

Jakub Knappek (jakubknap007@gmail.com)

 <https://orcid.org/0009-0003-5085-5314>

Cracow University of Technology, Faculty of Architecture, Student

Patrycja Haupt (phaupt@pk.edu.pl)

 <https://orcid.org/0000-0001-5595-9612>

Cracow University of Technology, Faculty of Architecture

Ecological connectivity in Cracow's urban fabric: architectural barriers and design strategies for northern white-breasted hedgehog

Łączność ekologiczna w strukturze miejskiej Krakowa: bariery architektoniczne i strategie projektowe dla ochrony jeża wschodniego

Abstract

This article identifies spatial barriers affecting small fauna (eastern hedgehog as a case study) in Krakow and proposes methods for their mitigation. The research revealed habitat fragmentation caused by impermeable fencing and a lack of ecological continuity within river valleys. In conjunction with an analysis of international case studies, the study highlights the need to adopt “permeable architecture” and integrate ecological corridors into spatial planning to preserve biodiversity.

Keywords: architecture, city, fauna, northern white-breasted hedgehog, barriers

Streszczenie

Artykuł identyfikuje bariery przestrzenne drobnej fauny (na przykładzie jeża wschodniego) w Krakowie i proponuje sposoby ich niwelowania. Badania wykazały fragmentację siedlisk wynikającą ze szczelności ogrodzeń oraz braku ciągłości w dolinach rzecznych. W zestawieniu z analizą zagranicznych studiów przypadku dla zachowania bioróżnorodności wskazano na potrzebę stosowania „przepuszczalnej architektury” i uwzględniania korytarzy ekologicznych w planowaniu przestrzennym.

Słowa kluczowe: architektura, miasto, fauna, jeż wschodni, bariery

CITATION: Knappek, J., Haupt, P. (2026). Ecological connectivity in Cracow's urban fabric: architectural barriers and design strategies for northern white-breasted hedgehog. *Space / Urbanism / Architecture*, 1, 182–225.

ACCEPTED: 11/06/2026.

1. INTRODUCTION

1.1. INTERSPECIES DESIGN AND FAUNAL SYNANTHROPIZATION

The process of intensive urbanization and the spatial expansion of cities have led to significant interference with natural ecosystems, generating critical challenges for biodiversity. Faced with shrinking and fragmented habitats, numerous wild animal species are undergoing the phenomenon of synanthropization, permanently adapting to the specific conditions of the urbanized environment (synantropizacja [synanthropization], n.d.). This phenomenon necessitates a redefinition of the nature–culture relationship and a departure from perceiving the contemporary city as an exclusively human domain. Within architectural theory, spatial planning, and urban ecology, a new biocentric paradigm is emerging: interspecies design. This trend represents a direct evolution of the concept of multispecies urbanism, coined by Debra Solomon in 2019 (Solomon, Škerl, 2021), while the term ‘interspecies design’ itself was theoretically grounded by researcher Stanislav Roudavski in 2021 (Roudavski, 2021). Interspecies design rejects a strictly anthropocentric approach to spatial planning, advocating for the inclusion of “non-human users” as equal subjects in the development process. It aligns with the broader discourse on planning for coexistence, wherein the focus shifts from ad hoc interventions to systemic solutions that mitigate conflicts at the intersection of human activity and wildlife. From the perspective of the architectural discipline and ecological urbanism, this implies the necessity of shaping the built fabric in a way that harmonizes social needs with environmental conditions. The systemic goal becomes minimizing the negative impact of new structures on urban biodiversity and fostering the creation of regenerative spaces.

1.2. DEFINING THE PROBLEM OF ARCHITECTURAL BARRIERS

One of the primary threats to synanthropic fauna is habitat fragmentation, exacerbated by contemporary approaches to designing new multi-family housing developments. Within the investigated context of interspecies design, an architectural barrier is defined not merely as a physical obstacle (e.g. a wall, fence, or barrier curb), but primarily as a characteristic of the urban fabric that, due to its structure, scale, or function, restricts or prevents the free migration of small urban fauna. Consequently, a barrier may be punctual (e.g. a single

infrastructural element), linear (e.g. a continuous, solid wall of private properties), or spatial (e.g. large-scale multi-family developments with a high degree of soil sealing). The introduction of closed, gated communities into the urban fabric generates zones of restricted migratory permeability. From the perspective of animal mobility, the primary isolating factor is not the function of the buildings themselves, but rather the materialized architectural details – specifically, solid fence plinths, retaining walls, dense mesh fencing extending to ground level, and road layouts lacking dropped curbs. The direct and destructive impact of road networks and vehicular traffic intensity on the presence and mortality of synanthropic fauna is corroborated by studies on the Northern white-breasted hedgehog population conducted in the urbanized space of Budapest (Vadonleső Group et al., 2019). For small terrestrial mammals such as the Northern white-breasted hedgehog (*Erinaceus roumanicus*), these elements act as severe barriers impeding migration. They sever natural ecological corridors, cutting animals off from foraging grounds, hibernation sites, and the ability to migrate freely. In this context, the architectural barrier emerges as a significant spatial issue that, on a macro scale, reduces the biological permeability of the city.

1.3. AIM AND SCOPE OF THE WORK

The primary objective of this article is to identify and examine the impact of architectural barriers on the spatial isolation of the Northern white-breasted hedgehog population within the urban structure, and to formulate guidelines for mitigating this phenomenon. The territorial scope of the general analysis covers the city of Krakow, treating this area as a representative example of the clash between intensive urban development and the needs of urban nature conservation. The study involved (1) a critical assessment of formal and legal conditions, demonstrating the dissonance between existing species protection and planning tools. The realization of the research objective was based on (2) an original method of mapping urban collisions, conducted in a GIS environment. It involved the precise superimposition of spatial data (GIS) from a community-based inventory of hedgehog occurrences onto a map of Krakow's infrastructural barriers (major traffic arteries, impermeable built environments). Identifying zones where a high density of animal observation points collided with physical obstacles allowed for the delineation of fauna isolation zones. Furthermore, (3) a review of reference case studies from abroad was conducted. The selection criterion for these examples was based on their systemic and scalable nature. Initiatives were chosen that demonstrate a comprehensive approach integrated with planning and urban policy, scalable from the masterplan level down to architectural detail. Additionally, the British "Hedgehog Street" model was selected due to its long-term nature and established method of integrating social data into the conservation process, which served as a direct methodological reference for the Krakow analyses. Certain limitations of the applied methodology must be noted. Relying on *Citizen Science* data

carries the risk of errors in species identification or location precision, while the assessment of physical barrier permeability (e.g. the impermeability of fences) was partially based on sample observations and the author's interpretation, resulting from the lack of continuous, systemic monitoring of fauna migration. Based on this, a set of good practices was identified, and fundamental recommendations were formulated. They aim to provide architects and urban planners with concrete solutions – ranging from the appropriate parameterization of fencing details to recommendations for local spatial planning acts – the implementation of which will allow for the restoration of ecological connectivity without compromising the functionality and security of residential neighborhoods.

1.4. STATE OF RESEARCH

The issue of habitat fragmentation in the urbanized environment and the search for methods to preserve ecological connectivity constitute a well-established current in contemporary urban ecology and spatial planning. The work of Richard Forman and Michel Godron (1986) on landscape ecology defined the fundamental concepts of patches, corridors, and matrices, which to this day serve as the basis for analyzing urban structures. In recent decades, this research has evolved towards the precise mapping of infrastructural barriers and their impact on urban fauna metapopulations. The global literature extensively documents the negative impact of dense road networks on the mortality and genetic isolation of small mammals (e.g. Trombulak, Frissell, 2000; Jaeger et al., 2005). Studies conducted, among others, in Great Britain have shown that for the European hedgehog population, the main factor limiting migration, aside from roads, is the impermeability of private property fencing in single-family housing developments (Dowding et al., 2010; Hof, Bright, 2009). This phenomenon, defined as the “barrier effect” on a micro-scale, leads to the confinement of animals in isolated garden enclaves. In response to these challenges, the current of ecological urbanism has emerged within urban theory, advocating for the integration of natural processes with the built fabric (Mostafavi, Doherty, 2016). The design of ecological corridors becomes a crucial instrument, the effectiveness of which is confirmed in numerous studies (e.g. Bennett, 2003; Haddad et al., 2015). Contemporary research on ecological connectivity in cities increasingly utilizes advanced spatial modeling in GIS to identify critical collision points (e.g. Adriaensen et al., 2003; Braaker et al., 2014). It should be emphasized that while this issue is intensively studied in Western Europe and North America, Poland lacks systemic analyses combining spatial diagnostics in a GIS environment with concrete guidelines for architectural and planning practice on micro and meso scales.

1.5. RATIONALE FOR THE STUDY – SOCIAL PARTICIPATION

The growing significance of the problem of synanthropization and fauna isolation is best evidenced by the involvement of residents themselves in shaping the urban space. A tool that allows for the precise measurement of this phenomenon is the Krakow Civic Budget (CB). An analysis of the projects submitted and implemented within this participatory form of city management proves that the local community perceives the flaws in spatial planning and attempts to mitigate the negative effects of investment pressure from the bottom up. Civic initiatives most often focus on two aspects: minimizing road mortality and restoring lost habitats. An example of the first group of actions is the project “Watch out for hedgehogs – 40 road signs” submitted in the 2025 CB edition (fig. 1). It constitutes a direct response from residents to the phenomenon of the transport system colliding with natural migration corridors. The attempt to install warning signs in selected, critical points of the city demonstrates that the residents of Krakow identify physical zones of conflict between infrastructure and animal movement routes. The second, much more common trend, implemented for years, involves small architectural projects aimed at the punctual compensation of lost habitats. These include successfully voted tasks, such as “Hedgehog on its own – creating good conditions for hedgehogs” (CB 2020)¹, “Hedgehog houses from



Fig. 1. “Watch out for hedgehogs” traffic sign in Krakow. Photos and sketches by authors

¹ All translations are our own, unless otherwise noted.

łagiewniki” (CB 2021), and “Hedgehog houses in Krakow! Continuation II” (CB 2025). The recurrence of these initiatives over the years, as well as their high support in votes, indicates a strong social mandate for implementing the principles of interspecies design. These projects, most often implemented in public green areas, effectively serve as ad hoc shelters and build ecological awareness. From an urban and systemic perspective, however, a critical conclusion arises. The projects submitted by residents to the Civic Budget – although extremely necessary – serve only as localized “patches” applied to a defectively designed urban fabric. Citizens, on their own initiative, attempt to fix errors resulting from the lack of appropriate regulations in building and local law. This unambiguously proves that the implementation of infrastructure for fauna (e.g. culverts or safe shelters) should no longer be treated as an optional, bottom-up addition financed from the participatory budget, but must become a systemic, architectural standard required when designing any new development.

2. ANALYSIS OF LEGAL FRAMEWORKS IN KRAKOW

2.1. ANALYSIS OF THE PRIMARY REGULATION² – SELECTED PROVISIONS OF BUILDING LAW: TECHNICAL CONDITIONS

In the context of the phenomenon of urban space fragmentation and animal migration, special attention should be paid to Section II of the regulation, particularly Chapter 9, which governs the principles of fence design. According to the general guideline contained in § 41, section 1 of the regulation: “A fence must not pose a threat to the safety of people and animals.” This provision, although it explicitly mentions animals, leaves broad room for interpretation. In design practice and jurisprudence, the concept of “safety” is most often narrowed down to protection against direct physical injuries. This is suggested by the content of the subsequent section (§ 41, sec. 2), which specifies the prohibition of using “sharp-ended elements, barbed wire, broken glass, and other similar products and materials” at a height below 1.8 meters. The provisions of the regulation on technical conditions focus primarily on preventing mechanical bodily harm, not directly addressing ecological issues, such as the preservation of migration corridors. Building regulations do not define requirements regarding the “permeability” of fences at ground level. As a result, the use by a developer of a solid concrete wall, a high plinth under a system panel, or a mesh permanently bound to the ground is fully legal; such solutions are considered safe because they do not cause direct injuries to animals. When analyzing building regulations, it is worth

² Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tj. Dz.U. 2022 poz. 1225).

comparing the current legal status with planned changes. Until now, at the national level, there has been a lack of regulations directly restricting the fencing of entire development blocks (so-called gated communities), and the only strict safety requirement in § 41, sec. 2 concerned the ban on using sharp elements at a height below 1.8 meters. However, this situation is to change due to the new draft of the regulation on Technical Conditions (MRiT, 2025). According to the amendment, the safety limit for sharp elements will be raised to 2.2 meters, and the law will directly address the problem of the uncontrolled fencing of multi-family housing estates by introducing, among other things, the obligation to create publicly accessible pedestrian passages. This constitutes an example of how the law is evolving in the fight against spatial isolation. It should be noted that while this is a desirable step from the perspective of the cohesion of the urban fabric for humans, from the perspective of interspecies design, it still overlooks the core of the problem. For this reason, the burden of ensuring the free migration of fauna continues to shift from national law to consciously shaped local spatial planning law.

2.2. NATURE CONSERVATION ACT

The legal act constituting a counterbalance to building regulations in the context of interference with the natural environment is the Nature Conservation Act.³ This act establishes the legal framework for the preservation of biodiversity in Poland. A detailing of these provisions is the Regulation of the Minister of the Environment on the protection of animal species⁴, in the appendices of which the Northern white-breasted hedgehog (*Erinaceus roumanicus*) is listed as a strictly protected species. From the perspective of the investment process, Article 52, paragraph 1 of the aforementioned act is of crucial importance. It introduces a series of prohibitions regarding protected species, including the prohibition of intentional killing and mutilation, as well as the prohibition of destroying their habitats and refuges, which serve as areas for reproduction, rearing of young, resting, migration, or foraging. In development practice, this means that if the presence of hedgehogs is confirmed on the site of a planned construction, the investor is obliged to take protective measures (e.g. provide environmental supervision) or, with the consent of the Regional Directorate for Environmental Protection, relocate the individuals outside the work area. Analyzing these regulations from an urban planning perspective, however, a certain spatial dissonance can be observed. The Nature Conservation Act is highly effective in terms of direct protection – it provides physical protection for a specific individual and its nest (point habitat) at the time of earthworks. However, it lacks equally effective mechanisms for enforcing spatial protection and the so-called connectivity of the terrain after the

³ Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tj. Dz.U. 2023 poz. 1336 z późn. zm.).

⁴ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz.U. 2016 poz. 2183).

completion of the investment. In design and investment practice, however, these provisions are interpreted mainly in the context of point protection (nests, breeding sites) during the construction phase. The erection of solid architectural barriers within the boundaries of an investment plot is not always classified as a form of habitat destruction within the meaning of Article 52, paragraph 1, point 7 of the Nature Conservation Act, especially when the investment does not involve direct interference with identified living areas of protected species. The structure of the current regulations focuses primarily on the protection of specific areas of reproduction, resting, or foraging, without simultaneously providing for an explicit obligation to maintain the ecological permeability of the infrastructure. As a result, species protection effectively secures the physical survival of individuals at the investment implementation stage, but it addresses the problem of long-term habitat fragmentation and the severing of migration route continuity to a limited extent. The above justifies the need for a stronger inclusion of ecological connections in spatial planning instruments and local law.

2.3. LANDSCAPE RESOLUTION

The response to the aforementioned loopholes in national regulations is found in acts of local law. In Krakow, the document that introduced regulations concerning the issue of spatial barriers is the so-called Landscape Resolution.⁵ This act, which regulates the principles of locating, among other things, small architectural objects and fences, introduced groundbreaking anti-fencing provisions from an urban planning perspective. The resolution introduces a general ban on fencing areas designated for multi-family housing. The legislator's intention was to halt the process of creating gated communities and to restore the cohesion of the urban fabric. Equally important from the perspective of interspecies design, in cases where the resolution conditionally permits the construction of a fence (e.g. in single-family housing areas or at public utility facilities), a strict ecological requirement was introduced. Local law mandates leaving special gaps for small animals in the foundations of fences, with dimensions no less than 12 cm in height and 20 cm in width, located at ground level no less frequently than every 10 meters. Despite the highly progressive nature of these provisions, an analysis of contemporary development projects in Krakow reveals certain imperfections of this tool. The first problem is the phenomenon of circumventing the fencing ban by designing large-area, private home gardens assigned to ground-floor apartments. The resolution allows for their fencing, which in design practice leads to a situation where the developer closes the perimeter of the building with a network of connected "garden" fences. This *de facto* recreates an architectural barrier at ground

⁵ Uchwała Nr XXXVI/908/20 Rady Miasta Krakowa z dnia 26 lutego 2020 r. w sprawie ustalenia „Zasad i warunków sytuowania obiektów małej architektury, tablic reklamowych i urządzeń reklamowych oraz ogrodzeń, ich gabarytów, standardów jakościowych oraz rodzajów materiałów budowlanych, z jakich mogą być wykonane”.

level, preventing the free migration of fauna within the urban block. The second aspect requiring critical verification is the parameterization itself of the required gaps (12 x 20 cm). A width of 20 cm generates social conflicts in the private sphere – an opening of this size allows small domestic animals (e.g. miniature dog breeds) to escape the property. From the point of view of spatial sociology, this leads to the widespread phenomenon of illegal blocking of these passages by the residents themselves (e.g. using camouflage netting or stones), which ultimately completely defeats the ecological purpose of this provision. This indicates that the correct formulation of local law must go hand in hand with precise architectural optimization of the detail itself, so that the ecological function does not exclude the utilitarian needs of the residents.

2.4. ZARZĄD ZIELENI MIEJSKIEJ RECOMMENDATIONS

Complementing universally binding regulations are guidelines and educational campaigns (such as the “High Five for Hedgehogs” initiative) conducted by Zarząd Zieleni Miejskiej (ZZM) (Municipal Greenspace Authority in Krakow). This set of recommendations directly identifies contemporary architecture and road infrastructure as the primary barriers to the continuity of urban ecosystems. In urban planning terms, special attention is paid to the phenomenon of fragmentation caused by the dense network of transport systems. High curbs and roadways become death traps for small fauna; therefore, in road investments, the necessity of designing micro-culverts (underground passages for small animals) that can seamlessly connect severed areas is advocated. These recommendations align with the broader context of European road mortality mitigation strategies, which point to the necessity of physically connecting habitats to limit the genetic and spatial isolation of populations (Moore et al., 2020). Equally strongly emphasized is the issue of private fences. A solid fence is defined as an impassable barrier, directly contributing to population isolation. To prevent this, official municipal instructions specify the necessity of creating dedicated passages measuring 30 x 30 cm in the foundations and plinths of properties (Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie, 2025a). The introduction of such a defined parameter aims to physically recreate migration routes severed by new development. From the perspective of landscape architecture, a paradigm shift in the design and maintenance of neighborhood greenery is promoted. Instead of sterile, low-mowed lawns, the deliberate introduction of unmanaged green zones – with fallen leaves, dead wood, and freely growing shrubs – is recommended. During expert deliberations, it was demonstrated that such natural, biodiverse enclaves (so-called thickets) constitute a much more valuable environment for living and hibernation than artificially introduced wooden houses measuring approximately 40–50 cm, which in the urban space serve a supplementary and primarily educational function. From the point of view of the construction process, however, the legal status of these guidelines must be objectively assessed. Despite their high

substantive value, they function exclusively as so-called soft law. While they are successfully implemented in public areas (parks, squares), for private investors they remain merely a non-binding set of good practices. The lack of grounding for the 30 x 30 cm opening requirement or greenery guidelines in strict local law means that their real impact on halting the fragmentation phenomenon in gated communities currently remains marginal.

3. ANALYSIS OF SPATIAL CONDITIONS IN KRAKOW

3.1. TYPOLOGY OF ARCHITECTURAL BARRIERS IN THE CITY

The presented typology of barriers constitutes an original interpretation resulting from the synthesis of quantitative GIS analysis, data from a social inventory, sample field observations, and a review of urban and ecological literature (Mostafavi, Doherty, 2016). Historically, the natural structure of Krakow is based on a distinct system of blue-green infrastructure. Its core consists of river corridors (the valleys of the Vistula, Rudawa, Wilga, Dłubnia, and Prądnik rivers) and large forest and meadow complexes, such as the Wolski Forest, the Bielańsko-Tyniecki Landscape Park, and the Nowa Huta Meadows. Under ideal conditions, these areas should form a coherent, continuous system allowing for the free migration of synanthropic fauna. In reality, however, dynamic and multidirectional investment pressure has led to the fragmentation of these connections. Based on the results of collision mapping conducted in a GIS environment (superimposing *Citizen Science* data regarding hedgehog occurrences onto a map of infrastructural barriers), supplemented by field observations and a review of the literature on the subject (including AAD principles), an original, multi-scale typology was formulated. This comprehensive spatial analysis of contemporary Krakow allows for the distinction of three main types of architectural and urban barriers that directly determine the phenomenon of habitat isolation for the Northern white-breasted hedgehog. The first group, most visible on a macro scale, consists of linear infrastructural barriers. These primarily include the city's southern ring road along the A4 motorway, the expanding 4th Ring Road, and new expressways within the city (e.g. the Łagiewnicka Route or the expanded 29 Listopada Avenue) (fig. 2). From the perspective of small fauna, these are partitions with a high degree of impermeability. Wide strips of asphalt, acoustic screen systems, and concrete separators physically cut off the outer, ecologically valuable fringes of the city from its downtown area, forcing animals to confine themselves to isolated enclaves.

Further fragmentation occurs on a meso-scale, where the primary isolating factor becomes the spatial barrier of residential development, particularly gated communities. The progressing phenomenon of urban sprawl, identified on the collision map as zones of critical fragmentation in the south (e.g. in Ruczaj, Kliny, or the vicinity of Bunscha Street) and in the north (Górka Narodowa, Żabinec), has generated extensive blocks of biologically

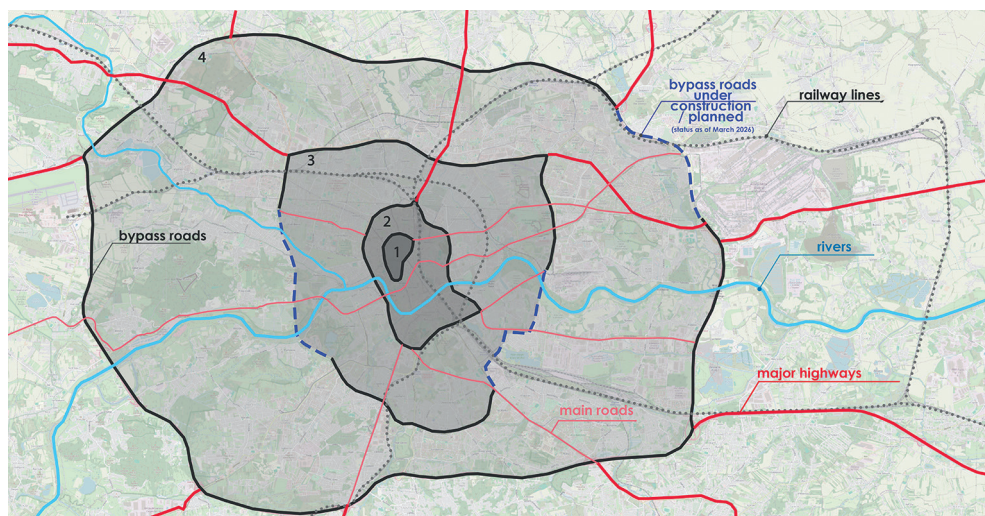


Fig. 2. Krakow's bypasses and railway infrastructure. Own elaboration

impermeable space. This phenomenon forces significant behavioral changes upon synanthropic fauna; research conducted under conditions of permanent urban fragmentation shows that hedgehogs are forced to travel over much greater distances and at higher speeds, which increases their energy depletion and the risk of collision (Barthel et al., 2020). An example of a high accumulation of architectural barriers is, among others, the Avia estate in Czyżyny (fig. 3), where a dense network of interconnected fences creates closed labyrinths. It is worth emphasizing here that in areas with diverse topography (e.g. the aforementioned Kliny or Prądnik), an additional, frequently overlooked barrier consists of retaining walls and the elevated plinths of underground garages. For a hedgehog, which is unable to climb, a vertical drop of merely 30 cm constitutes a barrier just as effective as a highway.

The third, highly critical type of barrier is real estate development narrowing river corridors (fig. 4). Rivers such as the Wilga or Białucha function as natural, green "highways" for urban fauna. Unfortunately, in areas such as Zabłocie (along the Vistula River) or Ludwinów and Garbarnia (along the Wilga River), new multi-family housing development encroaches almost to the very shoreline. Continuous development, hard-surfaced boulevards, and fences descending towards the water create a "bottleneck" effect, leaving no space for a biological buffer with natural vegetation. From the perspective of ecological urbanism, this phenomenon exemplifies a lack of planning for coexistence, where investment priorities eliminate the function of the migration corridor. As a result of the overlapping of these three types of barriers, historical and valuable areas within the city, such as the Krakow Planty Park, become green yet highly isolated zones. Surrounded by a dense fabric of tenement houses, asphalt, and the tram tracks of the first ring road, they no longer possess

a natural connection to external corridors. It is precisely this system of overlapping spatial barriers – from the ring road, through the impermeable fence in Ruczaj, to the retaining wall on the boulevards – that defines the contemporary, hostile living environment for small fauna in Krakow.

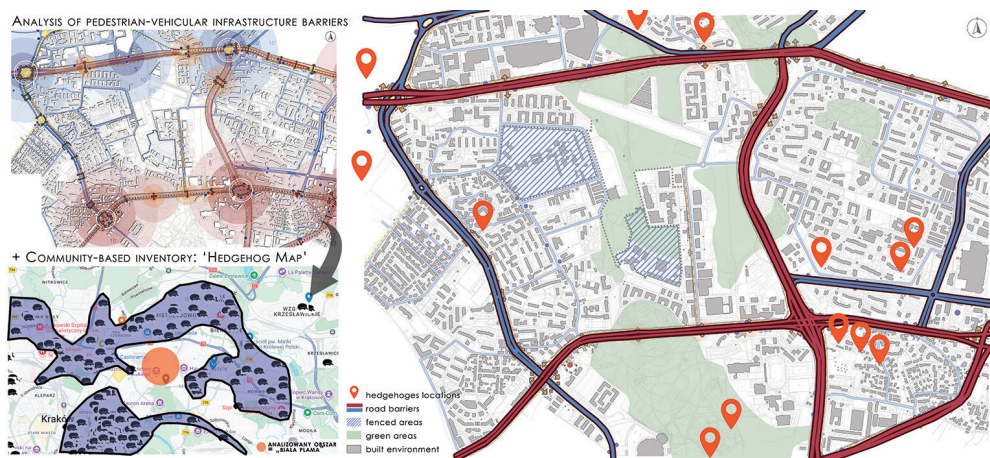


Fig. 3. Spatial collision mapping: a synthesis of the urban barrier inventory with the results of citizen science monitoring of hedgehog occurrences. Own elaboration

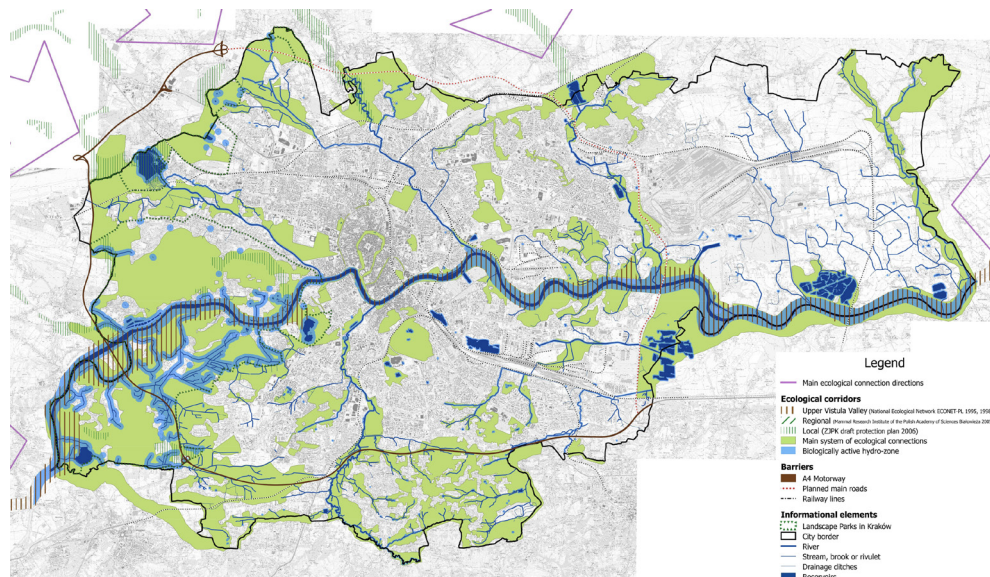


Fig. 4. Course of ecological corridors in Krakow (as of December 2015) (Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie, 2019)

3.2. MAPPING URBAN COLLISIONS AND ECOLOGICAL CORRIDORS

The basis for conducting the original spatial analysis was the data obtained from a community-based inventory carried out as part of the Krakow campaign “Where the Hedgehog Trudges at Night” [Dokąd tupta nocą jeż]⁶. This initiative, launched by the Nasze Grzegórzki Association, constitutes an example of the growing role of so-called citizen science in diagnosing urban planning problems. The interactive map made available to residents (fig. 5) allowed for the geolocation of encountered animals, rapidly surpassing the initial assumptions of its creators.

The scale of this phenomenon is aptly summarized by Monika Firlej from “Zielone Grzegórzki”: “Originally, this campaign was strictly local; we thought only the residents of Grzegórzki would mark their locations. Meanwhile, it turned out that we have plenty of hedgehogs in Krakow. In just 10 days after the campaign was announced, as many as 250 locations were marked on the map.” Over time, the project evolved, and the database grew to several hundred points, creating a valuable source of information about the urban ecosystem. “A city-wide campaign ‘Where is the hedgehog’ was created. [...] This is an incredible success for the campaign, the residents’ response, and their sensitivity,” Firlej adds (Błaszczuk, 2019). What is extremely important from a spatial planning perspective is that the collected data met with a response from municipal units. The association established a cooperation with ZZM, the goal of which, as indicated by the organizers, was, among others, “to combine the installation of hedgehog houses with the designation of so-called ecospheres – places that will not be mowed and will remain entirely wild” (Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie, 2019). Utilizing the potential of this bottom-up tool, an original spatial analysis was created as part of this study. It involved clashing the aforementioned “ecological layer” (hedgehog occurrence map) with an originally developed grid of key Krakow infrastructural barriers within a GIS environment. Due to the scale of the analysis, this grid primarily included main roads and communication arteries, which constitute the most legible and best-documented element of urban infrastructure capable of restricting fauna migration. Observing such an analytical overlay reveals anomalies in the functioning of the urban fabric. Visualizing the report points on the map of Krakow allows one to notice the emergence of vast “white spots” – areas completely devoid of traces of fauna presence (or a lack of reports of fauna presence) in these places (fig. 6). While within older, open, and greenery-rich districts (such as Grzegórzki or Krowodrza),

⁶ The social campaign “Dokąd tupta nocą jeż” (also functioning under the name “Where the Krakow hedgehog wanders at night”) was initiated in July 2019 by the Krakow association Zielone Grzegórzki. The direct impulse for its organization was an incident in May 2019, when dozens of hedgehogs were killed during the routine clearing of a plot and mowing of undergrowth for a new real estate development. The aim of the initiative was to create a civic, interactive map recording the occurrence of these mammals.

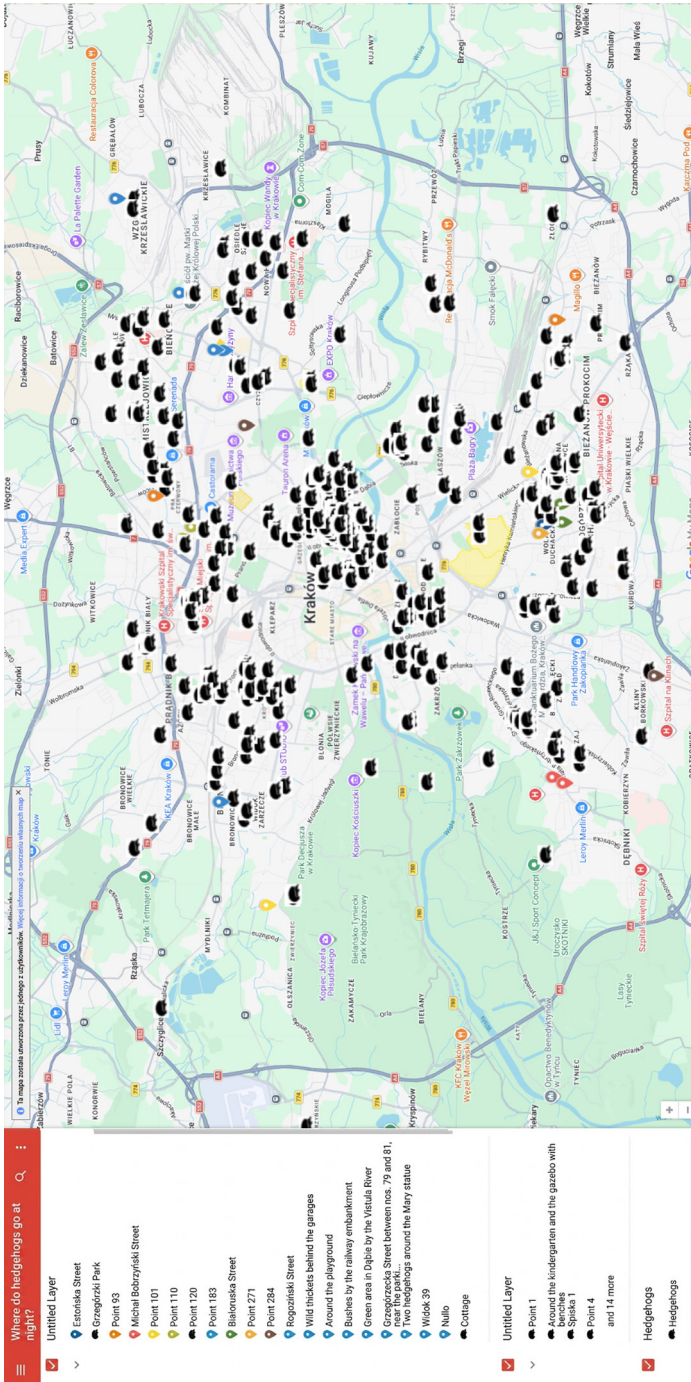


Fig. 5. Interactive map showing the location of hedgehogs in Krakow (Google My Maps, 2019)

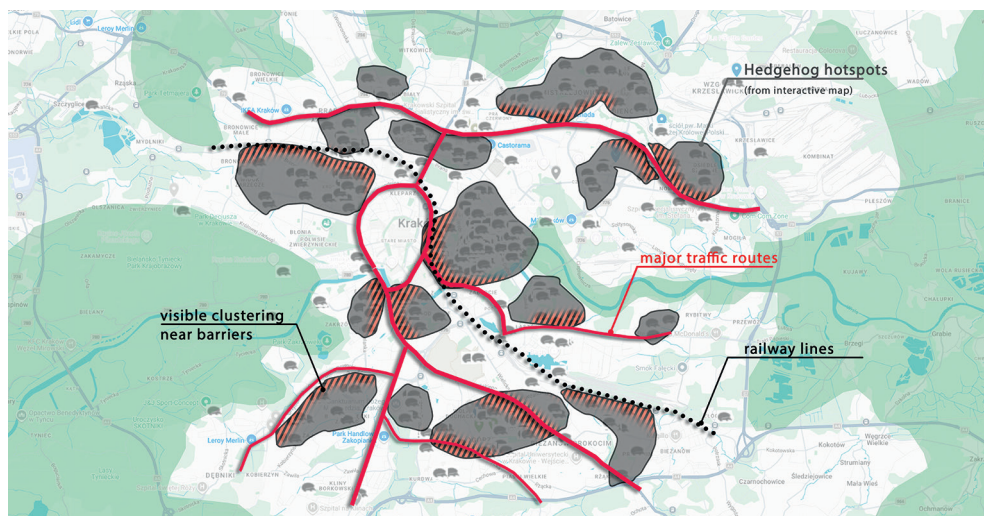


Fig. 6. Analytical map of the collision between hedgehog habitats and infrastructural barriers in Krakow. Based on the interactive community-based inventory. Own elaboration

the population density – reflected in the number of resident reports – is high and uniform, in areas dominated by intensive, new real estate development on the outskirts, this activity decreases or even disappears.

Additionally, the map reveals an unnatural grouping of points (so-called clustering) along distinct cutoff lines. Hedgehogs concentrate on the fringes of large spatial barriers, such as multi-lane roads or the impermeable boundaries of gated residential blocks. When encountering hard architectural details or road infrastructure, animals are forced to alter their natural migration routes, which often results in them entering the roadway. In this regard, the inherent limitations of the Citizen Science method must be kept in mind. The absence of observation points in certain areas does not necessarily indicate the absolute absence of the species, and a high number of reports may result from increased resident activity or better animal visibility within a given urban structure. Nonetheless, the observed clustering of points along distinct, hard barrier boundaries and the correlation of “white spots” with areas of new, impermeable development serve as an indicator of their real impact on the population structure. The juxtaposition of these data illustrates that the problem of habitat fragmentation is not an incidental issue but a structural spatial conflict in which contemporary urbanism physically displaces small fauna from certain areas of the city.

4. CASE STUDIES OF REFERENCE SOLUTIONS

The phenomenon of habitat fragmentation and the spatial exclusion of small fauna is not an exclusively local problem but a global challenge for contemporary urbanism. The response to this challenge is the evolution of design awareness, visible in a limited number of European developments. The substantive objective of the analysis of foreign case studies is a critical comparison of their implementation instruments with Polish legal and spatial conditions. This review, encompassing both the macro scale (estate planning and city management) and the micro scale (parameterization of architectural detail), is based on the purposeful selection of examples representative of two key conservation models: (1) model systemic implementation in the new development process (Great Britain – BNG [Biodiversity Net Gain]) and (2) adaptive measures within the existing, dense urban fabric. The presented review of reference case studies focuses on examples that are the most substantially documented and, at the same time, widely promoted in the media. The selected implementations possess dedicated online platforms (e.g. Hedgehog Street) and enjoy systemic support from nature conservation associations (e.g. British Hedgehog Preservation Society), which ensures their diagnostic credibility and provides a basis for critical comparative analysis, while demonstrating specific, scalable mechanisms that – taking into account systemic differences – can serve as a foundation for Polish conservation strategies.

4.1. MACRO SCALE

At the urban planning level, the key is transitioning from ad hoc actions to systemic spatial planning. A prime example of implementing a multispecies strategy at the masterplan stage is the Kingsbrook development in Aylesbury, UK. This investment, realized in cooperation with the Royal Society for the Protection of Birds, constitutes a model application of the “Biodiversity Net Gain” principle within a commercial development process (RSPB, 2023). Instead of traditional block fencing, an extensive network of seamless ecological corridors was planned, barrier curbs were eliminated, and the road layout was integrated with a system of underground micro-culverts for amphibians and small mammals. The substantive foundation of Kingsbrook’s success is not a one-off developer’s gesture but an established legal and economic instrument: Biodiversity Net Gain (BNG), which has become a mandatory planning standard in Great Britain (Environment Act 2021). This mechanism obligates the developer to demonstrate through substantive indicators (e.g. GIS habitat analysis) that biodiversity post-investment is at least 10% greater than before. This “ecological currency” allows for the precise market valuation of ecological connectivity as infrastructure rather than an incidental cost. From the perspective of transfer to Poland, Kingsbrook indicates that fauna protection must be part of the urban skeleton, not merely an ad hoc addition. A systemic approach

to urbanized space need not be limited to new developments. On the scale of managing existing urban infrastructure, the British city of Ipswich stands out. A comprehensive strategy for maintaining urban green spaces was implemented there, involving a drastic reduction in mowing and the deliberate designation of so-called wild zones within public parks and road strips. Similar spatial measures for mapping routes and securing greenery are carried out in the London district of Barnes (BCA, 2023). In Barnes, a key instrument supporting these processes is the use of data from a social inventory on “The Big Hedgehog Map” platform (fig. 7). This involves precisely identifying “white spots” and critical fauna clustering zones in order to plan migration corridors within a dense fabric of private development. This enabled the identification of hundreds of urban collision points in Barnes and provided a substantive justification for systemic mitigation measures. From the perspective of the transferability of these spatial actions to Poland, the Barnes example shows that bottom-up Citizen Science initiatives can successfully function as substantive diagnostic tools, but their effectiveness in dense private developments in Poland is systemically limited by the lack of legal instruments (modeled after British BNG or systemic detail standards) that would obligate developers or private owners to physically maintain the permeability of property fences.

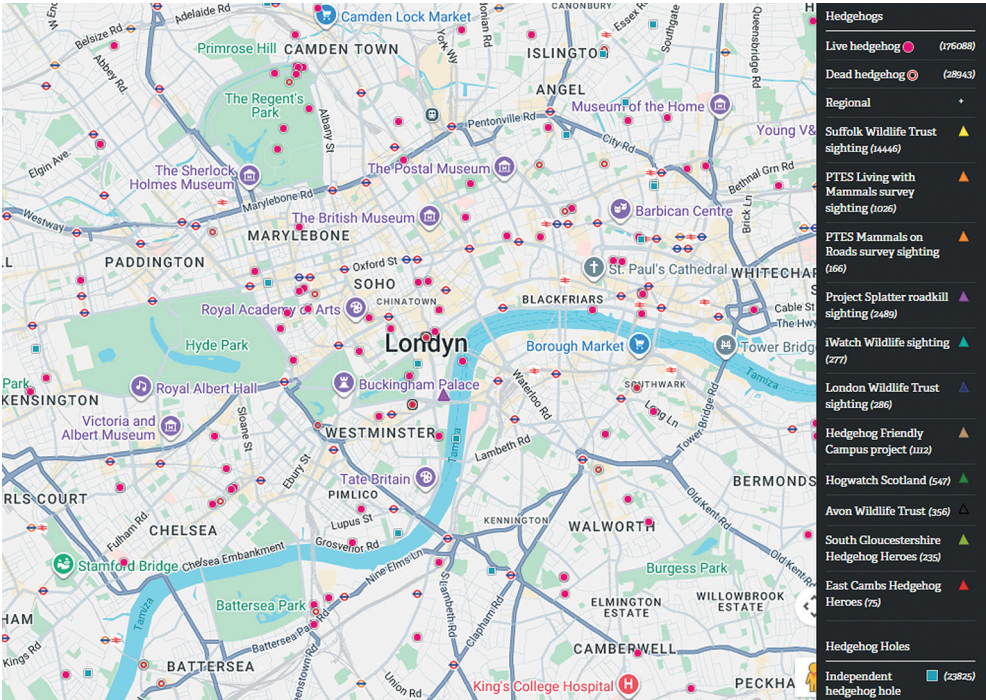


Fig. 7. Interactive map “The Big Hedgehog Map” showing the network of corridors and fauna observation points on the scale of the London metropolis (Hedgehog Street, n.d.)

The necessity of standardizing fencing details is also recognized in Poland, where similar solutions are promoted by, among others, the Primum Foundation under the original name of “jeżoprzejścia” [hedgehog passages] (Fundacja Premium, 2023). The validity of these actions is confirmed by the latest domestic analyses of urban population distribution (Cycyk, 2025); studies conducted in Gdańsk show a strong correlation between the presence of individuals and the availability of green areas in the immediate vicinity of buildings, highlighting the importance of maintaining the permeability of architectural barriers to preserve habitat continuity. These guidelines are slowly becoming an integral part of conscious landscape design. However, the most engineering-advanced approach on a micro scale is the German Animal-Aided Design (AAD) methodology, developed by a team from the Technical University of Munich (Hauck, Weisser, 2024). This methodology, successfully applied in Berlin, assumes that animals are full-fledged users of a building. Within AAD, ecological infrastructure (e.g. hibernation chambers for hedgehogs or nesting boxes for swifts) is not added to the surroundings *post factum* but is integrated directly into the building’s mass – hidden within the thickness of the thermal insulation, plinths, and retaining walls, becoming an inseparable architectural element of a modern structure. From the perspective of transferring the Animal-Aided Design methodology to Poland, AAD represents the most substantively advanced and innovative direction, yet simultaneously the most difficult due to systemic reasons. In Poland, the substantive inclusion of biodiversity into the building’s mass is a rare solution due to the lack of habitat valuation mechanisms in the investment process (such as BNG). Although AAD is correctly applied in Berlin, in the Polish reality, it remains limited to ad hoc, isolated actions promoting “hedgehog passages,” without translation into systemic, engineering integration of ecological connectivity with the volume of modern architecture.

5. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The contemporary metropolis is evolving towards a hybrid ecosystem where the traditional boundary between urbanized space and the natural environment is becoming blurred. The progressing synanthropization of species, such as the Northern white-breasted hedgehog, necessitates a redefinition of planning paradigms and a transition from anthropocentric planning toward interspecies design. The conducted research into the realities of Krakow proves that ensuring natural continuity is currently a significant challenge. The collision of spatial analyses points to a conflict between hard infrastructure and the biological needs of fauna. While impermeable fencing, high plinths, and a lack of road culverts generate population isolation, potential lies in solutions promoting permeability – ranging from green ecospheres to the deliberate creation of micro-corridors. A key conclusion is the

fundamental role of the local community. Initiatives based on citizen science and bottom-up projects provide an impulse that increasingly effectively compels municipal institutions and investors to adjust their strategies in favor of more empathetic spatial shaping.

5.1. KEY RESEARCH FINDINGS

The analysis confirmed that Krakow's current urban fabric acts as a selective sieve for small fauna, fragmenting habitats and cutting off migration routes. A shortage of systemic legal and planning instruments was identified that would mandatorily require investors to demonstrate a biodiversity net gain (modeled after the British Biodiversity Net Gain). Consequently, the protection of ecological corridors in the Polish context relies on soft provisions, which, when confronted with development pressure, results in the narrowing of biological zones in river valleys. On a spatial scale, the impermeability of private property fences and the deficit of seamless passages along major communication arteries were identified as isolating factors, directly generating the risk of road collisions.

5.2. STUDY LIMITATIONS

The study's conclusions should be interpreted through the prism of the diagnostic methodology's limitations. Relying on community inventory data carries the risk of errors in geolocation precision and species identification by residents. Furthermore, the absence of reports in certain areas, particularly within new, dense developments, cannot be unequivocally equated with the absolute absence of fauna. It must also be considered that the high frequency of observations in some districts may result from increased social activity rather than just population density. The assessment of physical barrier permeability was partially based on the author's analysis and sample field observations, resulting from the lack of systemic monitoring of animal migration across the entire city.

5.3. RECOMMENDATIONS

Based on the analysis of Krakow's collision maps and reference case studies, guidelines for Krakow's design practice can be formulated. At the masterplan level, the integration of natural systems as a primary urban skeleton rather than an ad hoc addition to investments is crucial, requiring the design of unobstructed corridors and seamless culverts. Regarding municipal greenery management, a systemic expansion of "ecospheres" with restricted mowing regimes, following the Ipswich model, is postulated, including within road strips. The implementation of "permeable architecture" standards becomes a priority. Efforts should be made to introduce the requirement for unified migration openings in new fencing

as a technical standard. The German Animal-Aided Design (AAD) methodology, which involves the engineering integration of fauna needs directly into the infrastructure and the volume of a modern building, was identified as the most innovative direction.

5.4. DIRECTIONS FOR FUTURE RESEARCH

The applied method, combining social data with barrier analysis in a GIS environment, has high scalability potential. Further research should involve adapting this methodology for other species groups: amphibians and reptiles (locating culverts under roads on breeding routes), urban birds (analyzing collisions with glass facades along flight corridors), and pollinators (mapping networks of “flower islands”). An important direction is also conducting monitoring studies that would allow for the substantive verification of the real impact of the implemented recommendations on ecological connectivity within the urban fabric. Counteracting fauna isolation requires an evolution in spatial thinking. It is essential that good practices, driven by resident empathy, become a natural standard in the work of architects and urban planners, treating natural continuity on par with technical infrastructure.

1. WSTĘP

1.1. PROJEKTOWANIE WIELOGATUNKOWE I SYNANTROPIZACJA FAUNY

Proces intensywnej urbanizacji oraz ekspansja przestrzenna miast doprowadziły do ingerencji w naturalne ekosystemy, generując wyzwania dla bioróżnorodności. W obliczu kurczących się i fragmentowanych siedlisk wiele gatunków dzikich zwierząt ulega zjawisku synantropizacji, trwale przystosowując się do życia w specyficznych warunkach środowiska zurbanizowanego (synantropizacja, n.d.). Zjawisko to wymusza redefinicję relacji natura–kultura i odejście od postrzegania współczesnego miasta jako wyłącznej domeny człowieka. W teorii architektury, planowania przestrzennego oraz ekologii miejskiej (ang. *urban ecology*) kształtuje się nowy, biocentryczny paradygmat – projektowanie wielogatunkowe (ang. *interspecies design*). Nurt ten stanowi bezpośrednie rozwinięcie koncepcji urbanistyki wielogatunkowej (ang. *multispecies urbanism*), ukutej w 2019 r. przez Debrę Solomon (Solomon, Škerl, 2021), a samo pojęcie projektowania wielogatunkowego zostało ugruntowane w teorii przez badacza Stanislava Roudavskiego w 2021 r. (Roudavski, 2021). Projektowanie wielogatunkowe odrzuca skrajnie antropocentryczne podejście do planowania przestrzeni, postulując uwzględnianie „nie-ludzkich użytkowników” w procesie inwestycyjnym jako równorzędnych podmiotów. Wpisuje się ono w szerszą dyskusję z zakresu planowania na rzecz współistnienia (ang. *planning for coexistence*), w której akcent przesunięty zostaje z doraźnych interwencji na systemowe rozwiązania niwelujące konflikty na styku działalności człowieka i fauny. Z perspektywy dyscypliny architektonicznej i urbanizmu ekologicznego oznacza to konieczność takiego kształtowania tkanki budowlanej, aby harmonizowała ona potrzeby społeczne z uwarunkowaniami środowiskowymi. Celem systemowym staje się minimalizacja negatywnego wpływu nowych struktur na miejską bioróżnorodność i tworzenie przestrzeni o charakterze regeneracyjnym.

1.2. DEFINICJA PROBLEMU BARIER ARCHITEKTONICZNYCH

Jednym z zagrożeń dla fauny synantropijnej jest zjawisko fragmentacji siedlisk, potęgowane przez współczesne metody kształtowania nowej zabudowy wielorodzinnej. W badanym kontekście projektowania wielogatunkowego bariera architektoniczna definiowana jest nie tylko jako fizyczna przeszkoda terenowa (np. mur, ogrodzenie, krawężnik barierowy), ale

przede wszystkim jako cecha tkanki urbanistycznej, która ze względu na swoją strukturę, skalę lub funkcję ogranicza lub uniemożliwia swobodną migrację drobnej fauny miejskiej. Oznacza to, że bariera może mieć charakter punktowy (np. pojedynczy element infrastruktury), liniowy (np. szczelny mur posesji prywatnych) lub obszarowy (np. wielkopowierzchniowa zabudowa wielorodzinna o wysokim współczynniku uszczelnienia terenu). Wprowadzanie do tkanki miejskiej zamkniętych, grodzonych osiedli generuje obszary ograniczonej dostępności migracyjnej. Z punktu widzenia mobilności zwierząt głównym czynnikiem izolacyjnym nie jest sama funkcja budynków, lecz zmaterializowany detal architektoniczny – zwłaszcza lite cokoły ogrodzeniowe, mury oporowe, gęste siatki dociągnięte do poziomu gruntu oraz układ drogowy pozbawiony obniżonych krawężników. Bezpośredni i destrukcyjny wpływ układu dróg oraz natężenia ruchu kołowego na występowanie i śmiertelność fauny synantropijnej potwierdzają m.in. badania populacji jeża wschodniego przeprowadzone w przestrzeni zurbanizowanej Budapesztu (Vadonleső Group i in., 2019). Dla drobnych ssaków naziemnych, takich jak jeż wschodni (łac. *Erinaceus roumanicus*), elementy te stanowią bariery utrudniające migrację. Przecinają one naturalne korytarze ekologiczne, odcinając zwierzęta od terenów żerowania, miejsc hibernacji oraz możliwości swobodnej migracji. W tym kontekście bariera architektoniczna staje się istotnym problemem przestrzennym, który w skali makro obniża biologiczną przenikalność miasta.

1.3. CEL I ZAKRES PRACY

Głównym celem niniejszego artykułu jest zidentyfikowanie i zbadanie wpływu barier architektonicznych na izolację przestrzenną populacji jeża wschodniego w strukturze miejskiej oraz stworzenie wytycznych pozwalających na zniwelowanie tego zjawiska. Zakres terytorialny analizy ogólnej obejmuje miasto Kraków, traktując ten rejon jako reprezentatywny przykład zderzenia intensywnej rozbudowy z potrzebami ochrony miejskiej przyrody. W ramach pracy przeprowadzono (1) krytyczną ocenę uwarunkowań formalno-prawnych, wskazując dysonans między obowiązującą ochroną gatunkową a narzędziami planistycznymi. Realizacja celu merytorycznego opierała się na (2) autorskiej metodzie mapowania kolizji urbanistycznych, zrealizowanej w środowisku GIS. Polegała ona na precyzyjnym nałożeniu danych przestrzennych (GIS), z inwentaryzacją społeczną dotyczącą występowania jeży, na mapę barier infrastrukturalnych Krakowa (główne arterie, szczelna zabudowa). Zidentyfikowanie stref, w których wysokie zagęszczenie punktów obserwacji zwierząt zderzało się z przeszkodami fizycznymi, pozwoliło na identyfikację stref izolacji fauny. Ponadto przeprowadzono (3) przegląd referencyjnych studiów przypadku z zagranicy. Kryterium doboru tych przykładów opierało się na ich systemowym i skalowalnym charakterze. Wybrano inicjatywy, które demonstrują kompleksowe podejście, zintegrowane z polityką planistyczną i urbanistyczną, skalowalne od poziomu masterplanu po detal architektoniczny. Dodatkowo brytyjski model „Hedgehog Street” wybrano ze względu na jego długofalowy charakter

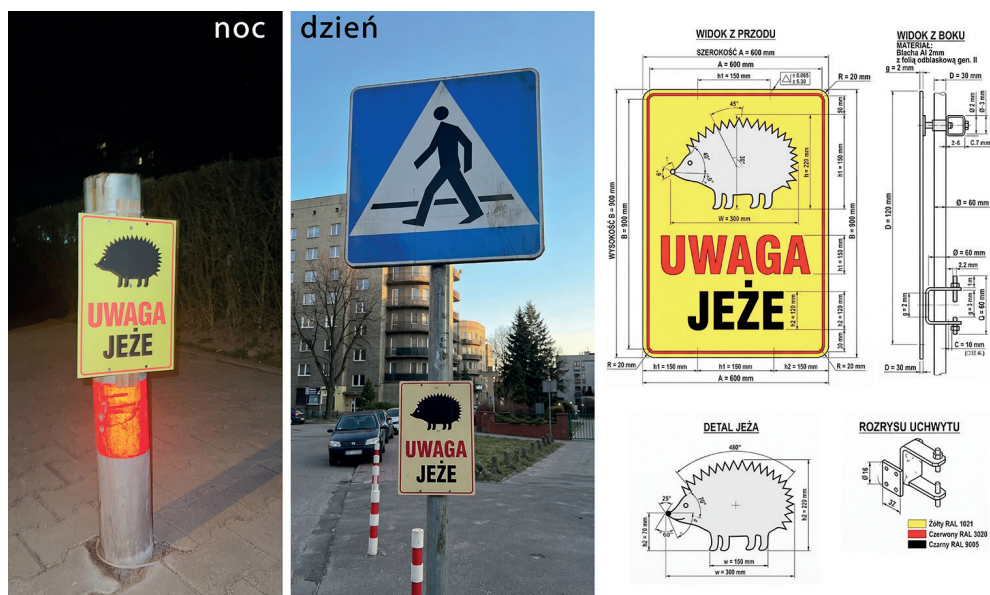
i ugruntowaną metodę integracji danych społecznych w procesie ochronnym, co stanowiło bezpośrednie, metodologiczne odniesienie do analiz krakowskich. Należy wskazać na pewne ograniczenia zastosowanej metodyki. Poleganie na danych *Citizen Science* wiąże się z ryzykiem błędu w identyfikacji gatunku lub precyzji lokalizacji, a ocena przenikalności barier fizycznych (np. szczelności ogrodzeń) opierała się częściowo na wrywkowych obserwacjach i autorskiej interpretacji, co wynika z braku stałego, systemowego monitoringu migracji fauny. Na tej podstawie wskazano zbiór dobrych praktyk oraz sformułowano podstawowe rekomendacje. Mają one za zadanie dostarczyć architektom i urbanistom konkretnych rozwiązań – od odpowiedniej parametryzacji detalu ogrodzeniowego po rekomendacje dla aktów prawa miejscowego – których wdrożenie pozwoli na przywrócenie łączności ekologicznej bez utraty funkcjonalności i bezpieczeństwa osiedli mieszkaniowych.

1.4. STAN BADAŃ

Problematyka fragmentacji siedlisk w środowisku zurbanizowanym oraz poszukiwanie metod zachowania ciągłości ekologicznej stanowi ugruntowany nurt we współczesnej ekologii miejskiej i planowaniu przestrzennym. Prace Richarda Formana i Michela Godrona (1986) nad ekologią krajobrazu zdefiniowały fundamentalne pojęcia płatów, korytarzy i macierzy, które do dziś stanowią podstawę do analizy struktur miejskich. W ostatnich dekadach badania te ewoluowały w kierunku precyzyjnego mapowania barier infrastrukturalnych i ich wpływu na metapopulacje fauny miejskiej. W literaturze światowej szeroko dokumentowany jest negatywny wpływ gęstej sieci drogowej na śmiertelność i izolację genetyczną drobnych ssaków (np. Trombulak, Frissell, 2000; Jaeger i in., 2005). Badania prowadzone m.in. w Wielkiej Brytanii wykazały, że dla populacji jeża zachodniego głównym czynnikiem limitującym migrację, obok dróg, jest szczelność wygradzeń posesji prywatnych w zabudowie jednorodzinnej (Dowding i in., 2010; Hof, Bright, 2009). Zjawisko to, określane jako „efekt bariery” w skali mikro, prowadzi do zamykania się zwierząt w izolowanych enklawach ogrodowych. W odpowiedzi na te wyzwania w teorii urbanistyki ukształtował się nurt urbanizmu ekologicznego, postulujący integrację procesów przyrodniczych z tkanką budowlaną (Mostafavi, Doherty, 2016). Kluczowym instrumentem staje się projektowanie korytarzy ekologicznych, których skuteczność jest potwierdzana w licznych badaniach (np. Bennett, 2003; Haddad i in., 2015). Współczesne badania nad łącznością ekologiczną w miastach coraz częściej wykorzystują zaawansowane modelowanie przestrzenne w GIS w celu identyfikacji krytycznych punktów kolizji (np. Adriaensen i in., 2003; Braaker i in., 2014). Należy podkreślić, że choć problematyka ta jest intensywnie badana w Europie Zachodniej i Ameryce Północnej, w Polsce brakuje systemowych analiz łączących diagnostykę przestrzenną w środowisku GIS z konkretnymi wytycznymi dla praktyki architektoniczno-planistycznej w skali mikro i mezo.

1.5. UZASADNIENIE PODJĘCIA TEMATU – PARTYCYPACJA SPOŁECZNA

O rosnącej randze problemu synantropizacji i izolacji fauny najlepiej świadczy zaangażowanie samych mieszkańców w kształtowanie miejskiej przestrzeni. Narzędziem, które pozwala precyzyjnie zmierzyć to zjawisko, jest krakowski Budżet Obywatelski (BO). Analiza projektów zgłaszanych i realizowanych w ramach tej partycypacyjnej formy zarządzania miastem dowodzi, że lokalna społeczność dostrzega błędy w planowaniu przestrzennym i próbuje oddolnie łagodzić negatywne skutki presji inwestycyjnej. Inicjatywy obywatelskie skupiają się najczęściej na dwóch aspektach: minimalizacji śmiertelności na drogach oraz odtwarzaniu utraconych siedlisk. Przykładem pierwszej grupy działań jest zgłoszony w edycji BO 2025 projekt „Uwaga na jeże – 40 znaków drogowych” (il. 1). Stanowi on bezpośrednią reakcję mieszkańców na zjawisko kolizji układu komunikacyjnego z naturalnymi korytarzami migracyjnymi. Próba montażu znaków ostrzegawczych w wytypowanych, newralgicznych punktach miasta pokazuje, że Krakowianie identyfikują fizyczne strefy konfliktu między infrastrukturą a szlakami przemieszczania się zwierząt. Drugim, znacznie powszechniejszym i od lat realizowanym nurtem są projekty małej architektury, mające na celu punktową kompensację utraconych siedlisk. Należą do nich sukcesywnie przegłosowywane zadania, takie jak „Jeż na swoim – stwarzamy dobre warunki dla jeży” (BO 2020), „Domki dla jeży z łagiewnik” (BO 2021) czy „Domki dla jeży w Krakowie! Kontynuacja II” (BO 2025). Powtarzalność tych inicjatyw na przestrzeni lat, a także ich wysokie poparcie w głosowaniach świadczą o silnym



Il. 1. Znak drogowy „Uwaga jeże” w Krakowie oraz szkic znaku. Fot. i oprac. aut.

mandacie społecznym dla wdrażania założeń projektowania wielogatunkowego. Projekty te, realizowane najczęściej na publicznych terenach zieleni, skutecznie pełnią funkcję doraźnych schronień i budują świadomość ekologiczną. Z perspektywy urbanistycznej i systemowej nasuwa się jednak wniosek krytyczny. Zgłaszane przez mieszkańców projekty do Budżetu Obywatelskiego – choć niezwykle potrzebne – pełnią funkcję jedynie punktowych „łat”, nakładanych na wadliwie zaprojektowaną tkankę miejską. Obywatele z własnej inicjatywy próbują naprawiać błędy wynikające z braku odpowiednich regulacji w prawie budowlanym i miejscowym. Dowodzi to jednoznacznie, że wdrażanie infrastruktury dla fauny (np. przepustów czy bezpiecznych schronień) powinno przestać być traktowane jako opcjonalny, oddolny dodatek finansowany z budżetu partycypacyjnego, a stać się systemowym, architektonicznym standardem wymagany przy projektowaniu każdej nowej inwestycji.

2. ANALIZA UWARUNKOWAŃ PRAWNYCH W KRAKOWIE

2.1. ANALIZA PODSTAWOWEGO ROZPORZĄDZENIA¹ – WYBRANE PRZEPISY: PRAWO BUDOWLANE – WARUNKI TECHNICZNE

W kontekście zjawiska fragmentacji przestrzeni miejskiej i migracji zwierząt szczególną uwagę należy zwrócić na dział II Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, a zwłaszcza na rozdział 9, który reguluje zasady projektowania ogrodzeń. Zgodnie z ogólną wytyczną zawartą w §41 ust. 1 rozporządzenia: „Ogrodzenie nie może stwarzać zagrożenia dla bezpieczeństwa ludzi i zwierząt”. Zapis ten, choć wprost wspomina o zwierzętach, pozostawia szerokie pole do interpretacji. W praktyce projektowej i orzecznictwie pojęcie „bezpieczeństwa” jest najczęściej zawężane do ochrony przed bezpośrednimi urazami fizycznymi. Sugeruje to treść kolejnego ustępu (§41 ust. 2), który doprecyzowuje zakaz stosowania na wysokości poniżej 1,8 metra „ostro zakończonych elementów, drutu kolczastego, tłuczonego szkła oraz innych podobnych wyrobów i materiałów”. Przepisy rozporządzenia w sprawie warunków technicznych koncentrują się przede wszystkim na zapobieganiu mechanicznym uszkodzeniom ciała, nie odnosząc się bezpośrednio do zagadnień ekologicznych, takich jak zachowanie korytarzy migracyjnych. Przepisy budowlane nie definiują wymogów dotyczących „przepuszczalności” ogrodzeń przy poziomie gruntu. W efekcie zastosowanie przez dewelopera litego muru betonowego, wysokiego cokołu pod panelem systemowym czy siatki trwale związanej z gruntem jest w pełni legalne, a takie rozwiązania są uznawane za bezpieczne, ponieważ nie powodują bezpośrednich obrażeń u zwierząt. Analizując przepisy budowlane, warto zestawzić obecny stan

¹ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tj. Dz.U. 2022 poz. 1225).

prawny z planowanymi zmianami. Dotychczas na poziomie ogólnokrajowym brakowało regulacji wprost ograniczających gromadzenie całych kwartałów zabudowy (tzw. z ang. *gated communities*), a jedyny twardy wymóg bezpieczeństwa w §41 ust. 2 dotyczył zakazu stosowania ostrych elementów na wysokości poniżej 1,8 metra. Sytuacja ta ma jednak ulec zmianie za sprawą nowego projektu rozporządzenia w sprawie warunków technicznych (MRiT, 2025). Zgodnie z nowelizacją granica bezpieczeństwa dla ostrych elementów zostanie podniesiona do 2,2 metra, a prawo wprost odniesie się do problemu niekontrolowanego gromadzenia osiedli wielorodzinnych, wprowadzając m.in. obowiązek tworzenia ogólnodostępnych przejść pieszych. Stanowi to przykład tego, jak ewoluuje prawo w walce z izolacją przestrzenną. Należy zauważyć, że choć jest to pożądany krok z punktu widzenia spójności tkanki miejskiej dla człowieka, z perspektywy projektowania wielogatunkowego wciąż pomija on sedno problemu. Z tego względu ciężar dbałości o swobodną migrację fauny nadal przesuwają się z prawa ogólnokrajowego na świadomie kształtowane lokalne prawo przestrzenne.

2.2. USTAWA O OCHRONIE PRZYRODY

Aktem prawnym stanowiącym przeciwwagę dla przepisów budowlanych w kontekście ingerencji w środowisko naturalne jest Ustawa o ochronie przyrody². Akt ten określa ramy prawne dla zachowania bioróżnorodności w Polsce. Uszczegółowieniem tych przepisów jest Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt³, w którego załącznikach jeż wschodni (łac. *Erinaceus roumanicus*) został wymieniony jako gatunek objęty ochroną ścisłą. Z perspektywy procesu inwestycyjnego kluczowe znaczenie ma art. 52 ust. 1 wspomnianej ustawy. Wprowadza on wobec chronionych gatunków szereg zakazów, m.in. zakaz umyślnego zabijania i okaleczania, a także zakaz niszczenia ich siedlisk i ostoi, będących obszarem rozrodu, wychowu młodych, odpoczynku, migracji lub żerowania. W praktyce deweloperskiej oznacza to, że w przypadku stwierdzenia obecności jeży na terenie planowanej budowy inwestor ma obowiązek podjąć działania zabezpieczające (np. zapewnić nadzór przyrodniczy) lub, za zgodą Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska, przeprowadzić relokację osobników poza obszar robót. Analizując te przepisy pod kątem urbanistycznym, można jednak zauważyć pewien dysonans przestrzenny. Ustawa o ochronie przyrody jest wysoce skuteczna w zakresie ochrony bezpośredniej – przewiduje ochronę fizyczną konkretnego osobnika oraz jego gniazdo (siedlisko punktowe) w momencie prowadzenia prac ziemnych. Nie posiada jednak równie skutecznych mechanizmów egzekwowania ochrony obszarowej i tzw. konektywności (łączności) terenu po zakończeniu inwestycji. W praktyce projektowo-inwestycyjnej przepisy te interpretowane są jednak przede wszystkim w kontekście ochrony punktowej (gniazd, miejsc rozrodu) w fazie trwania robót budowlanych. Wzniesienie pełnych barier architektonicznych w granicach działki inwestycyjnej

² Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tj. Dz.U. 2023 poz. 1336 z późn. zm.).

³ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz.U. 2016 poz. 2183).

nie zawsze jest kwalifikowane jako forma niszczenia siedliska w rozumieniu art. 52 ust. 1 pkt 7 Ustawy o ochronie przyrody, zwłaszcza gdy inwestycja nie wiąże się z bezpośrednią ingerencją w zidentyfikowane miejsca bytowania gatunków chronionych. Konstrukcja obowiązujących przepisów koncentruje się przede wszystkim na ochronie konkretnych miejsc rozrodu, odpoczynku lub żerowania, nie przewidując jednocześnie wyraźnego obowiązku zachowania przepuszczalności ekologicznej infrastruktury. W rezultacie ochrona gatunkowa skutecznie zabezpiecza fizyczne przetrwanie osobników na etapie realizacji inwestycji, lecz w ograniczonym zakresie odnosi się do problemu długofalowej fragmentacji siedlisk i przerywania ciągłości szlaków migracyjnych. Powyższe uzasadnia potrzebę silniejszego uwzględnienia powiązań ekologicznych w instrumentach planowania przestrzennego i prawie miejscowym.

2.3. UCHWAŁA KRAJOBRAZOWA

Odpowiedzią na wyżej opisane luki w przepisach ogólnokrajowych są lokalne akty prawa miejscowego. W Krakowie dokumentem, w którym wprowadzono regulacje dotyczące problematyki barier przestrzennych, jest tzw. uchwała krajobrazowa⁴. Akt ten, regulujący zasady sytuowania m.in. obiektów małej architektury i ogrodzeń, wprowadził przełomowe z punktu widzenia urbanistyki przepisy antygrodzieniowe. Uchwała wprowadza ogólny zakaz ogradzania terenów pod zabudowę wielorodzinną. Intencją prawodawcy było zatrzymanie procesu powstawania zamkniętych osiedli i przywrócenie spójności tkanki miejskiej. Co równie istotne z perspektywy projektowania wielogatunkowego, w przypadkach, w których uchwała warunkowo dopuszcza realizację ogrodzenia (np. na terenach zabudowy jednorodzinnej czy przy obiektach użyteczności publicznej), wprowadzono twardy wymóg ekologiczny. Prawo miejscowe nakazuje pozostawienie dla drobnych zwierząt w podmurówkach ogrodzeń specjalnych prześwitów o wymiarach nie mniejszych niż 12 cm wysokości i 20 cm szerokości, lokalizowanych przy poziomie gruntu nie rzadziej niż co 10 metrów. Mimo wysoce progresywnego charakteru tych zapisów analiza współczesnych realizacji deweloperskich w Krakowie ukazuje pewne niedoskonałości tego narzędzia. Pierwszym problemem jest zjawisko omijania zakazu groduzenia przez projektowanie wielkopowierzchniowych, prywatnych ogródków przydomowych przypisanych do mieszkań na parterze. Uchwała zezwala na ich ogradzanie, co w praktyce projektowej prowadzi do sytuacji, w której deweloper zamyka obwód budynku siecią połączonych płotów „ogródkowych”. Odtwarza to *de facto* barierę architektoniczną na poziomie gruntu, uniemożliwiając swobodną migrację fauny wewnątrz kwartału. Drugim aspektem wymagającym krytycznej weryfikacji jest sama parametryzacja wymaganych prześwitów (12 x 20 cm). Szerokość 20 cm rodzi konflikty społeczne na styku prywatnym – otwór tej wielkości umożliwia bowiem ucieczkę poza posesję

⁴ Uchwała Nr XXXVI/908/20 Rady Miasta Krakowa z dnia 26 lutego 2020 r. w sprawie ustalenia „Zasad i warunków sytuowania obiektów małej architektury, tablic reklamowych i urządzeń reklamowych oraz ogrodzeń, ich gabarytów, standardów jakościowych oraz rodzajów materiałów budowlanych, z jakich mogą być wykonane”.

małych zwierząt domowych (np. miniaturowych ras psów). Z punktu widzenia socjologii przestrzeni prowadzi to do powszechnego zjawiska nielegalnego zaślepiania tych przepustów przez samych mieszkańców (np. za pomocą siatki maskującej lub kamieni), co ostatecznie całkowicie niweczy ekologiczny cel tego przepisu. Wskazuje to, że poprawne sformułowanie prawa miejscowego musi iść w parze z precyzyjną architektoniczną optymalizacją samego detalu, tak aby funkcja ekologiczna nie wykluczała potrzeb użytkowych mieszkańców.

2.4. REKOMENDACJE ZARZĄDU ZIELENI MIEJSKIEJ

Uzupełnieniem powszechnie obowiązujących przepisów są wytyczne i kampanie edukacyjne (takie jak inicjatywa „Piątka dla jeży”) prowadzone przez krakowski Zarząd Zieleni Miejskiej. Zbiór tych zaleceń bezpośrednio identyfikuje współczesną architekturę i infrastrukturę drogową jako główne bariery dla ciągłości miejskich ekosystemów. W ujęciu urbanistycznym zwraca się szczególną uwagę na zjawisko defragmentacji, powodowane przez gęstą sieć układów komunikacyjnych. Wysokie krawężniki i jezdnie stają się dla drobnej fauny śmiertelnymi pułapkami, dlatego w inwestycjach drogowych postuluje się konieczność projektowania mikroprzepustów (podziemnych przejść dla małych zwierząt), które mogą bezkolizyjnie łączyć rozcięte tereny. Zalecenia te wpisują się w szerszy kontekst europejskich strategii mitygacji śmiertelności drogowej, które wskazują na konieczność fizycznego łączenia siedlisk w celu ograniczenia izolacji genetycznej i przestrzennej populacji (Moore i in., 2020). Równie silnie akcentowana jest kwestia prywatnych ogrodzeń. Lity płot definiuje się jako barierę nie do przejścia, bezpośrednio przyczyniającą się do izolacji populacji. Aby temu zapobiec, oficjalne instrukcje miejskie precyzują konieczność wykonywania w podmurówkach i cokółach posesji dedykowanych przepustów o wymiarach 30 x 30 cm (Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie, 2025a). Wprowadzenie tak zdefiniowanego parametru ma na celu fizyczne odtworzenie szlaków migracyjnych przeciętych przez nową zabudowę. Z perspektywy architektury krajobrazu promowana jest zmiana paradygmatu w kształtowaniu i utrzymaniu zieleni osiedlowej. Zamiast sterylnych, nisko koszonych trawników rekomenduje się celowe wprowadzanie stref zieleni nieurządzonej – z opadłymi liśćmi, martwym drewnem i swobodnie rosnącymi krzewami. W toku eksperckich porad wykazano, że takie naturalne, bioróżnorodne zakątki (tzw. chaszczki) stanowią znacznie cenniejsze środowisko życia i hibernacji niż wprowadzane sztucznie drewniane domki o wymiarach ok. 40–50 cm, które w przestrzeni miejskiej pełnią funkcję pomocniczą i przede wszystkim edukacyjną. Z punktu widzenia procesu budowlanego należy jednak obiektywnie ocenić status prawny tych wytycznych. Mimo wysokiej wartości merytorycznej mają one charakter wyłącznie tzw. prawa miękkiego. O ile są skutecznie wdrażane na terenach publicznych (parki, skwery), o tyle dla prywatnych inwestorów pozostają jedynie niezobowiązującym zbiorem dobrych praktyk. Brak umocowania wymogu otworów 30 x 30 cm czy wytycznych dotyczących zieleni w twardym prawie miejscowym sprawia, że ich realny wpływ na zahamowanie zjawiska fragmentacji na zamkniętych osiedlach wciąż pozostaje marginalny.

3. ANALIZA UWARUNKOWAŃ PRZESTRZENNYCH W KRAKOWIE

3.1. TYPOLOGIA BARIER ARCHITEKTONICZNYCH W MIEŚCIE

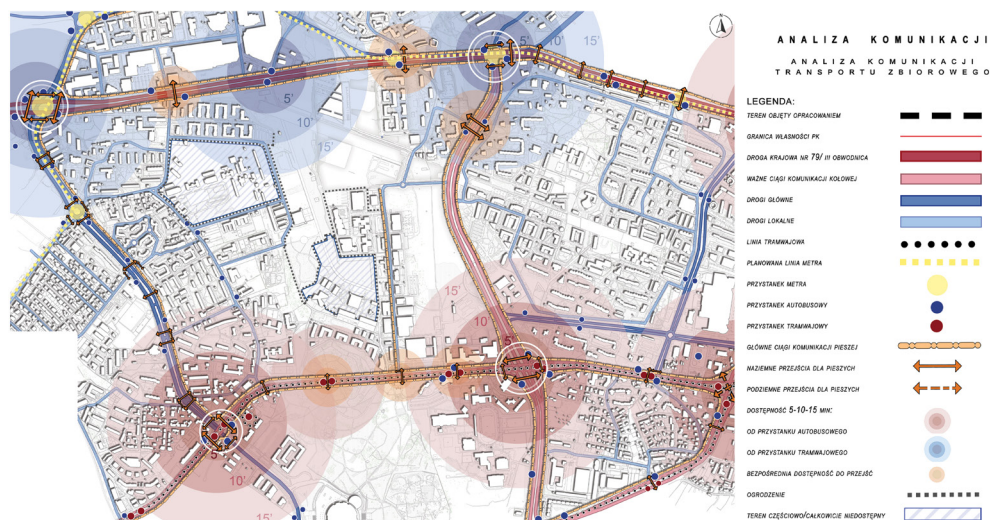
Prezentowana typologia barier stanowi autorską interpretację, wynikającą z syntezy ilościowej analizy GIS, danych z inwentaryzacji społecznej, wyrwykowych obserwacji terenowych oraz przeglądu literatury urbanistycznej i ekologicznej (Mostafavi, Doherty, 2016). Struktura przyrodnicza Krakowa opiera się historycznie na wyrazistym układzie infrastruktury błękitno-zielonej. Jej rdzeń stanowią korytarze rzeczne (Dolina Wisły, Rudawy, Wilgi, Dłubni i Prądnika) oraz duże kompleksy leśne i łąkowe, takie jak Las Wolski, Bielańsko-Tyniecki Park Krajobrazowy czy łąki Nowohuckie. W warunkach idealnych obszary te powinny tworzyć spójny, ciągły system, umożliwiający faunie synantropijnej swobodną migrację. W rzeczywistości jednak dynamiczna i wielokierunkowa presja inwestycyjna doprowadziła do fragmentacji tych powiązań. Na podstawie wyników zrealizowanego w środowisku GIS mapowania kolizji (nałożenia danych *Citizen Science* dotyczących występowania jeży na mapę barier infrastrukturalnych), uzupełnionych o obserwacje terenowe oraz przegląd literatury przedmiotu (w tym założeń AAD), sformułowano autorską, wieloskalową typologię. Ta kompleksowa analiza przestrzenna współczesnego Krakowa pozwala na wyodrębnienie trzech głównych typów barier architektoniczno-urbanistycznych, które bezpośrednio warunkują zjawisko izolacji siedlisk jeża wschodniego. Pierwszą, najbardziej widoczną w skali makro grupę stanowią liniowe bariery infrastrukturalne. Zaliczyć do nich należy przede wszystkim południową obwodnicę miasta w ciągu autostrady A4, rozbudowywaną IV Obwodnicę oraz nowe trasy szybkiego ruchu wewnątrz miasta (np. Trasę Łągiwnicką czy rozbudowaną aleję 29 Listopada) (il. 2). Z perspektywy drobnej fauny są to przegrody o wysokim stopniu nieprzepuszczalności. Szerokie pasy asfaltu, systemy ekranów akustycznych i betonowe separatory fizycznie odcinają zewnętrzne, cenne przyrodniczo rubieże miasta od jego strefy śródmiejskiej, wymuszając na zwierzętach zamykanie się w izolowanych enklawach.

Dalsza fragmentacja zachodzi w skali mezo, gdzie głównym czynnikiem izolacyjnym staje się powierzchniowa bariera zabudowy mieszkaniowej, zwłaszcza zamkniętych osiedli deweloperskich. Postępujące zjawisko rozlewania się miasta (ang. *urban sprawl*), zidentyfikowane na mapie kolizji jako strefy krytycznej fragmentacji, na południu (np. na Ruczaju, Klinach czy w rejonie ulicy Bunscha) oraz na północy (Górka Narodowa, Żabiniec) wygenerowało rozległe kwartały przestrzeni nieprzenikalnej biologicznie. Zjawisko to wymusza na faunie synantropijnej istotne zmiany behawioralne. Badania prowadzone w warunkach trwałej fragmentacji miejskiej wykazują, że jeże zmuszone są do poruszania się na znacznie większych dystansach i z większą prędkością, co zwiększa ich wyczerpanie energetyczne oraz ryzyko kolizji (Barthel i in., 2020). Przykładem wysokiego nagromadzenia barier architektonicznych jest m.in. osiedle Avia w Czyżynach (il. 3), gdzie gęsta siatka powiązanych ze sobą ogrodzeń tworzy zamknięte labirynty. Warto tu podkreślić, że na obszarach o zróżnicowanej topografii (np. na wspomnianych Klinach

czy Prądniku) dodatkową, często pomijaną barierą są mury oporowe i wyniesione cokoły garaży podziemnych. Dla jeża, który nie potrafi się wspinać, pionowy uskok o wysokości zaledwie 30 cm stanowi barierę równie skuteczną jak autostrada.

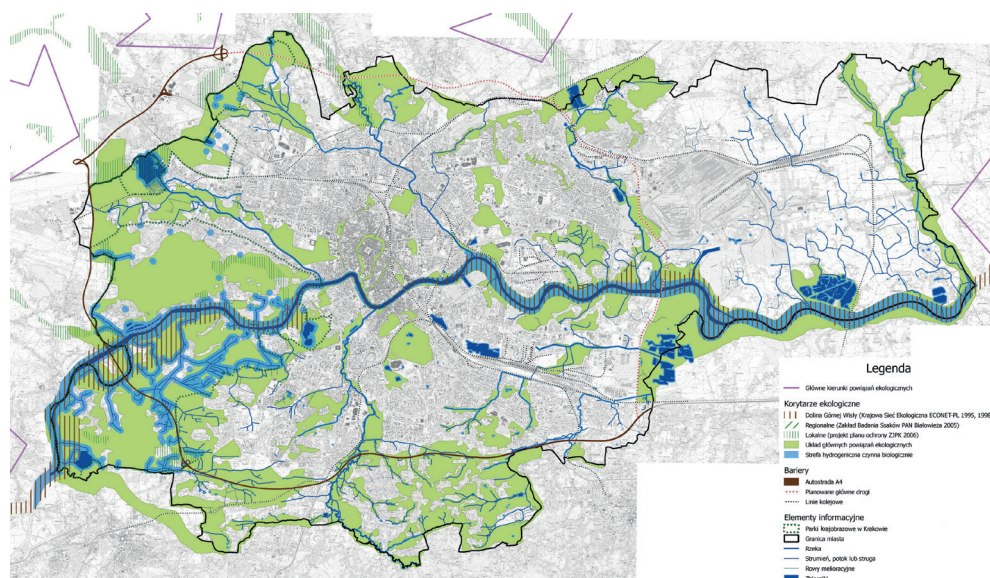


II. 2. Obwodnice Krakowa i infrastruktura kolejowa (stan: marzec 2026). Oprac. aut.



II. 3. Mapowanie kolizji przestrzennych: synteza inwentaryzacji barier urbanistycznych z wynikami obywatelskiego monitoringu występowania jeży. Oprac. aut.

Trzecim, niezwykle krytycznym typem barier jest zabudowa deweloperska zawężająca korytarze rzeczne (il. 4). Rzeki, takie jak Wilga czy Białucha, pełnią funkcję naturalnych, zielonych „autostrad” dla miejskiej fauny. Niestety, w rejonach takich jak Zabłocie (wzdłuż Wisły) czy Ludwinów i Garbarnia (wzdłuż Wilgi), nowa zabudowa wielorodzinną podchodzi niemal do samej linii brzegowej. Ciągła zabudowa, bulwary wyłożone twardą nawierzchnią i ogrodzenia zbiegające w stronę wody powodują efekt „wąskiego gardła”, w którym nie ma miejsca na biologiczny bufor z naturalną roślinnością. Z perspektywy urbanistki ekologicznej zjawisko to stanowi przykład braku planowania na rzecz współistnienia (ang. *planning for coexistence*), gdzie priorytet inwestycyjny eliminuje funkcję korytarza migracyjnego. Wskutek nałożenia się tych trzech typów barier historyczne i cenne obszary wewnątrz miasta, takie jak Planty Krakowskie, stają się zielonymi, ale silnie izolowanymi obszarami. Otoczone gęstą tkanką kamienic, asfaltem i torowiskami pierwszej obwodnicy, nie mają już naturalnego połączenia z zewnętrznymi korytarzami. To właśnie ten układ nakładających się barier przestrzennych – od obwodnicy, przez szczelny płot na Ruczaju, aż po mur oporowy na bulwarach – definiuje współczesne, wrogie środowisko życia drobnej fauny w Krakowie.



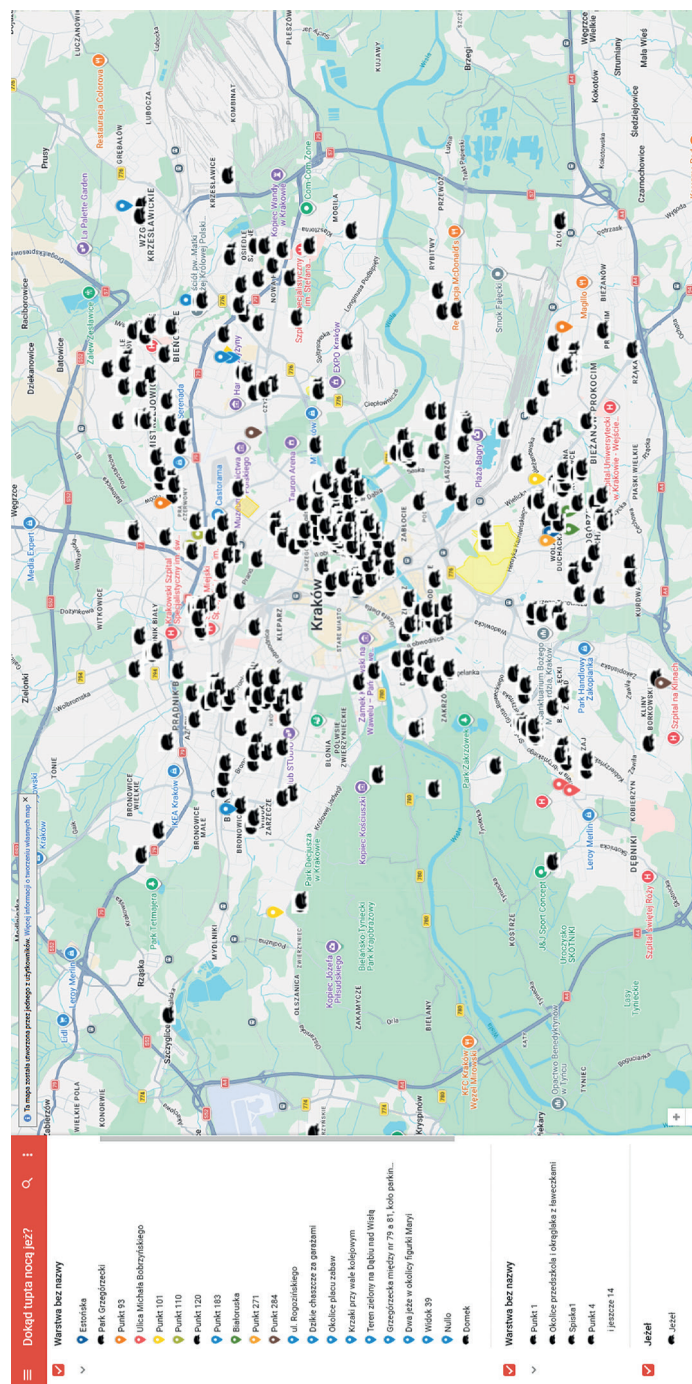
Il. 4. Przebieg korytarzy ekologicznych w Krakowie (stan: grudzień 2015)
(Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie, 2019)

3.2. MAPOWANIE KOLIZJI URBANISTYCZNYCH I KORYTARZY EKOLOGICZNYCH

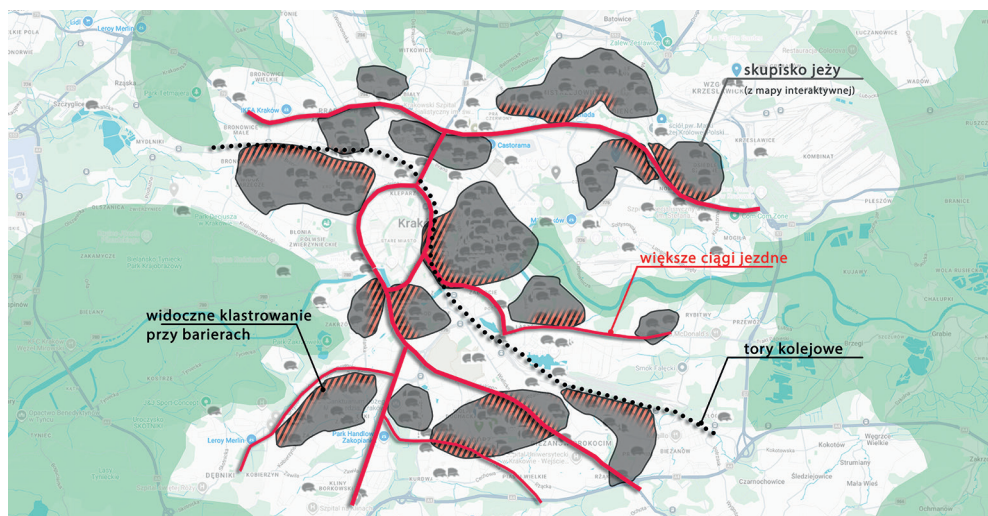
Podstawą do przeprowadzenia autorskiej analizy przestrzennej stały się dane pozyskane z inwentaryzacji społecznej, zrealizowanej w ramach krakowskiej akcji „Dokąd tupta nocą jeź”⁵. Inicjatywa ta, zapoczątkowana przez Stowarzyszenie Nasze Grzegórzki, stanowi przykład rosnącej roli tzw. nauki obywatelskiej w diagnozowaniu problemów urbanistycznych. Udośćniona mieszkańcom interaktywna mapa (il. 5) pozwoliła na geolokalizację napotkanych zwierząt, błyskawicznie przerastając pierwotne założenia twórców.

Skalę tego zjawiska trafnie podsumowuje Monika Firlej z „Zielonych Grzegórzek”: „Pierwotnie ta akcja była typowo lokalna, myśleliśmy, że tylko mieszkańcy Grzegórzki będą nanosili ich lokalizacje. A tymczasem okazało się, że w Krakowie mamy mnóstwo jeży. W zaledwie 10 dni od ogłoszenia akcji zaznaczono na mapie aż 250 lokalizacji”. Z czasem projekt ewoluował, a baza danych rozrosła się do kilkuset punktów, tworząc cenne źródło informacji o miejskim ekosystemie. „Stworzyła się ogólnokrakowska akcja «Gdzie jest jeź». [...] To niebawmy sukces akcji i odzew mieszkańców i ich wrażliwość” – dodaje Firlej (Błaszczuk, 2019). Co niezwykle istotne z punktu widzenia kształtowania przestrzeni, zgromadzone dane spotkały się z reakcją miejskich jednostek. Stowarzyszenie podjęło współpracę z krakowskim Zarządem Zieleni Miejskiej, której celem, jak wskazywali organizatorzy, było m.in. połączenie „stawiania budek jeżowych z wyznaczaniem tzw. ekosfer”, czyli miejsc, „które nie będą koszone i zostaną zachowane w całości dzikie” (Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie, 2019). Wykorzystując potencjał tego oddolnego narzędzia, w ramach niniejszej pracy stworzono autorską analizę przestrzenną. Polegała ona na zderzeniu wyżej opisanej „warstwy ekologicznej” (mapy występowania jeży) z autorsko opracowaną w środowisku GIS siatką kluczowych krakowskich barier infrastrukturalnych. Ze względu na skalę analizy siatka ta obejmowała przede wszystkim drogi główne i arterie komunikacyjne, które stanowią najbardziej czytelny i najlepiej udokumentowany element infrastruktury miejskiej, mogący ograniczać migrację fauny. Obserwacja tak przygotowanej nakładki analitycznej uwidacznia anomalie w funkcjonowaniu tkanki miejskiej. Wizualizacja punktów zgłoszeń na mapie Krakowa pozwala dostrzec zjawisko powstawania rozległych „białych plam” obszarów całkowicie pozbawionych śladów obecności fauny (lub braku zgłoszeń obecności fauny) w tych miejscach (il. 6). O ile w obrębie starszych, otwartych i bogatych w zielenie dzielnic (takich jak Grzegórzki czy Krowodrza) zagęszczenie populacji – odzwierciedlone w liczbie zgłoszeń mieszkańców – jest wysokie i równomierne, o tyle w rejonach zdominowanych przez intensywną, nową zabudowę deweloperską na obrzeżach aktywność ta spada lub wręcz zanika.

⁵ Akcja społeczna „Dokąd tupta nocą jeź” (funkcjonująca również pod nazwą „Dokąd tupta nocą krakowski jeź”) została zainicjowana w lipcu 2019 r. przez krakowskie stowarzyszenie „Zielone Grzegórzki”. Bezpośrednim impulsem do jej zorganizowania był incydent z maja 2019 r., kiedy to podczas rutynowego oczyszczania działki i koszenia zarośli pod nową inwestycję deweloperską zginęło kilkadziesiąt jeży. Celem inicjatywy było stworzenie obywatelskiej, interaktywnej mapy występowania tych ssaków.



Il. 5. Interaktywna mapa z lokalizacją jeży w Krakowie (Google My Maps, 2019)



Il. 6. Mapa analityczna zderzenia siedlisk jeży z barierami infrastrukturalnymi w Krakowie na podstawie interaktywnej inwentaryzacji społecznej. Oprac. aut.

Dodatkowo mapa ukazuje nienaturalne grupowanie się punktów (tzw. klastrowanie) wzdłuż wyraźnych linii odcięcia. Jeże koncentrują się na obrzeżach dużych barier przestrzennych, takich jak wielopasmowe drogi czy szczelne granice zamkniętych kwartałów mieszkaniowych. Zwierzęta, natrafiając na twardej detal architektoniczny lub infrastrukturę drogową, są zmuszane do zmiany naturalnych szlaków migracyjnych, co nierzadko kończy się wkraczaniem na jezdnię. Należy przy tym mieć na uwadze inherentne ograniczenia metody *Citizen Science*. Brak punktów obserwacji w danych rejonach nie musi oznaczać absolutnej nieobecności gatunku, a wysoka liczba zgłoszeń może wynikać ze wzmożonej aktywności mieszkańców lub lepszej widoczności zwierząt w danej strukturze urbanistycznej. Niemniej zaobserwowane klastrowanie się punktów wzdłuż wyraźnych, twardych granic barier oraz korelacja „białych plam” z obszarami nowej, szczelnej zabudowy stanowią wskaźnik ich realnego wpływu na strukturę populacji. Zestawienie tych danych obrazuje, że problem fragmentacji siedlisk nie jest kwestią incydentalną, lecz strukturalnym konfliktem przestrzennym, w którym współczesna urbanistyka fizycznie wypiera drobną faunę z niektórych rejonów miasta.

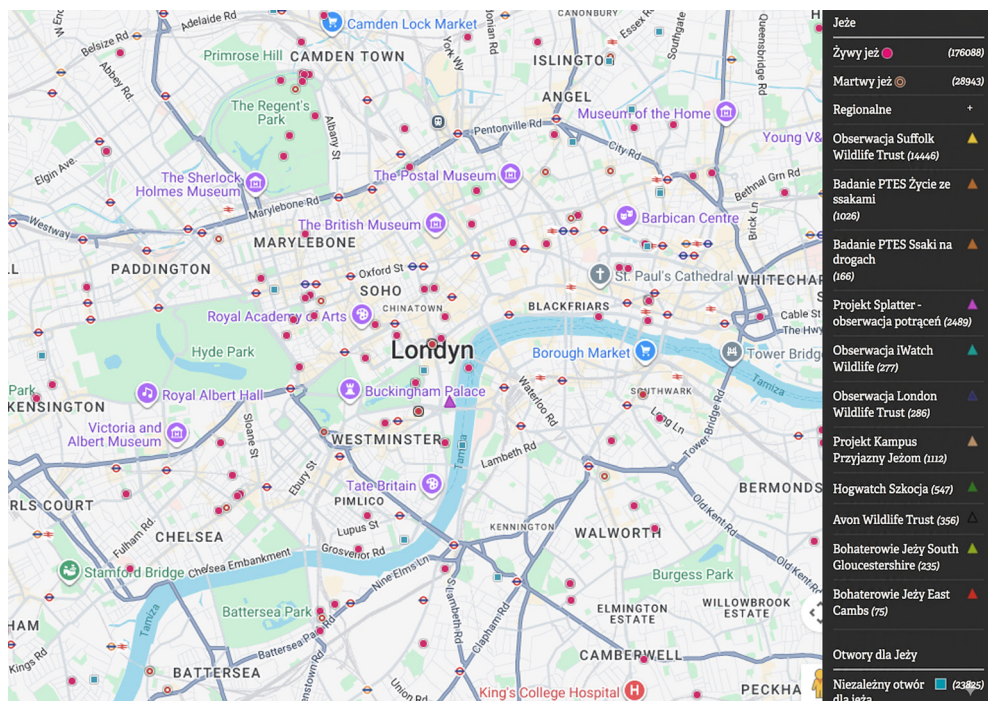
4. STUDIUM PRZYPADKÓW REFERENCYJNYCH ROZWIĄZAŃ

Zjawisko fragmentacji siedlisk oraz wykluczenia przestrzennego drobnej fauny nie jest problemem wyłącznie lokalnym, lecz globalnym wyzwaniem współczesnej urbanistyki. Odpowiedzią na to wyzwanie jest ewolucja świadomości projektowej, widoczna w nielicznych

realizacjach europejskich. Celem merytorycznym analizy zagranicznych studiów przypadku jest krytyczne zestawienie ich instrumentów wdrażania z polskimi uwarunkowaniami prawno-przestrzennymi. Przegląd ten, uwzględniający zarówno skalę makro (planowanie osiedli i zarządzanie miastem), jak i mikro (parametryzacja detalu architektonicznego), opiera się na celowym doborze przykładów reprezentatywnych dla dwóch kluczowych modeli ochronnych: (1) modelowego, systemowego wdrożenia w nowym procesie deweloperskim (Wielka Brytania – BNG) oraz (2) adaptacyjnych działań w istniejącej, gęstej tkance miejskiej. Prezentowany przegląd referencyjnych studiów przypadku skupia się na przykładach, które są najlepiej udokumentowane merytorycznie, a zarazem szeroko promowane w mediach. Wybrane realizacje posiadają dedykowane platformy internetowe (np. Hedgehog Street) i cieszą się systemowym wsparciem stowarzyszeń ochrony przyrody (np. British Hedgehog Preservation Society), co zapewnia im wiarygodność diagnostyczną i stanowi podstawę do krytycznej analizy porównawczej, oraz demonstrują konkretne, skalowalne mechanizmy, które – przy uwzględnieniu różnic systemowych – mogą stanowić podstawę polskich strategii ochronnych.

4.1. SKALA MAKRO

Na poziomie urbanistycznym kluczowe jest przejście od działań doraźnych do systemowego planowania przestrzeni. Dobrym przykładem wdrożenia strategii wielogatunkowej na etapie masterplanu jest osiedle Kingsbrook w brytyjskim Aylesbury. Inwestycja ta, realizowana we współpracy z Królewskim Towarzystwem Ochrony Ptaków, stanowi modelowe zastosowanie zasady „Biodiversity Net Gain” (zysk netto dla bioróżnorodności) w komercyjnym procesie deweloperskim (RSPB, 2023). Zamiast tradycyjnego grodzenia kwartałów zaplanowano tam rozbudowaną sieć bezkolizyjnych korytarzy ekologicznych, zrezygnowano z wysokich krańców barierowych, a układ drogowy zintegrowano z systemem podziemnych mikroprepuśców dla płazów i drobnych ssaków. Merytorycznym fundamentem sukcesu Kingsbrook nie jest jednorazowy gest dewelopera, lecz ugruntowany instrument prawno-ekonomiczny: Biodiversity Net Gain (BNG), który stał się w Wielkiej Brytanii obowiązkowym standardem w procesie planistycznym (Zysk Netto dla Bioróżnorodności z 2021 r.). Mechanizm ten obliżuje dewelopera do wykazania merytorycznymi wskaźnikami (np. analizą siedlisk w GIS), że bioróżnorodność *po* inwestycji jest o co najmniej 10% większa niż *przed*. Ta „ekologiczna waluta” pozwala na precyzyjną, rynkową wycenę łączności ekologicznej jako infrastruktury, a nie doraźnego kosztu. Z perspektywy transferu do Polski Kingsbrook wskazuje, że ochrona fauny musi być elementem szkieletu urbanistycznego, a nie jedynie doraźnym dodatkiem. Systemowe podejście do przestrzeni zurbanizowanej nie musi ograniczać się jedynie do nowej zabudowy. W skali zarządzania istniejącą infrastrukturą miejską wyróżnia się brytyjskie miasto Ipswich. Wdrożono tam kompleksową strategię utrzymania miejskich terenów zielonych, polegającą na drastycznym ograniczeniu koszenia i celowym wyznaczaniu tzw. stref

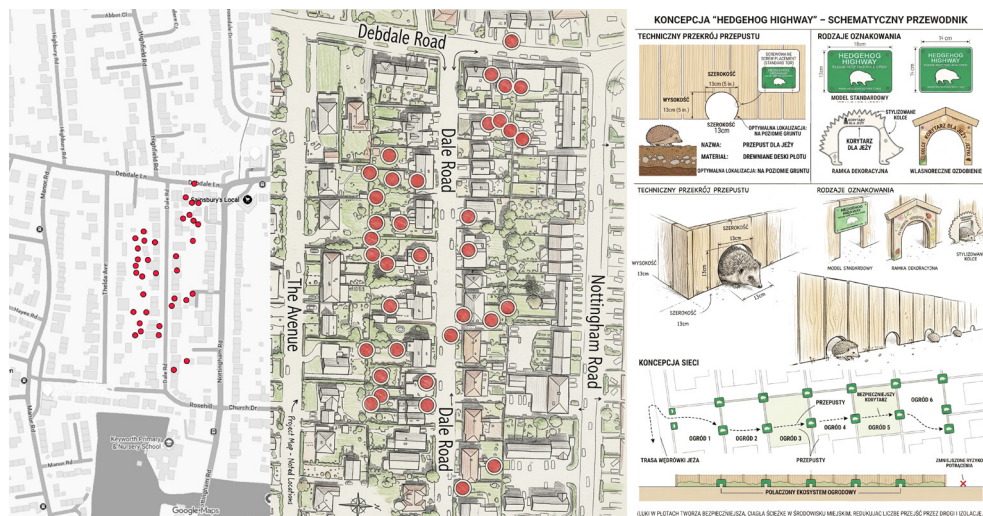


Il. 7. Interaktywna mapa „The Big Hedgehog Map” przedstawiająca sieć korytarzy i punktów obserwacji fauny w skali metropolii londyńskiej (Hedgehog Street, n.d.)

dzikich (ang. *wild zones*) w obrębie parków publicznych oraz pasów drogowych. Zbliżone, obszarowe działania mapowania tras i zabezpieczania zieleni realizowane są także w londyńskiej dzielnicy Barnes (BCA, 2023). W Barnes kluczowym instrumentem wspierającym te procesy jest wykorzystanie danych z inwentaryzacji społecznej na platformie „The Big Hedgehog Map” (il. 7). Polega ono na precyzyjnym identyfikowaniu „białych plam” i stref krytycznego klastrowania fauny w celu planowania korytarzy migracyjnych w gęstej tkance zabudowy prywatnej. Umożliwiło to w Barnes identyfikację setek punktów kolizji urbanistycznych i merytoryczne uzasadnienie systemowych działań niwelujących. Z perspektywy transferowalności tych obszarowych działań do Polski przykład Barnes pokazuje, że oddolne inicjatywy *Citizen Science* mogą z powodzeniem działać jako merytoryczne narzędzie diagnostyczne, ale ich skuteczność w gęstej zabudowie prywatnej jest w Polsce ograniczona systemowo brakiem instrumentów prawnych (na wzór brytyjskiego BNG czy systemowych standardów detalu), które obligowałyby deweloperów lub właścicieli prywatnych do fizycznego zachowania przenikalności ogrodzeń posesji.

4.2. SKALA MIKRO

Nawet najlepszy układ urbanistyczny ulega degradacji bez odpowiedniego ukształtowania detalu budowlanego. W Wielkiej Brytanii narzędziem przeciwdziałania izolacji fauny jest koncepcja tzw. Hedgehog Highways (jeżowych autostrad). Opiera się ona na parametryzacji przepustów w ogrodzeniach prywatnych posesji – standardem jest tworzenie w cokołach i drewnianych panelach otworów o precyzyjnych wymiarach 13 x 13 cm. Wymiar ten jest wystarczający dla dorosłego jeża, a jednocześnie zbyt mały dla większości zwierząt domowych, co eliminuje konflikty społeczne związane z ucieczką psów. Koncepcja ta przynosi efekty dzięki oddolnym inicjatywom przekształcającym całe kwartały zabudowy jednorodzinnej. W miejscowości Kirtlington w hrabstwie Oxfordshire mieszkańcy, we współpracy z ekologami, wycięli w prywatnych murach i płotach ponad 60 otworów, fizycznie łącząc odizolowane dotąd ogrody w jeden ciągły szlak migracyjny (Weston, 2020). Podobną inicjatywę zrealizowano w hrabstwie Nottinghamshire, gdzie utworzenie 42 zintegrowanych przepustów pozwoliło na przywrócenie lokalnej populacji dostępu do naturalnych terenów żerowania (Livingstone, 2022) (il. 8). Merytorycznym instrumentem wdrażania „jeżowych autostrad” nie jest tylko oddolna wrażliwość mieszkańców, ale przede wszystkim ich integracja z dokumentami planistycznymi. W Wielkiej Brytanii, w przeciwieństwie do Polski, standard tworzenia otworów 13 x 13 cm staje się wymogiem technicznym w nowych inwestycjach deweloperskich (w ramach BNG) lub merytorycznym zaleceniem w wytycznych dla aktów prawa miejscowego (np. masterplanach gmin). Z perspektywy transferu do Polski ten prosty detal inżynieryjny jest technicznie w pełni transferowalny.



Il. 8. Rozmieszczenie 42 przepustów w ogrodzeniach przy Dale Road w Keyworth (Nottinghamshire), tworzących spójną sieć korytarzy „Hedgehog Highway”. Oprac. aut.

Konieczność standaryzacji detalu ogrodzeniowego zauważana jest również w Polsce, gdzie podobne rozwiązania promuje m.in. Fundacja Primum pod autorską nazwą „jeżoprzejsć” (Fundacja Primum, 2023). Zasadność tych działań potwierdzają najnowsze krajowe analizy rozmieszczenia populacji miejskich (Cycyk i in., 2025). Badania przeprowadzone w Gdańsku wykazują silną korelację między obecnością osobników a dostępnością terenów zielonych w bezpośrednim sąsiedztwie budynków, co podkreśla wagę utrzymania drożności barier architektonicznych w celu zachowania ciągłości tych siedlisk. Wytyczne te stają się powoli integralną częścią świadomego projektowania krajobrazu. Najbardziej zaawansowanym inżynierijskim podejściem w skali mikro jest jednak niemiecka metodologia Animal-Aided Design (AAD), opracowana przez zespół z Uniwersytetu Technicznego w Monachium (Hauck, Weisser, 2024). Metodologia ta, stosowana z powodzeniem w Berlinie, zakłada, że zwierzęta są pełnoprawnymi użytkownikami budynku. W ramach AAD infrastruktura ekologiczna (np. komory hibernacyjne dla jeży czy budki lęgowe dla jerzyków) nie jest dodawana do otoczenia *post factum*, lecz zostaje zintegrowana bezpośrednio z bryłą budynku – ukryta w grubości termoizolacji, cokołach i ścianach oporowych, stając się nierozdzielalnym elementem architektonicznym nowoczesnego obiektu. Z perspektywy transferu metodologii Animal-Aided Design do Polski AAD stanowi merytorycznie najbardziej zaawansowany i innowacyjny kierunek, ale jednocześnie najtrudniejszy z powodów systemowych. W Polsce merytoryczne włączenie bioróżnorodności do bryły budynku jest rzadko spotykanym rozwiązaniem ze względu na brak mechanizmów waloryzacji siedliskowej w procesie inwestycyjnym (jak BNG). AAD, choć poprawne jest w Berlinie, w polskich realiach ogranicza się do doraźnych, izolowanych działań promujących „jeżoprzejsć”, bez przełożenia na systemowe, inżynierijskie zintegrowanie łączności ekologicznej z bryłą nowoczesnej architektury.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Współczesna metropolia ewoluuje w kierunku hybrydowego ekosystemu, w którym tradycyjna granica między przestrzenią zurbanizowaną a środowiskiem naturalnym ulega zatarciu. Postępująca synantropizacja gatunków, takich jak jeż wschodni, zmusza do redefinicji paradygmatów planistycznych i przejścia od planowania antropocentrycznego ku projektowaniu wielogatunkowemu. Przeprowadzone badania krakowskich realiów dowodzą, że zapewnienie ciągłości przyrodniczej stanowi obecnie wyzwanie. Zderzenie analiz przestrzennych wskazuje na konflikt między twardą infrastrukturą a biologicznymi potrzebami fauny. Podczas gdy szczelne wygradzenia, wysokie cokoły i brak przepustów drogowych generują izolację populacji, potencjał tkwi w rozwiązaniach promujących przepuszczalność – od ekosfer zieleni po celowe tworzenie mikrokorytarzy. Kluczowym wnioskiem jest fundamentalna rola społeczności lokalnej. Inicjatywy oparte na nauce obywatelskiej i projektach oddolnych stanowią impuls, który coraz skuteczniej wymusza na instytucjach miejskich i inwestorach korektę strategii na rzecz bardziej empatycznego kształtowania przestrzeni.

5.1. NAJWAŻNIEJSZE USTALENIA BADANIA

Analiza potwierdziła, że obecna tkanka urbanistyczna Krakowa działa na drobną faunę niczym selektywne sito, fragmentując siedliska i odcinając szlaki migracyjne. Zidentyfikowano niedobór systemowych instrumentów prawno-planistycznych, które obligatoryjnie nakładałyby na inwestorów wymóg wykazania zysku netto dla bioróżnorodności (na wzór brytyjskiego Biodiversity Net Gain). W konsekwencji ochrona korytarzy ekologicznych w polskich realiach opiera się na miękkich zapisach, co w konfrontacji z presją deweloperską skutkuje zawężaniem stref biologicznych w dolinach rzecznych. W skali przestrzennej za czynnik izolujący uznano nieprzepuszczalność ogrodzeń posesji prywatnych oraz deficyt bezkolizyjnych przejść w ciągu głównych arterii komunikacyjnych, co bezpośrednio generuje ryzyko kolizji drogowych.

5.2. OGRANICZENIA BADANIA

Konkluzje badania należy interpretować przez pryzmat ograniczeń zastosowanej metodyki diagnostycznej. Poleganie na danych z inwentaryzacji społecznej obarczone jest ryzykiem błędu w precyzji geolokalizacji oraz identyfikacji gatunku przez mieszkańców. Ponadto brak zgłoszeń w niektórych rejonach, zwłaszcza nowej, gęstej zabudowy, nie może być jednoznacznie utożsamiany z absolutną nieobecnością fauny. Należy uwzględnić, że wysoka frekwencja obserwacji w niektórych dzielnicach może wynikać ze wzmożonej aktywności społecznej, a nie tylko z zagęszczenia populacji. Ocena przenikalności barier fizycznych opierała się częściowo na autorskiej analizie i wyrwykowych obserwacjach terenowych, co wynika z braku systemowego monitoringu migracji zwierząt w skali całego miasta.

5.3. REKOMENDACJE

Na podstawie analizy krakowskich map kolizji oraz referencyjnych studiów przypadku sformułować można wytyczne dla krakowskiej praktyki projektowej. Na poziomie masterplanów kluczowa jest integracja systemów przyrodniczych jako nadrzędnego szkieletu urbanistycznego, a nie doraźnego uzupełnienia inwestycji, co wymaga projektowania drożnych korytarzy i bezkolizyjnych przepustów. W zakresie zarządzania zielenią miejską postuluje się o systemowe rozszerzenie „ekosfer” o ograniczonym reżimie koszenia, na wzór modelu Ipswich, także w pasach drogowych. Priorytetem staje się implementacja standardów „przepuszczalnej architektury”. Należy dążyć do wprowadzenia wymogu stosowania zunifikowanych otworów migracyjnych w nowych wygrodzeniach jako standardu technicznego. Za najbardziej innowacyjny kierunek uznano niemiecką metodologię Animal-Aided Design (AAD), która zakłada inżynierskie integrowanie potrzeb fauny bezpośrednio z infrastrukturą i bryłą nowoczesnego budynku.

5.4. KIERUNKI DALSZYCH BADAŃ

Zastosowana metoda, łącząca dane społeczne z analizą barier w środowisku GIS, posiada wysoki potencjał skalowania. Dalsze prace badawcze powinny obejmować adaptację tej metodyki dla innych grup gatunków: płazów i gadów (lokalizacja przepustów pod drogami na trasach godowych), ptaków miejskich (analiza kolizji z przeszklonymi elewacjami wzdłuż korytarzy przelotu) oraz zapylaczy (mapowanie sieci „wysp kwiatowych”). Istotnym kierunkiem jest również przeprowadzenie badań monitoringowych, które pozwoliłyby na merytoryczną weryfikację realnego wpływu wdrożonych rekomendacji na łączność ekologiczną w tkance miejskiej. Przeciwdziałanie izolacji fauny wymaga ewolucji w myśleniu o przestrzeni. Konieczne jest, aby dobre praktyki, napędzane empatią mieszkańców, stały się naturalnym standardem w pracy architektów i urbanistów, traktującym ciągłość przyrodniczą na równi z infrastrukturą techniczną.

REFERENCES/BIBLIOGRAFIA

- A R. (2019). *W Krakowie powstała interaktywna mapa jeży. Można oznaczać miejsca ich występowania*. RMF FM. Retrieved from <https://www.rmfm.com/magazyn/news,24599,w-krakowie-powstala-interaktywna-mapa-jezy-mozna-oznaczac-miejsca-ich-wystepowania.html> (date of access: 16/03/2026).
- Adriaenssens, F., Chardon, J.P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H., Matthysen, E. (2003). The application of least-cost modelling as a tool to assess landscape connectivity. *Landscape and Urban Planning*, 64(4), 233–247.
- BCA. (2023). *Barnes Hedgehogs*. Retrieved from <https://www.barnes-ca.org/barnes-hedgehogs> (date of access: 16/02/2026).
- Bennett, A.F. (2003). *Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Berger, A., Barthel, L.M.F., Rast, W., Hofer, H., Gras, P. (2020). Urban Hedgehog Behavioural Responses to Temporary Habitat Disturbance versus Permanent Fragmentation. *Animals*, 10(11), 2109.
- Braaker, S., Moretti, M., Boesch, R., Ghazoul, J., Obrist, M.K., Bontadina, F. (2014). Assessing habitat connectivity for ground-dwelling animals in an urban environment. *Ecological Applications*, 24(7), 1583–1595.
- (BOMK) Budżet Obywatelski Miasta Krakowa. (2019). *Jeż na swoim – stwarzamy dobre warunki dla jeży* (BO 2020). Retrieved from https://budzet.krakow.pl/projekty2020/2416-jez_na_swoim___stwarzamy_dobre_warunki_dla_jezy.html (date of access: 16/02/2026).

- (BOMK) Budżet Obywatelski Miasta Krakowa. (2020). *Domki dla jeży z łagiewnik* (BO 2021). Retrieved from https://budzet.krakow.pl/projekty2021/3855-domki_dla_jezy_z_lagiewnik.html (date of access: 16/02/2026).
- (BOMK) Budżet Obywatelski Miasta Krakowa. (2024a). *Domki dla jeży w Krakowie! Kontynuacja II* (BO 2025). Retrieved from https://budzet.krakow.pl/projekty2025/9189-domki_dla_jezy_w_krakowie_kontynuacja_ii.html (date of access: 16/02/2026).
- (BOMK) Budżet Obywatelski Miasta Krakowa. (2024b). *Uwaga na jeże – 40 znaków drogowych* (BO 2025). Retrieved from https://budzet.krakow.pl/projekty2025/8766-uwaga_na_jeze_-_40_znakow_drogowych.html (date of access: 16/02/2026).
- Cyck, D., Linda, K., Wikar, Z. (2025). *Rozmieszczenie i struktura wiekowo-płciowa jeża wschodniego (Erinaceus roumanicus) w Gdańsku – wyniki wstępne* [conference paper]. XI Ogólnopolska Studencka Konferencja Teriologiczna. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36430.16968>
- Danecka, D., Radecki, W. (2017). *Ustawa o ochronie przyrody. Komentarz*. Warszawa: C.H. Beck.
- Dowding, C.V., Harris, S., Poulton, S., Baker, P.J. (2010). Nocturnal ranging behaviour of urban hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in relation to risk and reward. *Animal Behaviour*, 80(1), 13–21.
- Forman, R.T., Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- Fundacja Primum. (2023). *Jeżoprzejsie w każdym ogrodzie*. Retrieved from <https://www.primum.org.pl/jezoprzejsie-w-kazdym-ogrodzie/#montaz> (date of access: 16/02/2026).
- Google My Maps. (2019). [“Dokąd tupta nocą jeż” Stowarzyszenie Nasze Grzegórzki]. Retrieved from https://www.google.com/maps/d/u/1/viewer?hl=pl&ll=50.05300893317279%2C19.963998694527923&z=12&fbclid=IwAR2TvYzI8p2wTy6oxITkFYOMLheN9CctAuu_RA-NySDSrVo3Xv729jsZ4eml&mid=1LU99Wsy4yDIhze_LZFT17n1JLph-HkH (date of access: 24/03/2026).
- Haddad, N.M. et al. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth’s ecosystems. *Science Advances*, 1(2), e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- Hauck, T., Weisser, W. (2024). AAD Animal-Aided Design: planning for biodiversity in the built environment by embedding a species’ life-cycle into landscape architectural and urban design processes. *Landscape Research*, 50(1). <https://doi.org/10.1080/01426397.2024.2383482>
- Hedgehog Street. (b.d.). *BIG Hedgehog Map*. Retrieved from <https://bighedgehogmap.org> (date of access: 16/03/2026).
- Hedgehog Street. (2026). The Hedgehog Street Map: Ipswich sightings and highways. Retrieved from <https://www.hedgehogstreet.org/hedgehog-street-map/> (date of access: 16/03/2026).
- Hof, A.R., Bright, P.W. (2009). The value of green – spaces in built up areas for hedgehogs. *Lutra*, 52(2), 69–82.

- Jaeger, J.A.G., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D.G., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., Tluk von Toschanowitz, K. (2005). Predicting when animal responses to habitat fragmentation will be highly sensitive to road effects. *Ecological Modelling*, 185, 329–348. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.12.015>
- Livingstone, N. (2022). *Villagers in Nottinghamshire make 42 fence holes to create 'hedgehog highway'*. Daily Mail. Retrieved from <https://www.dailymail.co.uk/news/article-11295621/Villagers-Nottinghamshire-make-42-fence-holes-create-hedgehog-highway.html> (date of access: 16/02/2026).
- Mostafavi, M., Doherty, G. (Eds.). (2016). *Ecological Urbanism* (revised ed.). Berlin: Harvard University Graduate School of Design, Lars Müller Publishers.
- Moore, L.J. Petrovan, S.O., Baker, P.J., Bates, A.J., Hicks, H.L., Perkins, S.E., Yarnell, R.W. (2020). Impacts and potential mitigation of road mortality for hedgehogs in Europe. *Animals*, 10(9), 1523. <https://doi.org/10.3390/ani10091523>
- MRIT. (2025). Projekt z dnia 9 czerwca 2025 r. Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Retrieved from <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs/578/12398903/13135626/13135627/dokument722043.pdf> (date of access: 16/03/2026).
- Orłowski, G., Nowak, L. (2004). Road mortality of hedgehogs *Erinaceus* spp. in farmland in lower Silesia (South-Western Poland). *Polish Journal of Ecology*, 52(3), 377–382.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz.U. 2016 poz. 2183).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tj. Dz.U. 2022 poz. 1225).
- RSPB. (2023). *Welcome the wildlife*. Kingsbrook, Aylesbury. Retrieved from <https://www.rspb.org.uk/helping-nature/so-many-ways/explore/welcome-the-wildlife> (date of access: 16/02/2026).
- Roudavski, S. (2021). Interspecies design. In: J. Parham (Ed.), *The Cambridge Companion to Literature and the Anthropocene* (pp. 147–162). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108683111.010>
- Solomon, D., Škerl, U. (2021). *Debra Solomon: Multispecies Urbanism*. Landezine. Retrieved from <https://landezine.com/debra-solomon-multispecies-urbanism/> (date of access: 16/02/2026).
- Stowarzyszenie Nasze Grzegórzki [Nasze Grzegórzki Association]. (2019, 03/07). [Mapa. Post na portalu Facebook]. Retrieved from <https://www.facebook.com/zielonegrzegorzki/posts/2400201706692346> (date of access: 16/02/2026).
- Synantropizacja [synanthropization]. (n.d.). *Encyklopedia PWN: źródło wiarygodnej i rzetelnej wiedzy*. Retrieved from <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/synantropizacja;3982046.html> (date of access: 16/02/2026).

- Trombulak, S.C., Frissell, C.A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14(1), 18–30.
- Uchwała Nr XXXVI/908/20 Rady Miasta Krakowa z dnia 26 lutego 2020 r. w sprawie ustalenia „Zasad i warunków sytuowania obiektów małej architektury, tablic reklamowych i urządzeń reklamowych oraz ogrodzeń, ich gabarytów, standardów jakościowych oraz rodzajów materiałów budowlanych, z jakich mogą być wykonane”.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tj. Dz.U. 2023 poz. 1336 z późn. zm.).
- Weston, P. (2020). *Prickly business: how a ‘hedgehog highway’ knits a village together*. *The Guardian*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/environment/2020/oct/17/prickly-business-hedgehog-highway-knits-a-village-together-kirtlington-oxfordshire-aoe> (date of access: 16/02/2026).
- Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie. (2019). *Przebieg korytarzy ekologicznych w Krakowie (stan na grudzień 2015 r.)*. Retrieved from https://zsm.krakow.pl/images/pliki/KRiTZ/03_przebieg_korytarzy_ekologicznych.pdf (date of access: 16/03/2026).
- Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie. (2025a). *Dla jeży ogrodzenie posesji to bariera nie do przejścia*. Retrieved from <https://zsm.krakow.pl/zielen-dla-klimatu/jeze-w-miescie/1829-dla-jezy-ogrodzenie-posesji-to-bariera-nie-do-przejscia.html> (date of access: 16/03/2026).
- Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie. (2025b). *Piątka dla jeży*. Retrieved from <https://zsm.krakow.pl/zielen-dla-klimatu/jeze-w-miescie/1830-piatka-dla-jezy.html> (date of access: 16/02/2026).
- Vadonleső Group, Berndt, M., Lukács, A., Oláh, B.K., Farkas, A., Váczi, O. (2019). Urban hedgehogs (*Erinaceus roumanicus*) in Budapest: Live or let die. *Hungarian Agricultural Research*, (3), 20–25.