalną zabudową, tworzy nocny krajobraz rozproszony, w którym punkty świetlne nad wodą i historyczne place stają się głównymi elementami narracji wizualnej. Sztokholm natomiast stosuje strategie i wytyczne, które pozwalają eksponować historyczne dominanty oraz tworzyć spójną narrację miasta nocą, co wzmacnia percepcję dziedzictwa i tożsamości przestrzennej. Malmö pokazuje inny model – dominanta w postaci Turning Torso kształtuje zarówno panoramę dzienną, jak i nocną, ale poza nią pozostała część miasta jest względnie nisko oświetlona i horyzontalna.

Po trzecie, zastosowanie nowoczesnych technologii – takich jak LED z czujnikami ruchu, samoregulujące się lampy czy integracja z IoT – staje się standardem w skandynawskich miastach, umożliwiając efektywne, selektywne i energooszczędne kształtowanie panoramy nocnej (Khemakhem, Krichen, 2024). Jednocześnie widać, że polityki oświetleniowe starają się balansować między bezpieczeństwem, ekologią i estetyką, co w praktyce prowadzi do selektywnej iluminacji głównych ciągów, przy pozostawieniu parków i mniej uczęszczanych ulic w półcieniu, co minimalizuje negatywne efekty świetlne.

Ostatnim istotnym aspektem jest rola panoramy nocnej jako instrumentu planistycznego i narzędzia tożsamościowego. W Sztokholmie i Kopenhadze oświetlenie służy nie tylko funkcjonalności, ale także budowaniu narracji miejskiej – poprzez iluminację historycznych obiektów, przestrzeni położonych nad wodą czy placów, co zwiększa atrakcyjność wizualną

i odbiór miasta przez mieszkańców i turystów. W Malmö dominacja jednej struktury (Turning Torso) pokazuje, że pojedyncze akcenty mogą kształtować tożsamość panoramy, ale pozostawiają mniej złożony kontekst wizualny w innych częściach miasta.

Tabela 2. Porównanie rozwiązań oświetlenia panoram wybranych miast. Oprac. Z. Czaplicka

	Kopenhaga	Sztokholm	Malmö
Charakterystyka panoramy nocnej	Rozproszona, horyzontalna, oparta na subtelnych punktach świetlnych; iluminacja wzdłuż bulwarów, portów i historycznych placów	Wyraźnie zhierarchizowana panorama nocna; podświetlenie historycznych dominant i centrów komunikacyjnych	Dominanta – Turning Torso; reszta miasta horyzontalna i mniej oświetlona; panorama nocna
Dominanty i punkty widokowe	Niska zabudowa, punkty świetlne nad wodą; brak spektakularnych dominant, głównie waterfronty	Historyczne budowle, place, główne ciągi piesze	Turning Torso główną dominantą; brak naturalnych wzniesień
Polityka oświetleniowa	Posiada Urban Lighting Masterplan; selektywne oświetlenie głównych ciągów, stonowane natężenie światła	Posiada strategię i wytyczne wspierające spójną narrację oświetlenia miejskiego – wysoki poziom regulacji	Brak formalnego ULM; selektywne oświetlenie punktów centralnych i przestrzeni publicznych
Technologie i rozwiązania	LED z czujnikami ruchu, samoregulacja natężenia światła, integracja z IoT	LED z czujnikami, samoregulujące lampy, zdalne sterowanie	LED, oświetlenie budynków mieszkalnych
Zanieczyszczenie świetlne/ ochrona środowiska	Ograniczenie zanieczyszczenia świetlnego; parki i ulice mniej uczęszczane w północy	Najciemniejsze obszary nocnego nieba wśród trzech miast; równowaga między bezpieczeństwem a ochroną środowiska	Wyższe zanieczyszczenie świetlne w porównaniu do Sztokholmu; nocna łuna wokół dominanty

6. WNIOSKI

Wyniki badań pozwalają wysnuć następujące wnioski:

- **Świadome planowanie panoram nocnych:** Skandynawskie miasta pokazują, że nocne krajobrazy można kształtować w sposób subtelny, kontrolowany i przyjazny dla środowiska, przy jednoczesnym zachowaniu funkcjonalności i bezpieczeństwa.
- **Rola hierarchii luminancji:** Zróżnicowanie jasności w panoramie pozwala eksponować dominanty i ważne przestrzenie miejskie, co wpływa na odbiór wizualny i tożsamość miasta.

- **Technologia jako wsparcie polityki oświetleniowej:** Systemy LED z czujnikami ruchu, samoregulacja natężenia światła oraz integracja z IoT umożliwiają selektywne, efektywne i energooszczędne oświetlenie miejskie.
- **Balansowanie funkcji i estetyki:** Efektywna polityka oświetleniowa wymaga równoważenia bezpieczeństwa, ochrony środowiska i estetyki, co widać w podejściu do selektywnego oświetlenia głównych ciągów przy jednoczesnym pozostawieniu ciemniejszych stref.
- **Znaczenie nocnej panoramy w planowaniu:** Panorama nocna nie jest tylko elementem estetycznym, lecz także narzędziem planistycznym, pozwalającym ocenić wpływ nowych inwestycji, zachować historyczne dominanty i kształtować narrację miasta.

REFERENCES/BIBLIOGRAFIA

- Afrooz, A., Kalali, P., Leao, S.Z., Pettit, C. (2017). *Wayfinding at night: Literature review*. Sydney: University of New South Wales.
- Almusaed, A., Almssad, A. (2019). City phenomenon between urban structure and composition. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90443>
- Arrival Platform. (2017). *Best practice: Stand-alone smart street lighting in Stockholm* [information from the “Description” and “Solutions” sections]. Retrieved from www.arrival-platform.eu/knowledge-hub/best-practices/best-practice/stand-alone-smart-street-lighting-in-stockholm.html?utm (date of access: 29/03/2026).
- Chow, P.-S. (2018). Deconstructing the ‘Formula One of Housing’: Screen representations of Malmö’s Turning Torso. *Built Environment*, 43(4), 604–619.
- Cinzano, P., Falchi, F., Elvidge, C.D. (2001). The first World Atlas of the artificial night sky brightness. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 328(3), 689–707.
- City of Malmö. (n.d.). *Demographic and geographical information about Malmö*. Retrieved from <https://malmo.se> (date of access: 21/03/2026).
- City of Stockholm. (2018). *Strategy for public spaces: Part of the urban mobility strategy*. Retrieved from <https://start.stockholm/globalassets/start/om-stockholms-stad/sa-arbetar-staden/offentliga-rum/strategy-for-public-spaces.pdf> (date of access: 10/02/2026).
- City of Stockholm. (2021). *Stockholm building ordinance*. City Planning Administration. Retrieved from <https://vaxer.stockholm/siteassets/stockholm-vaxer/tema/stockholms-arkitektur/stockholm-architectural-policy.pdf> (date of access: 20/03/2026).
- City of Stockholm. (n.d.). *Demographic and geographical information about Stockholm*. Retrieved from <https://stockholm.se> (date of access: 21/03/2026).
- (CIE) Commission Internationale de l’Éclairage. (2019). *A guide to urban lighting masterplanning (CIE 234:2019)*. CIE. <https://doi.org/10.25039/TR.234.2019>

- Copenhagen Municipality. (n.d.). *Statistical and geographical data concerning Copenhagen*. Retrieved from <https://www.copenhagen.dk> (date of access: 21/03/2026).
- Czyńska, K., Rubinowicz, P., Zwoliński, A. (2017). *Analizy zabudowy wysokiej w krajobrazie miasta*. Teka Komisji Urbanistyki i Architektury PAN Oddział w Krakowie, XLV, 319–341.
- Davoudian, N. (Ed.). (2019). *Urban lighting for people: Evidence-based lighting design for the built environment*. London: RIBA Publishing.
- Garrett, B.L. (2017). From Light to Dark: Daylight, Illumination, and Gloom. *The AAG Review of Books*, 5(4), 234–236. <https://doi.org/10.1080/2325548X.2017.1366823>
- Edensor, T., Bille, M. (2019). 'Always like never before': Learning from the lumitopia of Tivoli Gardens. *Social & Cultural Geography*, 20(7), 938–959.
- Eklöf, J. (2024). *Manifest ciemności. O sztucznym świetle i zagrożeniu dla odwiecznego rytmu dobowego*. Warszawa: Wydawnictwo Krytyki Politycznej.
- Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Elvidge, Ch.D., Baugh, K., Portnov, B.A., Rybnikova, N.A., Furgoni, R. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances*, 2(6). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600377>
- Fleischmann, M., Romice, O., Porta, S. (2021). Measuring urban form: Overcoming terminological inconsistencies for a quantitative and comprehensive morphologic analysis of cities. *Environment and Planning B*, 48(8), 2133–2150. <https://doi.org/10.1177/2399808320910444>
- Ffrench-Constant, R.H., Somers-Yeates, R., Bennie, J., Economou, T., Hodgson, D., Spalding, A., McGregor, P.K. (2016). Light pollution is associated with earlier tree budburst across the United Kingdom. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1833), 20160813.
- Goncikowski, M. (2022). Landmarks of the Metropolis, the Types of Forms of Varsovian Skyscrapers as Compared to Global Precedence. *Buildings* 12(10), 1507. <https://doi.org/10.3390/buildings12101507>
- Hanzl, M., Kantarek, A., Zaguła, A., Musiaka, Ł., Figlus, T. (2025). *Urban morphology versus urban redevelopment and revitalisation*. Springer. Retrieved from <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/100774?show=full> (date of access: 21/03/2026).
- Hölker, F., Moss, T., Griefahn, B., Kloas, W., Voigt, C.C., Henckel, D., Hänel, A., Kappeler, P.M., Völker, S., Schwöpe, A., Franke, S., Uhrlandt, D., Fischer, J., Klenke, R., Wolter, C., Tockner, K. (2010). The dark side of light: A transdisciplinary research agenda for light pollution policy. *Ecology and Society*, 15(4). <http://www.jstor.org/stable/26268230>
- Jiang, F., Ma, J., Webster, C.J., Chiaradia, A.J.F., Zhou, Y., Zhao, Z., Zhang, X. (2024). Generative urban design: A systematic review on problem formulation, design generation, and decision-making. *Progress in Planning*, 180, 100795.
- Jurkowlanec, E. (2017). Zaburzenia rytmów biologicznych pod wpływem zanieczyszczenia światłem – wybrane fizjologiczne aspekty niedoboru melatoniny oraz witaminy D. *Polish Journal for Sustainable Development*, 21(2), 47–57.

- Kantarek, A.A. (2019). *Tkanka urbanistyczna. Wybrane zagadnienia*. Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
- Khemakhem, S., Krichen, L. (2024). A comprehensive survey on an IoT-based smart public street lighting system application for smart cities. *Franklin Open*, 8, 100142.
- Kirschke, K., Kirschke, P. (2022). Colour and light in Berlin and Wrocław department stores built between 1927 and 1930. *Arts*, 11(1), 12. <https://doi.org/10.3390/arts11010012>
- Kostecka, J. (2017). Zanieczyszczenie sztucznym światłem a świadczenie ekosystemów i zdrowie człowieka. *Polish Journal for Sustainable Development*, 21(2), 59–69.
- Kyba, C.C.M., Ruchtz, T., Fischer, J., Hölker, F. (2011). Cloud coverage acts as an amplifier for ecological light pollution in urban ecosystems. *PLoS ONE*, 6(3), e17307. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017307>
- Light Pollution Map. (n.d.). [Satellite maps and analyses of urban light pollution]. Retrieved from <https://www.lightpollutionmap.info> (date of access: 21/03/2026).
- Liu, M., Zhang, B., Luo, T., Liu, Y., Portnov, B.A., Trop, T., Jiao, W., Liu, H., Li, Y., Liu, Q. (2022). Evaluating street lighting quality in residential areas by combining remote sensing tools and a survey on pedestrians' perceptions of safety and visual comfort. *Remote Sensing*, 14(4), 826. <https://doi.org/10.3390/rs14040826>
- Masullo, M., Cioffi, F., Li, J., Maffei, L., Scorpio, M., Iachini, T., Ruggiero, G., Malferà, A., Ruotolo, F. (2022). An investigation of the influence of the night lighting in a urban park on individuals' emotions. *Sustainability*, 14(14), 8556.
- Mellander, C., Lobo, J., Stolarick, K., Matheson, Z. (2015). Night-time light data: A good proxy measure for economic activity? *PLoS ONE*, 10(10), e0139779. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139779>
- Michalak, H., Suchanek, J. (2021). Light in the Interiors of the Urban Landscape. *Przestrzeń i Forma*, 46, 117–133. <https://doi.org/10.21005/pif.2021.46.C-02>
- Navaraj, P., Inkarojrit, V. (2024). Beyond illumination: Stakeholder perspectives on urban lighting master planning for Chiang Mai Old City, Thailand. *Sustainability*, 16(21), 9411.
- Oliveira, V. (2013). *Urban morphology: An introduction to the study of the physical form of cities*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-32083-0>
- Oracle.com. (n.d.). *Internet of Things (IoT)* [information from the sections concerning IoT infrastructure, smart city management, data collection and connected devices]. Retrieved from <https://www.oracle.com/pl/internet-of-things/> (date of access: 15/05/2026).
- Pérez Vega, C., Zielińska-Dąbkowska, K.M., Hölker, F. (2021). Urban lighting research transdisciplinary framework – A Collaborative Process with Lighting Professionals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 624. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020624>
- Singhal, R.K., Kumar, M., Bose, B. (2018). Ecophysiological Responses of Artificial Night Light Pollution in Plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 66(2). <https://doi.org/10.1134/S1021443719020134>

- Skwarło-Sońta, K. (2015). Skażenie światłem: co dziś wiemy o jego wpływie na funkcjonowanie organizmu człowieka? *Kosmos*, 64(4), 633–642.
- de Sousa Del-Negro, D. (2015). *The image of the city at night: The effects of artificial lighting on urban legibility and wayfinding* [thesis]. London: University College London.
- Süyük, E. (2008). *The role and impact of technology on architecture from industrial to nanorevolution* [thesis]. Wien: Technische Universität Wien.
- Szlachetko, K. (2023). Zrównoważona polityka oświetlenia zewnętrznego w mieście. Studium przypadku Kopenhagi. *Studia Iuridica Toruniensia*, 32, 225–247. <https://doi.org/10.12775/SIT.2023.011>
- Ścieżor, T., Czaplicka, A., Czaplicka, Z. (2024). Light pollution in the Tatra National Park. *Archives of Environmental Protection*, 50(4), 22–30.
- Vahedi Moghaddam, E., Rahinah, I. (2016). People's Evaluation Towards Media Façade as New Urban Landmarks at Night. *International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR*, 10(1), 3–18.
- Valetti, L., Floris, F., Pellegrino, A. (2021). Renovation of public lighting systems in cultural landscapes: Lighting and energy performance and their impact on nightscapes. *Energies*, 14(2), 509. <https://doi.org/10.3390/en14020509>
- Ville de Genève (2021). *Plan lumière II: Aujourd'hui et demain, éclairer autrement*. Retrieved from <https://www.geneve.ch> (date of access: 21/03/2026).
- Yang, C., Lyu, C. (2026). Study the nighttime visual attention in urban waterfront public space: Insights using mobile eye-tracking. *Frontiers of Architectural Research*, 15(1), 216–237.
- Zeng, X., Zhang, B., Chen, Sh., Lin, Y., Haans, A. (2025). Exploring the Impact of S. Daytime and Nighttime Campus Lighting on Emotional Responses and Perceived Restorativeness. *Buildings*, 15(6), 872. <https://doi.org/10.3390/buildings15060872>
- Zielinska-Dabkowska, K.M., Bobkowska, K. (2022). Rethinking sustainable cities at night: Paradigm shifts in urban design and city lighting. *Sustainability*, 14(10), 6062. <https://doi.org/10.3390/su14106062>