

JUSTYNA KLESZCZ

DSc PhD Eng. Arch., OUT Professor
Opole University of Technology
Faculty of Civil Engineering and Architecture
e-mail: j.kleszcz@po.edu.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7571-6367>

URBAN AGRICULTURE AS PART OF MIXED-USE FACILITIES IN A POST-INDUSTRIAL URBAN SPACE

MIEJSKIE ROLNICTWO JAKO ELEMENT OBIEKTÓW WIELOFUNKCYJNYCH
W MIEJSKIEJ PRZESTRZENI POSTINDUSTRIALNEJ

ABSTRACT

This paper constitutes a research summary on urban, mixed-use facilities that combine commercial, service, industrial and accompanying functions, with urban commercial agriculture implemented mainly as rooftop farming. The facilities in question were built between 2010 and 2020.

The conducted study proves the thesis that urban agriculture can become a component of the transformation process, fulfilling livelihood and social purposes in its area of occurrence, being one of the components of mixed-use facilities. It is therefore a good solution for degraded spaces and facilities. The paper identifies the characteristics of buildings that are more likely to be adapted for new purposes and shows the strong relationship between industrial, storage and commercial areas found in cities and urban agriculture. The research mainly used the mixed historical-interpretive research method related to the analysis of case studies collected from a catalogue of 14 examples of urban rooftop farm developments from France, Belgium, US and Canada.

Keywords: adaptation, urban agriculture, mixed-use, urban farming, rooftop greenhouse, rooftop farming

STRESZCZENIE

Niniejszy artykuł stanowi podsumowanie badań nad miejskimi wielofunkcyjnymi obiektami, łączącymi funkcje handlowe, usługowe, przemysłowe oraz towarzyszące z miejskim rolnictwem komercyjnym, realizowanym głównie jako uprawy dachowe. Obiekty, o których mowa, wybudowane były w latach 2010–2020.

Przeprowadzone badania udowadniają tezę o tym, że miejskie rolnictwo może stać się elementem składowym procesu przekształceń realizujących cele bytowe i społeczne w obszarze swojego występowania, stanowiąc jeden ze składników obiektów wielofunkcyjnych. Jest więc dobrym rozwiązaniem dla przestrzeni i obiektów zdegradowanych. W artykule określono cechy wyróżniające budynki chętniej adaptowane do nowych celów oraz ukazano silny związek pomiędzy występującymi w miastach terenami przemysłowymi, magazynowymi i handlowymi a miejskim rolnictwem. W badaniach wykorzystano głównie metodę badań mieszanych historyczno-interpretacyjnych, związaną z analizą studium przypadków zebranych w katalogu 14 przykładów realizacji miejskich farm dachowych z obszaru Francji, Belgii, USA i Kanady.

Słowa kluczowe: adaptacja, miejskie rolnictwo, wielofunkcyjność, rolnictwo miejskie, szklarnia dachowa, rolnictwo dachowe



1. INTRODUCTION

Urban agriculture manifests itself in a multitude of spatial solutions and forms. The research aims to demonstrate one of the models currently applied in cities with a significant centre-forming potential.

Mixed-usage is currently one of the leading formative trends in designing a contemporary urban space. Facing an increasingly prominent need to introduce crops in inner-city areas, it is necessary to select a location where the function would facilitate integration of space and its users. The incorporation of predominantly enclosed cultivation systems with accompanying and complementary functions, such as storage, processing and redistribution, is a logical complement to the newly developed solutions.

Urban agriculture, besides a number of benefits to city dwellers, its environment and broadly understood urban economy (Cáceres Clavero et al., 2005; Hodgson et al., 2011), has also become an increasingly important element of the revitalization process of urban areas. It can therefore be an element that arrests unfavourable social and spatial phenomena affecting areas of historical importance to the architectural tissue and urban structure of the city (Szczepańska, Staszewska, 2016; Yagci and Nunes da Silva, 2021).

The key problem the article attempts to address is why mixed-use facilities, now constructed predominantly in the process of adaptation or extension of post-industrial buildings, which are based on urban agriculture, are more beneficial to the overall process, than those not containing this component. What features demonstrate their innovative character and significant value for the city? The ultimate question, though, is why we now consider such developments to be superior to other mixed-use facilities in the city. The SARS-Cov-19 pandemic has testified to the fact that enclosed building complexes and mixed-use facilities will not function properly in a reality deviating from the standards and conditions they were designed for (Cooke, 2021a, p. 1; Cooke, 2021b, p. 6). The question then arises, whether a new type of large-scale, mixed-use building has a chance to become a solution to needs of city dwellers.

2. LITERATURE OVERVIEW

The topic in scope constitutes several fundamental research problems that have already surfaced in the subject literature as distinct problems. The topic under analysis consists of several fundamental research issues that have already appeared in the world literature as unconnected plots. The analysis

of the literature was based on a division into three main groups of issues. They are the following: urban farming in greenhouse rooftop units, revitalization of post-industrial areas, farmers' markets and the mixed-use of architectural facilities related to agriculture. The analysis of studies into the history of urban agriculture in cities where mixed-use, closed-loop systems related to urban agriculture (both its production and redistribution) have already been established allow to draw a conclusion about the existence of certain stages of development of this phenomenon. The discussed elements appear as another stage of the functional complexity of this new urban function. The tradition of rooftop urban agriculture in Montreal, New York and Brussels is well researched and described, although the use of green roofs and soil-based agriculture has received most attention to date (Bhatt and Farah, 2016; Bousselot et al., 2020). The urban agriculture approach depending on the geographical location has also been characterized (de Zeeuw et al., 2017, pp. 309–313), although according to the author, in the case of the introduction of large-scale urban indoor agriculture, this element ceases to be so important due to the need to maintain artificial indoor climate parameters. Its influence, in this case, will be driven more due to other factors such as the legal requirements in force in the location (Sanyé-Mengual et al., 2015, p. 95).

At the same time, recent literature has clearly established the idea of food autonomy as a form of urban self-sufficiency and support for local communities to feed themselves sustainably and manage the space available to them with reference to the now well-known sustainable development goals (Giraud, 2021). Agrarian urbanism, in terms that focus more explicitly on a systemic view and the need to network urban agriculture has been analysed since the beginning of the 21st century (Farr, 2008; Salle and Holland, 2010), and there are now clear attempts to critically assess the phenomenon, also as a networked element (Jeleński, 2020).

One of the global trends that appeared around 2010 was the shift towards making use of the roof area located on top of the existing buildings with different primary functions in order to introduce urban rooftop farming (RTF) in the following primary forms – open-air rooftop farming or rooftop greenhouses (Buehler and Junge, 2016, p. 2). The most comprehensive study on the typology of urban rooftop farming and its history allows situating the solutions discussed in the proposed classification as commercial ones, but also related to social housing, only mentioning the possibility of mixed use arrangement (Nasr et al., 2017, pp. 10, 15–16). In

this case, authors use a distinction between small and medium-sized rooftop farms and large rooftop farms, without, however, precisely defining the size range that allows a detailed classification (Nasr et al., 2017, pp. 16–18; Appolloni et al., 2021). However, some of the examples analysed in the paper are listed as large-scale facilities (Lufa Farms and Gotham Greens), without distinguishing between vertical extensions and buildings that are entirely newly constructed (Nasr et al., 2017, pp. 17–18). Essentially, all examples of facilities where the agricultural function is carried out in rooftop greenhouses with a cultivated area of more than 250 m² are considered technological urban agriculture (Caputo et al., 2017, pp. 54–56). A growing number of publications cover the issue of technical solutions for integrated rooftop greenhouses (iRTG) (Nadal et al., 2017) to reduce significantly their external energy and water demand, as well as waste production. It is important in terms of decreasing their impact on the urban environment by implementing interchangeable solutions for each of the four main parameters to be controlled for greenhouse crops, reducing the consumption of resources and lowering the environmental impact in relation to traditional solutions: thermal performance through heating or cooling, concentration of carbon dioxide and other chemical compounds, efficiency in the use of resources required for their construction (Von Elsner et al., 2000; Bailey and Chalabi, 1994; Jain and Tiwari, 2002).

The research currently in progress is dedicated to developing model technical and spatial solutions in the experimental environment. The most recognizable example at present is the ICTA-ICP research building at the campus of Universitat Autònoma de Barcelona in Cerdanyola, designed by DATAE and HARQUITECTES (Research Center ICTA-ICP UAB, 2015), where a cluster of 4 iRTGs with their engine rooms was located on the top floor (Sanyé-Mengual et al., 2015), directly accessible from an open communication inside of the building. This example displays the technical feasibility of designing a mixed-use building in such a way as to avoid the use of additional heating and air-conditioning systems for the farming area (Nadal et al., 2017, p. 11; Munoz-Liesa et al., 2020). Further research on the technology applied in the building in the context of air recirculation and potential biological pollutants proves the possibility of even further functional integration of such facilities and the development of a form of closed-loop systems for matter, water and energy (Ercilla-Montserrat et al., 2017; Rieradevall, Royapoor, 2015; Balas et al., 2019; Research Center ICTA-ICP UAB, 2015). The literature discusses

elements of the design process for urban rooftop farm spaces as a process step, without specifying architectural or urban parameters of the designed space. An exception to this is the study by Orsini (2017, pp. 41–44), who mentions additional requirements to be met when using existing buildings for the purpose of urban farming, such as increased structural capacity due to additional earth and equipment loads and significantly increased water and electricity demands (Caputo et al., 2017, p. 41), although the same authors also point out that the use of greenhouse solutions — most often soil-less, in addition to the aspect of increased farm productivity — also results in the required load-bearing capacity of the roofs being not only not higher, but often lower than that of typical green roofs. It is therefore feasible to apply to more buildings. Silvio Caputo and co-authors wrote about the problem of privacy in the case of open, unsheltered farming, which, if located above the level of surrounding buildings, gives an uncontrolled view of the surrounding development (Caputo et al., 2017, p. 55). A comparative simulation for European farms showed a significantly lower construction cost of greenhouse solutions for large-scale farms compared to the construction of land farms (Caputo et al., 2017, p. 46; Jing et al., 2020, p. 7). With a cultivated area of more than 70 m² in each of the variants of technological solutions used, the rooftop greenhouse is the cheapest one. Research on the comparative analysis of the efficiency of different rooftop agriculture forms in relation to the costs incurred clearly indicates the superiority of rooftop greenhouse solutions over other types (Harada and Whilow, 2020).

Some researchers have attempted to determine the most favourable parameters for the location of the type of farms analysed, including the preferred orientation with respect to the sun's side (Montero et al., 2017, p. 84; Castilla, 2005, p. 462), as well as the problem of shading the greenhouse spaces. The shape of the building itself and the most favourable façade materials to be used were also analysed (Montero et al., 2017).

None of the sources discuss the possibility of using rooftop greenhouse agriculture as part of the revitalization process, either on an architectural or urban scale. Current attempts to create tools for assessing the suitability of sites for the location of RTGs focus on the technical and legal aspects of the process, without a broader analysis of social or cultural factors, hence, in the first instance, the attempt to use areas of industrial parks with logical bases for embedded agriculture (Sanyé-Mengual et al., 2015). The only mention in this regard is based on the planning guidelines of New York City (NYC Urban

Agriculture, n.d.) and emphasizes the importance of the basic parameters of vertically extended greenhouses such as height, proportions, transparency and distance from the building boundary for their role in the promotion of urban agriculture, an alternative urban food systems and the potential to assume the role of iconic buildings (Caputo et al., 2017, p. 56).

Currently, research is also being conducted on other than analysed in the article, possible functional references between the concepts of urban agriculture and housing (Procaccini, Monticelli, 2021), industrial production, trade or education (Nasr et al., 2017, pp. 9–26). An abundant literature overview proves a significant increase in the quantity and thematic scope of research on urban agriculture as a solution to numerous difficulties that cities of the future will need to face. Adaptive reuse, increasingly linked to urban agriculture, including rooftop farming, with sustainability goals (Negrello, 2018; Jones, Franck, 2019) is also a direction that is currently emerging in deliberations.

The farms that are the object of the research have already been mentioned in the literature, but never in the context of their importance on the revitalization process and in the urban structure changing under their influence. Single-case analyses have looked specifically at Gotham Greens Farms (Puri and Komisar, 2017, pp. 338–341) or Lufa Farms (Nasr et al., 2017, p. 17). The sites analysed in this research have become examples to illustrate the principles of linking rooftop agriculture to urban social and technical infrastructure (Gorgolewski and Straka, 2017) and to set the basis for creating design guidelines related to the selection of volumetric systems and their parameters for determining the most effective solutions (Caputo et al., 2017).

3. THESES

The purpose of the text is to prove the claim that urban agriculture, as one of the components of mixed-use facilities, is a good solution for degraded spaces and structures, and can therefore become a component of the transformation process, pursuing both livelihood (urban food) and social (including access to green space) objectives. This may be the answer to the growing problem of post-industrial facilities existing in the city center, which have lost their function due to economic changes, but retain their urban or historical values. Thus, there is a group of post-industrial facilities that can be relatively easily adapted for the purposes of urban agriculture due to their standard structural system and material parameters (Ackerman et al., 2013, pp. 1–12; Sanyé-Mengual et

al., 2015). Therefore, there is both a base of some group of facilities available for development and the increasing need to introduce a new function in urbanized spaces, aiming to increase the capacity for food self-sufficiency. This simultaneously involves the emergence of a functional hybrid related to urban agriculture, which is part of the process of natural succession of urban functions. This article seeks to answer the question of how mixed-use buildings that have emerged through a combination with urban rooftop greenhouse agriculture differ from other mixed-use buildings and complexes and why, and to what extent, their role in cities is increasing.

It is becoming important for the research to show the increasingly strong link between the industrial and commercial functions found in cities and urban agriculture as one of the functions that fit well within the parameters of existing industrial areas. This will allow guidelines to be set for the selection of locations and the functional programme of newly created facilities in the urban fabric in industrial areas.

Specific tasks were therefore defined, including:

- identification of the locational characteristics of the analysed sites;
- definition of the typology of the analysed solutions as an element of urban agriculture at the scale of a single building and city-wide links;
- definition of the functional links and complementary usage inherent in urban mixed-use farms;
- to examine the context in which urban mixed-use farms are developed in spatial and urban planning or architectural terms by analysing the components of this context and the way in which (if at all) it influences the architectural form adopted by the facilities.

4. MATERIALS

The analysis was based on closed mixed-use buildings connected with urban farming carried out in indoor structures, combining commercial use of various types with urban roof farming. The selected facilities meet the following criteria:

- location — within municipal structures,
- functional — agriculture is dominating in the facilities in scope,
- structural — agriculture was implemented following the expansion of existing buildings with production and storage, commercial use or exhibition.

The analysed material came from architectural websites, but also from contents published on governmental and local government websites related to obtaining a building permit or co-financing from

public funds and made available in connection with legislation regarding access to public information. Site visits and specific information obtained from design offices and directly from investors and facility owners proved to be a valuable source of information as well.

Materials for the study were obtained as a result of field research, and design and maintenance materials of the facilities made available by current users

and owners, design offices and press materials, also available in part on the websites of companies and designers and on branch websites, were also analysed. Some of these were published on a government and local authority websites related to obtaining planning permissions or public funding and made available in terms of access to public information.

The basic metrical data of the analysed facilities have been collected below.

Tab. 1. Essential metrics of the analysed facilities.

Name	Location	Address	Year	Architect	Owner	Type of ownership	Data source
Nature Urbaine	Paris	2 Av. de la Prte de la Plaine, 75015 Paris, FR	2020	VALODE & PISTRE Architectes	Municipality of Paris (Les Parisculteurs)	municipal company	(Information presse, n.d.)
Abattoir BIGH	Brussels	Rue Ropsy Chaudron 24, 1070 Brussels, BE	2016-2018	arch. ORG Architects	Steven Beckers, Gwenn Guillaume	private	(Wilkinson, 2018b; bouwmeester maître architecte, 2019), information obtained through direct contact with facility owners
Lufa Farms	Ahuntsic, Montréal	201-1400 Rue Antonio-Barbeau, Montréal, QC H4N 1H5, CA	2011	n.d.	Lauren Rathmell, Mohamed Hage	private	(Press room, n.d.), information obtained through direct contact with facility owners
	Anjou	10680 Bd Parkway, Anjou, QC H1J 1R6, CA	2017	n.d.			
	Laval	Laval, Quebec H7T 2P7, CA	2013	Montoni Group + KUBO			
	Ville Saint-Laurent	201-3075 Boulevard Thimens, Saint-Laurent, Quebec H4R 1Y2, CA	2020	n.d.			
Gotham Greens	Greenpoint / Brooklyn	810 Humboldt Street, Brooklyn, New York 11222, USA	2011	Giuseppe Rosario Anzalone	Viraj Puri, Nick Haley, Jenn Nelkin	private	(Pierotti, 2017; Gotham Greens, n.d.), information obtained through direct contact with facility owners

Name	Location	Address	Year	Architect	Owner	Type of ownership	Data source
Gotham Greens	Gowanus / Brooklyn	214 3rd Street, Brooklyn, New York 11215, USA	2013	BL Companies	Viraj Puri, Nick Haley, Jenn Nelkin	private	(Pierotti, 2017; Gotham Greens, n.d.), information obtained through direct contact with facility owners
	Jamaica / Queens	184-60 Jamaica Ave, Jamaica, New York 11423, USA	2015	n.d.			
	Pullman 1 in Chicago	720 E 111th Street, Chicago, IL 60628, USA	2015	William McDonough + Partners; Collaborator Heitman Architects Incorporated			
	Pullman 2 in Chicago	10636 S Woodlawn Ave, Chicago, IL 60628, USA	2019	n.d.			
	Rhode Island in Providence	555 Harris Ave, Providence, RI 02909, New England, USA	2019	n.d.			
	Baltimore in Maryland	2003 Reservoir Rd, Sparrows Point, MD 21219, USA	2019	n.d.			
	Denver Metro in Colorado	2503 Dallas Street, Aurora, CO 80010, USA	2020	n.d.			

Source: original work.

5. METHODS

The research used a mixed method approach — a multiple case study analysis, and qualitative and partly historical-interpretative research, focusing mainly on typological research. The results of the comparative analysis of the facilities conducted in accordance with the adopted set of parameters that characterize buildings on an urban and architectural scale are presented in detail further on. From the catalogue of examples for a detailed case analysis (Yin, 2002), there are three most representative that were selected according to the adopted criteria. In

this case, qualitative research renders it possible to compare the basic parameters and features of the existing space and its valorization and the formulation of general trends in the design of the analysed type of structures and functions (Groat and Wang, 2013, pp. 215–218).

The method of mixed historical and interpretative research (Niezabitowska, 2014, pp. 159–160) was adopted in the case-study analysis and it involved collecting and archiving historical data, both empirical and archival, as well as its organization and evaluation. The adopted methodology is customarily used in architectural and historical research.

The research was carried out on sites completed between 2010 and 2020. The lower time caesura is the date when the design work for the first commercial rooftop greenhouse farms in the world was undertaken. In the end, all 14 sites were selected for analysis, which were completed in the given period and fulfilled a number of properties altogether — they were developed as urban, commercial, rooftop, greenhouse farms of various types.

The analysis was carried out taking into account the spatial, urban and architectural scales, with an adopted 15-minute walking distance assumed as the largest. The analysis of numerical data (including area) and the occurrence of elements according to the typological and systematic divisions discussed in the

literature analysis related to urban agriculture at each of the aforementioned scales was complemented by a morphological analysis of the urban structures in which the site is located.

Materials for the study were obtained through field surveys, and design and operating materials of the buildings made available by the current users and owners, design offices and press materials, also available in part on the companies' and designers' websites and on professional portals, were also analysed. The methodology adopted is customary in architectural and historical research.

In order to carry out the specific tasks, relevant data summaries have been developed in tabular form:

Tab. 2. Summary of detailed research objectives and tasks implementing them with reference to the tabular statements in the text.

Design task	Element analysed	Table no.
Identification of locational characteristics	– Morphological structure of individual sites, – Functional analysis of the surroundings, – Analysis of the characteristic physical parameters of the surrounding development (height, density), – Analysis of the distribution network and crop structure.	6, 7
Definition of a typology of analysed solutions	– Analysis of the scale of impact of agriculture, – Analysis of the types of farming used in line with the general typology of urban agriculture, – Analysis of the method of farm production distribution, – Analysis of the type of space used in the project in terms of the level of reuse of built-up space.	4
Identification of functional connections and complementary use	– Functional analysis of the facility.	5
Analysis of spatial context	– Analysis of the scale of impact of agriculture – Analysis of the method of farm production distribution, – Morphological structure of individual sites, – Functional analysis of the surroundings.	4, 6
Analysis of urban context	– Analysis of the scale of impact of agriculture, – Functional analysis of the surroundings, – Analysis of the characteristic physical parameters of the surrounding development (height, shading, density of development), – Analysis of the social and public spaces, – Analysis of the ways in which the transport function (car parks and logistics facilities) is organized and required, – Analysis of the commercial model of the facilities.	4, 6, 7

Design task	Element analysed	Table no.
Analysis of architectural context	– Functional analysis of the building – Analysis of the structure of the building, – Historical analysis of the building (dating), – Analysis of the roof space use; – Technological analysis of the cultivation and breeding method, – Typological analysis of farming methods, – Analysis of the characteristic parameters of the building, including its geometry.	5, 6
Analysis of the impact of the context on the form of the adopted solutions	– Analysis of the characteristic parameters of the building, including its geometry.	6

Source: original work

6. RESULTS

6.1. Location parameters of integrated rooftop greenhouses and the characteristics of the urban fabric

Currently the emergence of a new type of mixed-use facilities can be observed. This reflects the movement to connect industry with elements that build social relationships, as well as the typical function with the one atypical for the city in traditional terms.

To date, a diagnosis of urban agricultural development potential has been carried out for very few cities, mainly due to the lack of developed comprehensive assessment criteria (Sanyé-Mengual et al., 2015, p. 96). The first comprehensively developed and published was a report by NYSERDA (Ackerman et al., 2013), which identified the greatest potential for urban agricultural development in the New York area in various types of rooftop farming. For New York alone, there are more than 15.5 ha of cultivable roof areas, thus meeting a number of initial criteria.

The most important of the designed criteria is the location in industrial or commercial areas, e.g. due to advanced logistic and infrastructure systems. Adapted industrial facilities usually feature a well-developed supply-logistics system — a functional element connecting the facility with the city-wide network. This element most often fails in the case of new facilities — new areas designated for the location of functions in the inner city in the vicinity of residential districts are not suitable for access by large delivery vehicles and the high intensity of such traffic, unlike post-industrial zones. This results in creating a landscape that is ‘superimposed’ on the urban landscape as a method

of altering the space-adaptation process and creating a cultural landscape.

An important element of the ongoing change is the inclusion of the agriculture in the overall process of revitalization and cultural heritage protection. The analysed examples in most cases concerned historically significant facilities and areas under legal protection (Kleszcz, 2022, pp. 24–30).

The selection of the buildings dedicated for adaptation also relies on the date of their erection. Industrial facilities to be singled out would date back to the period when particular construction standards in a given area, which required maximum possible load-bearing capacity requirements of the roof structure were in force, which enhances adaptation potential to their new function and offers sufficient strength to additional load with roof plant production. In the case of American cities such structures were erected between 1900–1970, when construction standards provided for higher load-bearing capacity requirements for roof structures than those applied today. The second, more common direction is to locate farms on the roofs of contemporary structures (built after 2011), which involves taking into account the possibility of vertical extension or introducing additional loads on the roof already during the construction phase of the host structure. In two cases, the location of future rooftop greenhouses was included in the original design.

A roof footprint area exceeding 1,000 m² is the bottom profitability limit for commercial production, determined on the basis of the experience provided by city gardeners engaged in roof farming within North America (Ackerman et al., 2013, p. 25) or 500 m², in the case of European studies (Sanyé-Mengual et al., 2015, p. 96), unless a specific roof belongs to

Tab. 3. List of historical buildings adapted in the analysed facilities.

Name	Location	Building
Nature Urbaine	Paris	pavilion no. 6, Paris Expo Porte de Versailles
Abattoir BIGH	Brussels	NV Abattoirs et Marchés d'Anderlecht-Cureghem
Lufa Farms	Ahuntsic, Montréal	distribution centre
	Anjou	distribution centre
	Laval	a complex of industrial, commercial and office buildings
	Ville Saint-Laurent	distribution centre
Gotham Greens	Greenpoint / Brooklyn	industrial building
	Gowanus / Brooklyn	Whole Foods Market, New York & Long Island Coignet Stone Company
	Jamaica / Queens	Ideal Toy Company
	Pullman 1 in Chicago	Method Products
	Pullman 2 in Chicago	Ryerson Steel
	Rhode Island in Providence	General Electric
	Baltimore in Maryland	Bethlehem Steel Mill in Sparrows Point
	Denver Metro in Colorado	Stanley Marketplace

Source: author's own elaboration.

a larger network of 'farming' rooftops located close to each other which may share common logistic and administrative facilities. All farms, with the exception of the Paris example, meet this requirement. Its difference in this respect is due to the adoption of a different cropping pattern than usual, with the use of a significant area of open cultivation.

The location of greenhouse part on the roofs of low and medium-high buildings is becoming characteristic. The height of the adapted building should not exceed ten storeys, although there are no clear guidelines as to maximum altitude above which the climatic conditions render it impossible to cultivate crops. The following are currently being considered the conditions related to the wind load on the structure and the service conditions.

It is essential that the host building is not a heavy-industry facility, and there were no harmful elements/substances manufactured on the premises, out of concern for safety of the crops and personnel who could have suffered from potentially harmful effects of working in the contaminated area.

A permanent element of establishing mixed-use urban facilities featuring an agricultural production is an attempt to integrate them into the concept of sustainable development, especially in terms of reducing energy demands from external sources necessary for horticultural production under the conditions of full or partial automation and cultivation in a fully controlled environment. Therefore, all of the examples of successfully implemented rooftop farming ventures described below have been developed with the accompanying roof PV systems, which under favourable conditions supply virtually the entire energy demand for the cultivation process.

A similarly consistent element of the design process is taking into account water-recovery solutions and implementing closed-loop systems for utility water so as to decrease the costs of agricultural production affected by relatively high costs of water supply in urbanized areas. Different solutions adopt different water-management strategies, from recovering water from crops, grey water and rainwater, to integrating farming with breeding and creating

aquaponic crops. The strategy of managing the essential utilities has become the key element determining the feasibility of urban farms. It is also an element that links urban embedded agriculture most closely with the idea of sustainable development, offering an opportunity to establish a branch of 'green' industry in the city.

The example of New York, as the one most intensively developed, shows that an attempt to select the location for urban rooftop farms on a city-wide scale calls for a broader analysis of roof solar exposure so as to optimize the selection of locations that meet a wider range of requirements — both regarding their potential to build solar PV farms, opportunities to provide crops partially with extra natural lighting, as well as offsetting the negative impact on the neighbouring housing by possible shading with vertical extension added at the top. In New York, the percentage of rooftops suitable for the installation of solar PV systems is over 66.4% (Ackerman et al., 2013, p. 25).

A morphological analysis carried out within a 15-minute walking distance to each of the analysed facilities showed that they clearly fit into the structure and layout of the surrounding development. The first developments were created within homogeneous inner-city quarters (Ferme Abattoir, Gowanus, Greenpoint) or within clearly delimited belts of industrial and warehousing development characterized by the proximity of strong development barriers for a given type of structure (e.g., railway lines, express ways or rivers) (Nature Urbanine, Jamaica, Rhode Island, Denver Metro). More recently completed projects have begun to emerge in a dispersed urban fabric, without clearly defined boundaries and structural features.

The basic direction of site selection involved the use for adaptation of individual buildings erected at the junction of housing estates or currently located inside residential areas in places that, as a result of the progress of the urbanization process, were located in the inner city areas instead of on its periphery, as the original location had assumed (Ill. 1, 2, 4). The second direction assumes the use of sites located in large industrial or commercial development clusters, located in areas with good communication and technical infrastructure appropriate for industry, with an extensive supply area (Ill. 3, 4).

6.2. Typology

Although the structures in scope take similar forms, they differ significantly in the way they affect urban space. The basic division is shown in the table below:

Due to the extent to which they influence urban structures with elements of social importance, the

applied solutions do not create an extensive network of visible commercial links in the city, but are instead point, stand-alone elements, using external shop networks or creating their own distribution networks in the form of small pick-up points. Contrary to expectations, none of the analysed sites have developed a network of interconnected marketplaces, establishing only spaces within their own area and therefore unitary.

The very rare occurrence of soil-based rooftop farming is mainly due to the significant weight of the soil layer (Ackerman et al., 2013, p. 34; Caputo et al., 2017, p. 43; Montero et al., 2017) that would need to be placed on existing rooftops. Therefore, most of the existing farms use substrates designed for intensive green roofs or cultivation is carried out in one of the soil-less systems, which allow the weight of the vertical extension to be significantly reduced.

With regard to the type of cultivation used, hydroponic farming is the typically adopted solution, found in all analysed sites, due to its ease of installation and reduced weight. As a supplementary solution, soil-based cultivation is also made use of, in a traditional or elevated form, with the use of automatic irrigation systems, as well as aeroponic and aquaponic systems, requiring more complex and diversified production, focused not only on plant farming alone.

In the vast majority (except in one case), the analysed sites were adaptations without changing the geometry of the building or its vertical extension. There were examples combining them with newly designed spaces in an already developed area. The most recent of the analysed examples (located in the Denver Metro) represents a step towards simplifying the building process — once the functional and structural layout of this type of building had crystallized (along with the determination of the optimum space parameters for the moment), it was constructed as a completely newly designed facility, without using an existing building, but with a spatial layout appropriate to the adaptations.

The functional structure of the analysed facilities shows great variation in the size of cultivation, with a steady increase in the size of the rooftop greenhouses and the clarification of the size of 9300 m² in the case of the Gotham Greens network as the basic module. The farms of the Lufa Farms network show much more variation in this case, although one constant trend can be seen: the surface area of the successive facilities under construction is increasing. The complementary functions are in all but one case administration, social facilities and a warehouse and cold storage area directly related to the technological process of food production. The absence of their

Tab. 4. Typological division of enclosed mixed-use buildings featuring agriculture.

Legend ● — the given feature is present, ● — the given feature is absent.

			Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms				Gotham Greens							
					Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint / Brooklyn	Gowanus / Brooklyn	Jamaica in Queens	Pullman 1 in Chicago	Pullman 2 in Chicago	Rhode Island in Providence	Baltimore in Maryland	Denver Metro in Colorado
Classification criteria	Scale / scope of impact	local	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		citywide	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		supra-local	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	The method of distribution	own chain of stores /single points/	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		own market network /single points/	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		local supermarket chain	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		nationwide supermarket chain	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Type of space used	adaptation of existing buildings	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		extension of existing buildings	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		newly designed facilities	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Source: original work.

own full logistics background (except in one case) indicates the use of facilities shared with the adapted buildings and their original function. The American examples have simpler functional layouts, supplemented by an education, retail or catering, depending on the specifics of the location.

The solutions used in the cases of the two European examples are slightly different. They are more clearly oriented towards their socio-cultural role. Hence the much more varied structure and less repetition of the solutions used. In the agricultural part, an open-air farming is occurring, which is more

expensive to implement, nevertheless fulfils a social function and aims to increase the integration of the site into its surroundings. An increased presence in the life of the local community is also achieved by introducing exhibition space, gastronomy and trade. The magnitudes of the individual parameters are presented in Table 4.

In the case of commercial production, a typically applied solution is the use of greenhouse farming, which, on the one hand, leads to such elements assuming a distinctive shape, typical for industrial buildings. Subsequently, such farming allows for

Tab.5. Analysis of analysed buildings in accordance with the adopted functional model.

			Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms				Gotham Greens										
					Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint / Brooklyn	Gowanus / Brooklyn	Jamaica in Queens	Pullman 1 in Chicago	Pullman 2 in Chicago	Rhode Island in Providence	Baltimore in Maryland	Denver Metro in Colorado			
Area [m²]	main use		indoor farming	100	2000	2880	5853	3995	15218	1400	1858	5600	7000	9300	9300	9300	2787		
			outdoor farming	15000	200	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	auxiliary uses		exhibit	15270	●	●	●	●	●	●	●	282	●	●	310	●	●	●	
			service	900	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
			gastronomy		836	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
			commercial		●	7000	●	n.d.	705	●	4295	4295	●	●	14657	940	1280	1280	540
			warehouses and cold storage	●	1870	1120	130			1105	730	14657							
			administration	●	140														
			social	●	490	345	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
			industrial (production)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
			education	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
			logistics	●	●	●	●	●	●	●	●	200	●	●	●	●	●	●	●

Source: original work.

complete control over cultivation conditions, and opportunities for development also in areas heavily contaminated with industrial production previously

carried out in a specific area, while simultaneously providing for a very precise determination of the maximum feasible crop yield.

Facilities with a clearly designated social character take a diversified form of farming, with a varied degree of openness. Their role is supposed to extend beyond the food production and redistribution of produce. In the case of typically commercial facilities

(Gotham Greens and Lufa Farms networks), their educational character and partial availability manifested themselves secondarily as a result of attention paid by the local community and the experimental nature of the project itself.

Tab. 6. Analysis of the buildings on a planning, urban and architectural scale.

Legend ● — the given feature is present, ● — the given feature is absent.

					Lufa Farms				Gotham Greens								
			Nature Urbaine, Paris	Abattoir BIGH, Brussels	Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint / Brooklyn	Gowanus / Brooklyn	Jamaica in Queens	Pullman 1 in Chicago	Pullman 2 in Chicago	Rhode Island in Providence	Baltimore in Maryland	Denver Metro in Colorado	
Urban planning	neighbourhood	industrial district	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
		housing district	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
		boundary of functional zones	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	height of adjacent development	lack of neighbouring buildings	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		low [up to 12m]	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		medium-high [12–25m]	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		high [more than 25m]	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	functional structure of the surrounding buildings	single-family housing	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		multi-family housing	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		mixed-use — housing and commercial	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		service, retail and office (commercial)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		industrial	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		service and administration (public)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
communication		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
green		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
presence of dense surrounding development within walking distance [10 minutes]		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

					Lufa Farms				Gotham Greens								
			Nature Urbaine, Paris	Abattoir BIGH, Brussels	Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint / Brooklyn	Gowanus /Brooklyn	Jamaica in Queens	Pullman 1 in Chicago	Pullman 2 in Chicago	Rhode Island in Providence	Baltimore in Maryland	Denver Metro in Colorado	
Landscaping	possibility of shading the neighbouring buildings		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	possibility of overshadowing by neighbouring buildings		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	presence of social space (square with commercial function)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	parking lot		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	built-in parking		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	industrial type delivery zone		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Architecture	host building structural system	reinforced concrete	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
		steel	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
		mixed	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	time of construction of the host building	2010–2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		1980–2010	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		1945–1979	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		1900–1945	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	the role of the roof	open to the public	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		industrial	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	type of cultivation due to the type of substrate	hydroponic	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		aquaponic	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		aeroponic	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		soil-based	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	type of cultivation due to its form	opened	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		enclosed	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	power supply systems	RES — 100%	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		RES — partial	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		traditional resources	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		n.d.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

					Lufa Farms					Gotham Greens						
			Nature Urbaine, Paris	Abattoir BIGH, Brussels	Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint / Brooklyn	Gowanus / Brooklyn	Jamaica in Queens	Pullman 1 in Chicago	Pullman 2 in Chicago	Rhode Island in Providence	Baltimore in Maryland	Denver Metro in Colorado
Architecture	number of overground storeys (host building + greenhouse)	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		1+1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2+1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3+1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		4+1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	number of underground storeys (in total)	0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	roof geometry of the host building	flat	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		saw-tooth	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	roof geometry of the extension (greenhouse)	bow-string	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		saw-tooth	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		gable	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		other	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
function	agriculture	roof farm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		greenhouse	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		fish farm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		raised beds	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		other opened forms	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	gastronomy	restaurant (farm-to-table)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	industry	retail	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		wholesale	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		distribution	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		food processing	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

					Lufa Farms				Gotham Greens								
			Nature Urbaine, Paristréal	Abattoir BIGH, Brusselsnjour	Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint / Brooklyn	Gowanus /Brooklyn	Jamaica in Queens	Pullman 1 in Chicago	Pullman 2 in Chicago	Rhode Island in Providence	Baltimore in Maryland	Denver Metro in Colorado	
Use	administration	administration and social facilities	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	education	trainings/seminars	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		conferences	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		workshops	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		exhibition spaces	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	service	staff welfare facilities	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		toilets	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		storage	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		delivery zone	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		expedition	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	circulation and transport		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Source: original work.

All of the sites analysed were built in former or still operating industrial or residential districts, and most often on the border between the two zones. The sites are therefore located in historic suburban areas, but now classified as inner cities. Their original purpose was the location of industry. This is a consequence of the availability of facilities with technical parameters that meet the requirements, the relatively low price and the possibility of a direct connection to the recipient of the agricultural production — a resident of the city in question. The surrounding buildings are low or medium-rise, which corresponds to the height of the buildings analysed. They are therefore not a height dominant, but only a formal dominant due to their unusual architectural form, which is a combination of industrial architecture and transparent greenhouse structures in each of the analysed examples.

The mixed-use developments under analysis require the presence of car parks, which vary in size depending on the functions associated with the farming. This need is satisfied in the form of off-street parking lots. Only one of the examples discussed has built-in parking, but this is not due to the requirements of farming, but to the presence of such as part of the host building. The presence of a delivery zone appropriate to industrial facilities is an important land use element for each of the sites, but in most cases existing facilities are sufficient.

The analysis confirmed the types of building structures identified in the literature as being used as a basis for the establishment of rooftop farms. It is either reinforced concrete, steel or has elements of both types. Only four farms were established on buildings dating from before 1980, including only two in complexes of historic buildings, legally

protected (Abattoir BIGH and Gowanus). This did not confirm the assumptions known from the literature about the most favourable (and therefore most adaptable) properties of 1945–1979 buildings.

Only the European examples also have social, opened to public rooftop gardens, which is associated with the introduction of social open cultivation on them. Increased access to public greenery allowing direct contact is only related to this form of cultivation. In the case of the RES, access is limited to visual contact with the greenery only, mainly due to the need to maintain a strictly controlled growing environment and its commercial nature. Different solutions can be found in farms with a more social character, such as Abattoir BIGH in Anderlecht and Nature Urbaine in Paris, analysed here, but also La Cité Maraîchère in Romainville or Agrotopia in Roeselare. Assessing the degree of social

accessibility of cultivation is, in this case, basically impossible in a conventional way by determining the available green space, but only by the linear length of the accessible walking route along the physically inaccessible greenhouses.

The technical solutions used favour hydroponic cultivation, again with only European examples using other technological solutions, while being less oriented towards the use of RES in meeting total electricity and heat demands.

A characteristic element of the body of the adapted buildings created is that they have flat roofs in the case of extensions. Horizontal extensions prefer shed roofs. The form of the greenhouses created is typical of large-scale stand-alone greenhouse solutions. A gable or shed roof geometry is therefore preferred, also replicated on other functional parts of the building.

Tab. 7. Analysis of analysed buildings in accordance with the adopted functional model.

Legend ● — the given feature is present, ● — the given feature is absent.

		Nature Urbaine, Paris	Abattoir BIGH, Brussels	Lufa Farms				Gotham Greens									
				Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint / Brooklyn	Gowanus / Brooklyn	Jamaica in Queens	Pullman 1 in Chicago	Pullman 2 in Chicago	Rhode Island in Providence	Baltimore in Maryland	Denver Metro in Colorado		
Functional model	local center	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	private lots	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	local food processing	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	‘industrial’ food processing	on-site sales	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		sale through its own distribution network	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		delivery to the customer	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
delivery to collection points		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	deliveries to wholesalers (shops, restaurants)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

Source: original work.

In each of the analysed examples, in the case of the host building, the choice was made for buildings with a compact body on a rectangular floor plan, which makes the internal structural layout clearly modular. This increases its adaptability to new forms of use, assuming very limited interference with the internal structure of the vertical extension.

The most important factors in the design of the building's interior are the permissible loads on the roof structure and/or the possibility of remodelling the roof without interfering with the internal structure of the existing building, with the possibility of adding external or internal circulation routes (passenger and technological) for independent service from ground level without interfering with the continuity of the original function. Only in a few cases (e.g., *Nature Urbaine*) it was decided to combine functions into a coherent whole.

The build of architectural form in the case of the analysed facilities follows a dual path. In some cases, the principle of formal coherence with the host buildings or contrast is adopted as a method of building form (mimetic or formal and material contrast) (Ill. 7). However, irrespective of the adopted approaches, it becomes characteristic to simplify the form referring to the shape of agricultural or industrial development, but with the use of materials inherent in typically industrial buildings and indoor farming technology. The simplicity of the shape and the repetitiveness of the solid composition of the facilities is further emphasized by their modularity and repetitiveness enforced by technology and structural systems, especially in the case of buildings belonging to one industrial network.

7. DISCUSSION

The chronological analysis of changes to methodology of the location-selection process and the shaping of the body of mixed-use urban farm buildings reveals that, while in the case of the site plan itself, a certain functional model optimal for the commercial nature of the projects has already been developed, the approach to their siting is constantly evolving. There is also a clear discrepancy between the examples found in Europe and North America. The former show a tendency to combine the new function with revitalization activities permanently, both in the architectural and urban as well as the social aspects. In the case of Abattoir BIGH, agriculture became the first stage and catalyst of a process of transformation of the former urban slaughterhouse site with its neighbouring areas (Kleszcz, 2022), while in the case of Paris *Nature Urbaine*, the transformation of the Paris

Expo Porte de Versailles exhibition and conference site between Paris and Issy-les-Moulineaux as part of Les Parisculteurs. Despite the relatively small number of examined facilities in the case of American conditions (12), after analysing the two largest networks of urban farming and all their developments, it is already possible to speak of a visible development trend. This has evolved from the adaptation and expansion of facilities in inner-city areas, towards linking the new function to industrial districts. According to the author, future research should focus on the observation of this trend.

The analysis of the plans of the individual buildings and their relationship to the urban context showed a progressive and far-reaching simplification of both the form itself, through the development of a structural model repeated in successive projects, to the increasingly poor urban context of the chosen locations. The American examples in particular, which were based on the possibility of using rooftop spaces in inner cities, have in successive stages moved into the areas of industrial districts until solutions without actual neighbourhoods have been achieved. Therefore, a critical approach should be taken to the actual possibilities of the function in question to influence complex spatial revitalization measures. For a full assessment of the phenomenon it becomes important to monitor the entire process, evaluating both the planned activities and the phenomena emerging spontaneously in connection with a change in the structure and quality of space in a given area.

The analysis of spatial factors so far seems to favour solutions that are the most individualized and therefore require relatively more time and money, which may contribute to limiting its impact on urban space.

Another issue relevant to the function of commercial rooftop farms as one of the buildings or mixed-use complexes is the profitability of the farming carried out. In the case of IRGs (IRG = integrated rooftop greenhouses), the demand for electricity is very high (Caputo et al., 2017), with an impact on the price of the products. Hence the use in the analysed examples of a partial or total supply of renewable energy, most often in the form of roof-mounted PV panels. What remains open is the question of the cost-effectiveness of such a solution, as does the possible conflict between locating greenhouses and PV panels on the most favourable parts of roofs, when both resources — energy and food — are essential for people to live in cities (Montero et al, 2017).

The conducted study did not confirm previous conclusions regarding the preferred positioning of

urban rooftop greenhouses in relation to the sides of the world. In the case of this feature, the analysed examples showed a high degree of randomness, despite being located at a similar latitude.

The problem of shading, already signalled in sources (Montero et al., 2017, pp. 85–86), has so far been considered to arise from more restrictive urban building codes. Indeed, to date, the implementation of enclosed rooftop farm facilities has been subject to building regulations and local planning laws that have generally not taken into account the requirements of the new function. The plurality of examples already completed shows that the stage has been reached to start planning for creating new planning guidelines and building regulations that take into account the specificity of urban agricultural production in a new context — not only the technical requirements, but also the potential for further urban development when the right circumstances for its introduction are created.

Due to the location specificity, an important factor in estimating the development potential of commercial rooftop farms becomes a transport analysis within the assumed zone of availability of agricultural production, related to the extent of redistribution of grown food. In most of the analysed examples, this does not involve long- and medium-distance transport, mainly by car, but with the use of environmentally friendly means of transport (e.g., cycling). The literature analysed so far has not focused on this problem, giving guidelines and assumptions in general rather than suggesting a specific model for dealing with the provision of rooftop glasshouses in cities (Gorgolewski, Straka, 2017, p. 124).

CONCLUSIONS

The analysis of the fourteen projects that combine commercial use with embedded agriculture allowed for the determination of a number of parameters conditioning the proper selection of the location and functional system of the developed structures. It has also identified a number of features of the original industrial building, which make it suitable for functional conversion and expansion for adaptation to urban agriculture under the given conditions. This does not exhaust the subject, especially in the case of further technological developments in greenhouse agriculture, which it is hoped will increase the adaptability of further buildings.

Urban agriculture, as one component of mixed-use facilities, more often than fulfils not only subsistence purposes (increasing access to fresh food in the city), but also social ones, providing a place for

learning, recreation, meetings, as well as acting as a partially accessible urban green space.

The research has identified a number of distinctive features of mixed-use buildings, which have been created through a connection with urban rooftop greenhouse agriculture.

8.1. Structure

The research identified three basic directions for selecting the location of facilities in the urban structure, differing in both scale and density of development and the potential for building social relations in the space.

8.2. Land-use planning

Among the main factors determining land use are currently, first and foremost, the guidelines of the local planning codes, conditioning the presence of certain functions, especially those potentially noxious, which include industrial cultivation. It is also the determination of the parameters of the development itself, including urban planning parameters such as development intensity or height. For the time being, there are still no regulations that impose the need for development to be designed in such a way that urban agriculture can be introduced freely in successive phases. Only Toronto has legislation to facilitate the whole process, through the implementation of a local Green Roof Bylaw, mandating the creation of green roofs for buildings with a floor area of more than 2,000 m², as a method to reduce rainwater run-off from roofs.

In the case of implementing agriculture, it is important to maintain the most favourable insulation and ventilation parameters, hence the analysis of the urban context in terms of shading from neighbouring buildings as well as obscuring the surrounding buildings becomes imperative.

8.3. Architecture

In the case of the building itself, significant selection factors depend on the genesis of the parent structure. While allowing for the adaptation of existing industrial or post-industrial buildings, or the stepwise development of newly designed facilities, a number of considerably diverse factors should be taken into account, a number of factors that vary considerably, from their location, to the way in which the structure is shaped, to the structural system used and the internal functional arrangements.

Simplicity is the dominant feature here. It increases the adaptability of facilities to new functions, assuming very limited interference with the internal structure of the vertical extension.

In the case of newly-built facilities, it becomes important to take into account at the design and construction stage the possibility of reconstruction of the roof section and the introduction of significant live loads, as well as the need for relatively frequent (in relation to the original, 'typical' use of the building) redevelopment and change of loads on the vertical extension with changes caused by the seasonality of production itself.

The architectural form assumed by the new function is simplified. The simplicity of the shape and the repeated character of the shape composition of the facilities is additionally emphasized by their technologically and structurally forced modularity and repeatability, especially in the case of buildings belonging to one production brand.

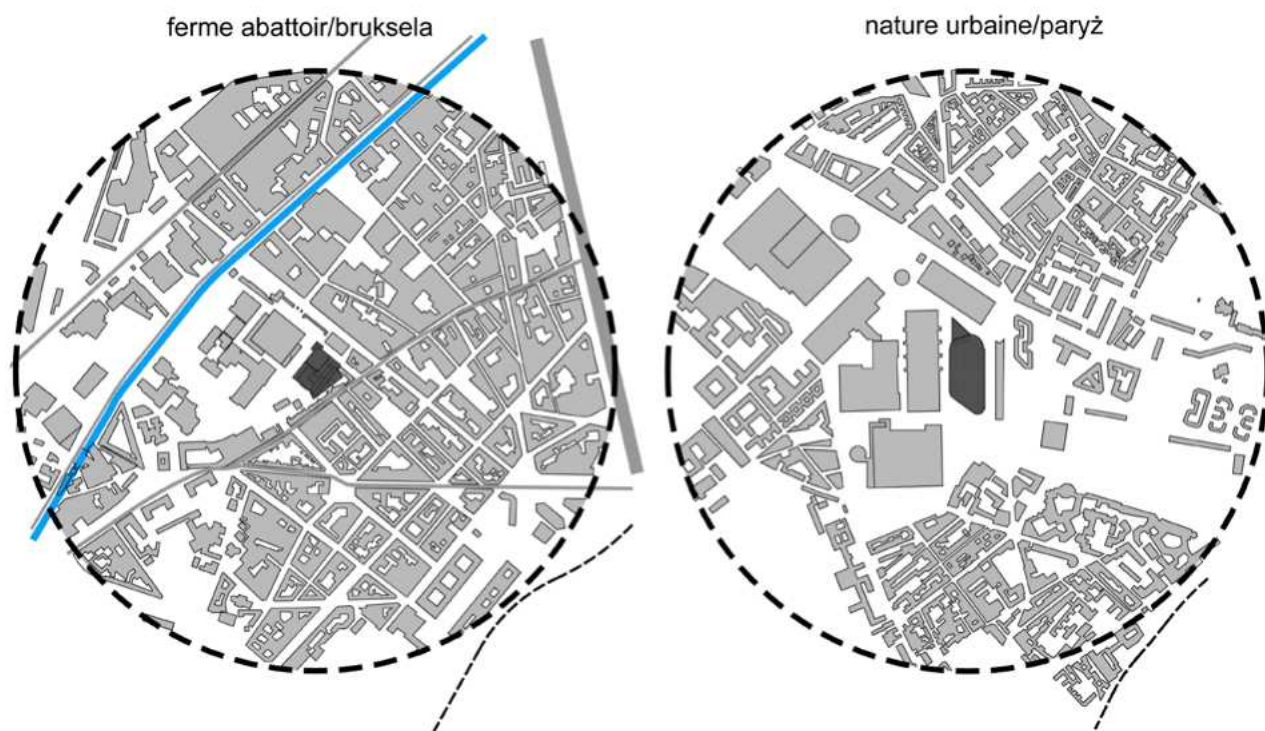
As a result, there transpires the image of structures erected on the basis of a contrast between what is 'urban' and what is 'rural' in their functional programme, yet accomplished in a non-obvious, ambiguous manifestation through the integration of industrial and rural forms.

The functional programmes of the analysed facilities testify to the consciously designed and implemented social and centre-forming roles. The urban farms, especially those located in Europe, were developed as part of the planned revitalization and

adaptation scheme for areas of great cultural importance, with a historically established role, as an idea for the preservation and use of valuable buildings with as-yet unconfirmed historic status.

The key assumption in such cases is to create a focal point for social activities, integrating the local community around the basic household. The examples prove the centre-creating role of new architecture — the designed mixed-use urban farms — will always become focal points in the efforts to reconstruct urban design. In this case, they assume the role of one of the methods of revitalizing spatially and socially degraded areas towards greater integration with the existing urban tissue.

Urban agriculture is becoming increasingly territorially linked to industry and residential development. In this respect, the analysed examples have shown the potential of perimeter spaces, located at the intersection of functional zones, as locations combining the social accessibility of a future farm with transport accessibility facilitating future distribution and providing access to adaptable industrial and storage facilities. The analysis identified a number of elements favouring the location of rooftop urban farms, as well as differences in the design of the functional programmes of the facilities depending on the assumed commercial or social objectives.



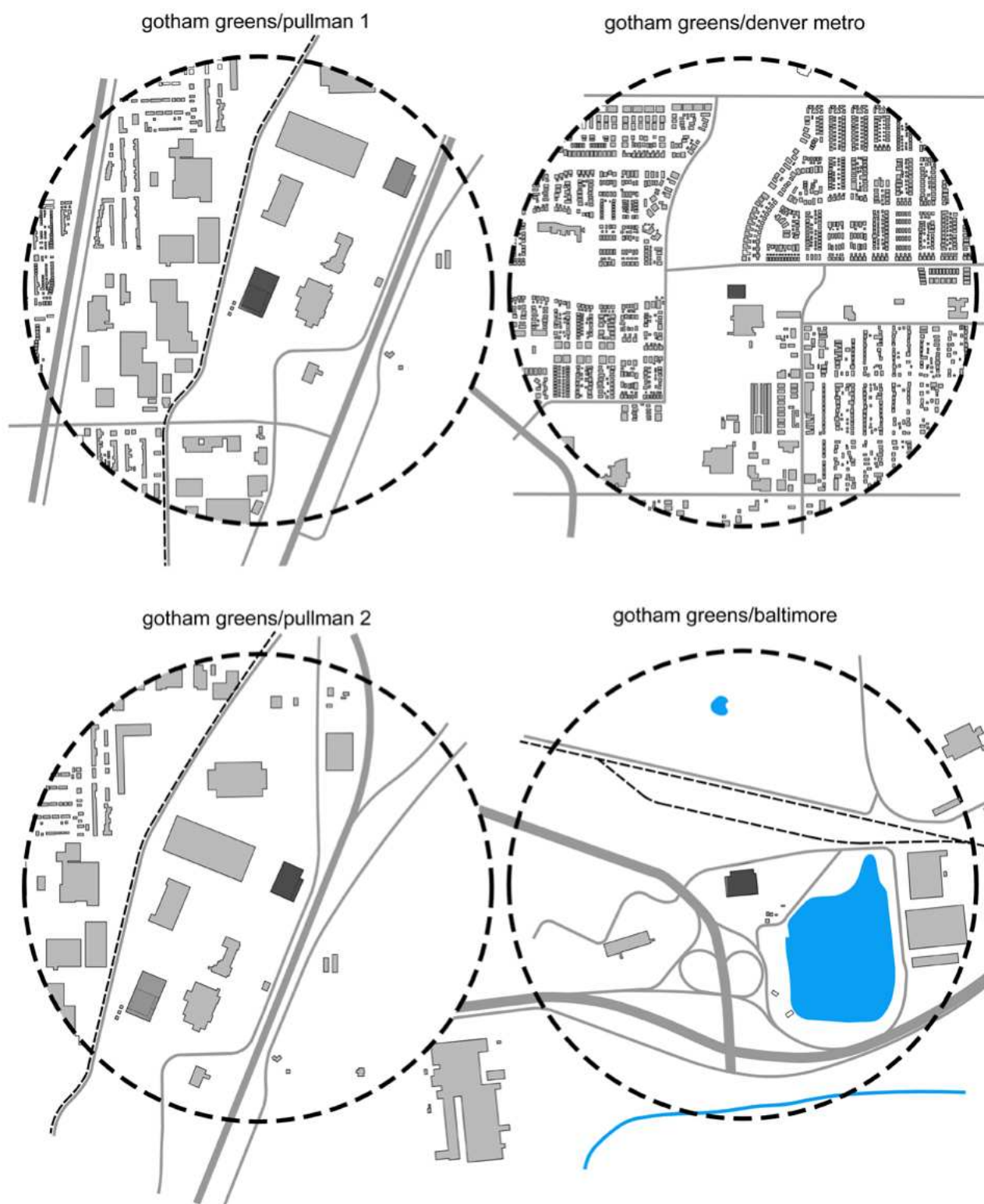
III. 1. Morphological analysis of selected facilities within a walking distance of 10 minutes. Source: original work.

II. 1. Analiza morfologiczna wybranych obiektów w zasięgu dojścia pieszego 10 minut. Źródło: opracowanie własne.



III. 2. Morphological analysis of selected Gotham Green facilities within a walking distance of 10 minutes. Source: original work.

II. 2. Analiza morfologiczna wybranych obiektów sieci Gotham Greens w zasięgu dojścia pieszego 10 minut. Źródło: opracowanie własne.



III. 3. Morphological analysis of selected Gotham Green facilities within a walking distance of 10 minutes. Source: original work.

II. 3. Analiza morfologiczna wybranych obiektów sieci Gotham Greens w zasięgu dojścia pieszego 10 minut. Źródło: opracowanie własne.



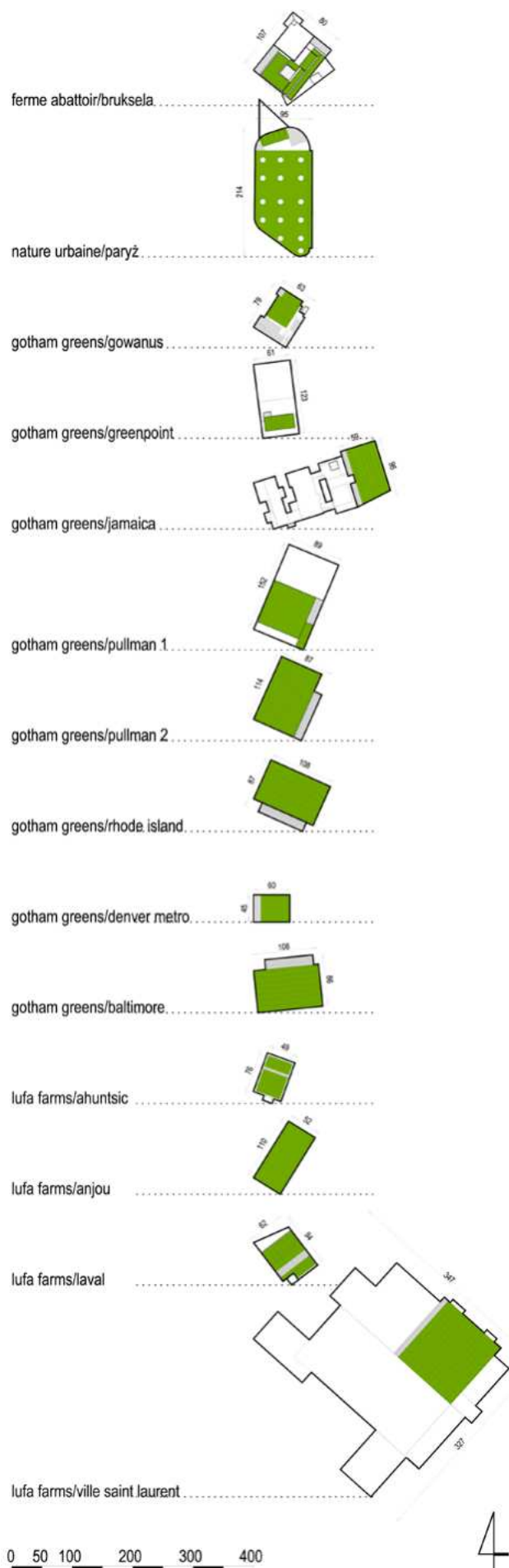
III. 4. Morphological analysis of selected Lufa Farms facilities within a walking distance of 10 minutes. Source: original work.

II. 4. Analiza morfologiczna wybranych obiektów sieci Lufa Farms w zasięgu dojścia pieszego 10 minut. Źródło: opracowanie własne.



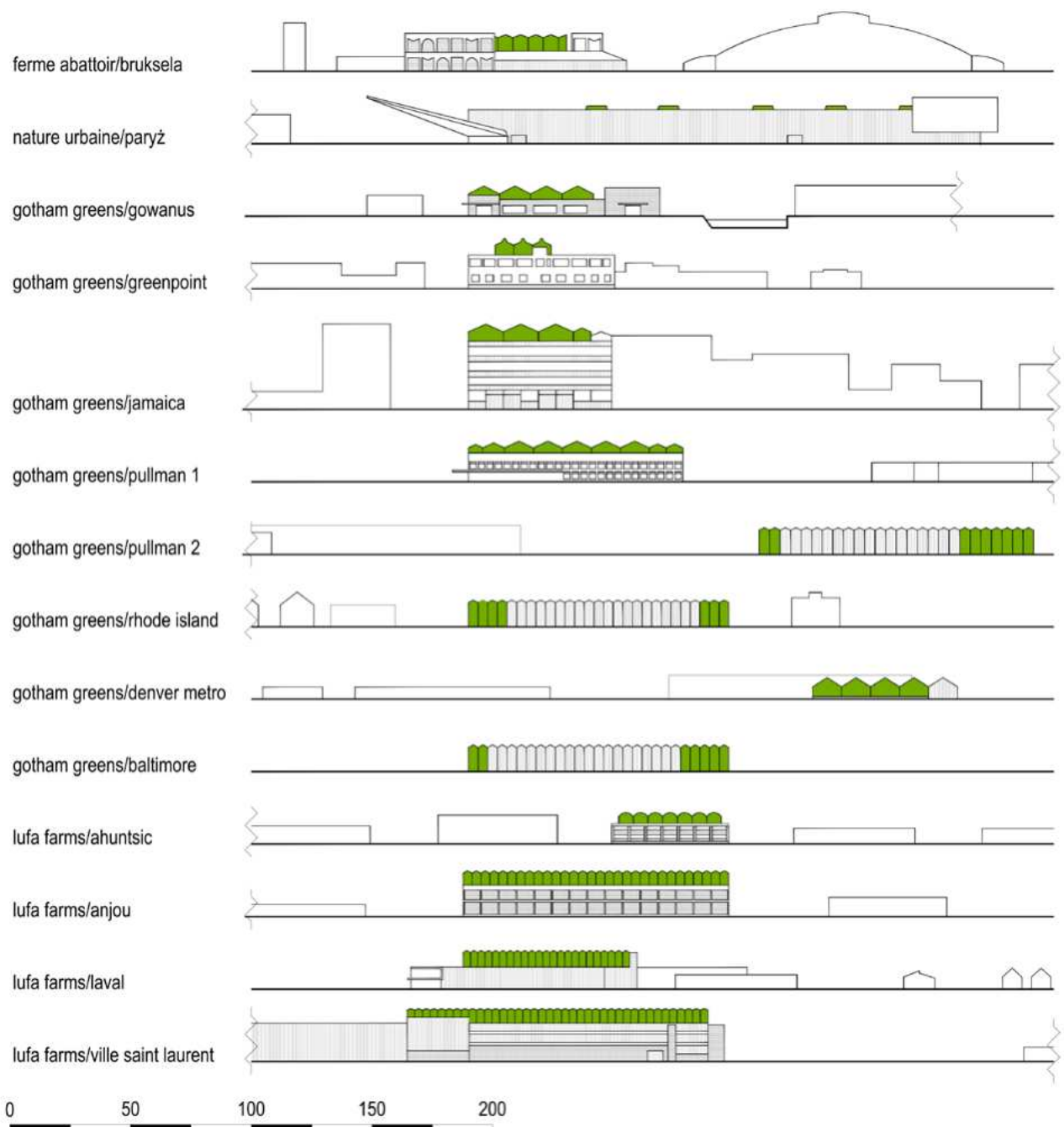
III. 5. Internal view of the craft slaughterhouse area on Ferme Abattoit in Anderlecht (on the right). Photo J. Kleszcz 2022.

II. 5. Widok z wnętrza terenu rzeźni na Ferme Abattoir w Anderlehcie (po prawej). Fot. J. Kleszcz, 2022.



III. 6. Typological analysis of selected facilities. Source: original work.

II. 6. Analiza typologiczna wybranych obiektów. Źródło: opracowanie własne.



III. 7. Characteristic views of selected facilities. The roof greenhouse element is marked in green. Source: original work.

II. 7. Charakterystyczne rozwinięcia widokowe analizowanych obiektów. Na zielono oznaczono element szklarni dachowych. Źródło: opracowanie własne.

1. WSTĘP

Miejskie rolnictwo charakteryzuje się mnogością rozwiązań i form przestrzennych. Niniejsze badania mają na celu przedstawienie jednego z modeli obecnie funkcjonujących w miastach o znacznym potencjale centrotwórczym.

Jedną z głównych tendencji w kształtowaniu współczesnych przestrzeni miejskich jest wielofunkcyjność. Jednocześnie wraz z rozrostem przestrzennym miast i oddalaniem się miejsc produkcji świeżej, niskoprzetworzonej żywności od ich centrów, coraz wyraźniej rysuje się potrzeba wprowadzania upraw w obszary śródmieść. To z kolei niesie za sobą potrzebę takiego doboru lokalizacji, aby funkcja ta zamiast dzielić, mogła integrować przestrzeń i jej użytkowników. Integracja upraw, najczęściej zamkniętych, z funkcjami towarzyszącymi i uzupełniającymi, takimi jak magazynowanie, przetwórstwo i redystrybucja stanowi logiczne uzupełnienie nowo tworzonych rozwiązań.

W ten sposób pojmowane miejskie rolnictwo, poza szeregiem korzyści, jakie daje mieszkańcom miast, środowisku oraz szeroko pojętej ekonomii miejskiej (Cáceres Clavero i in., 2005, s. 90; Hodgson i in., 2011), staje się również ważnym elementem procesu rewitalizacji obszarów najbardziej zdegradowanych dzielnic poprzemysłowych. Może więc być elementem zatrzymującym niekorzystne zjawiska społeczne i przestrzenne, dotyczące obszarów o znaczeniu historycznym dla tkanki architektonicznej i struktury urbanistycznej miasta (Szczepańska, Staszewska, 2016; Yagci, Nunes da Silva, 2021).

W niniejszym artykule podjęto próbę odpowiedzi na pytanie, czy — i jeśli tak, to dlaczego — obiekty wielofunkcyjne, obecnie powstające w znacznej większości jako adaptacja lub rozbudowa obiektów poprzemysłowych, bazujące na miejskim rolnictwie, są korzystniejsze dla całego procesu od tych, które nie zawierają tego komponentu. Jakie elementy świadczą o ich nowatorstwie oraz istotnej wartości dla miasta? Pandemia Covid-19 pokazała przecież, że zamknięte zespoły i obiekty wielofunkcyjne nie działają poprawnie w sytuacjach odbiegających od normy i warunków, dla których były projektowane (Cooke, 2021a, s. 1; 2021b, s. 6). Czy więc kolejny typ wielkopowierzchniowego obiektu wielofunkcyjnego ma szansę stać się rozwiązaniem potrzeb człowieka żyjącego w mieście?

2. PRZEGLĄD LITERATURY

Na analizowany temat składa się kilka zasadniczych problemów badawczych, które pojawiły się już w literaturze światowej jako niepołączone ze sobą

wątki. Analiza literatury została dokonana w oparciu o podział na trzy podstawowe grupy zagadnień. Są to: miejskie rolnictwo w obiektach zamkniętych, rewitalizacja obszarów poprzemysłowych oraz wielofunkcyjność obiektów architektonicznych związanych z rolnictwem. Analiza opracowań dotyczących historii miejskiego rolnictwa tam, gdzie powstały już wielofunkcyjne, zamknięte obiekty z nim związane (zarówno z produkcją, jak i redystrybucją) pozwalają wysnuć wnioski o istnieniu pewnych etapów rozwojowych tego zjawiska. Omawiane obiekty pojawiają się jako kolejny etap skomplikowania funkcjonalnego tej nowej miejskiej funkcji. Dobrze przebadana i opisana została tradycja miejskiego rolnictwa dachowego w Montrealu, Nowym Jorku czy Brukseli, aczkolwiek do tej pory najczęściej uwagi zwracano na wykorzystanie zielonych dachów i rolnictwa gruntowego (Bhatt, Farah, 2016; Bousselot i in., 2020). Wyróżnia się również pewne cechy charakterystyczne podejścia do miejskiego rolnictwa, w zależności od położenia geograficznego (de Zeeuw i in., 2017, s. 309–313), choć zdaniem Autorki, w wypadku wprowadzenia wielkopowierzchniowego miejskiego rolnictwa zamkniętego element ten przestaje mieć tak istotne znaczenie ze względu na konieczność utrzymywania sztucznych parametrów klimatu wewnątrz budynków. Jego wpływ będzie w tym przypadku wynikał bardziej z wprowadzania różnych wymogów prawnych obowiązujących w danej lokalizacji (Sanyé-Mengual i in., 2015, s. 95).

Jednocześnie w najnowszych publikacjach wyraźnie widać ugruntowanie idei autonomii żywnościowej jako formy samowystarczalności miast oraz wsparcia dla lokalnych społeczności w zakresie zrównoważonego wyżywienia oraz gospodarowania dostępną im przestrzenią w nawiązaniu do dobrze znanych już celów zrównoważenia (Giraud, 2021). Urbanistyka agrarna w ujęciu skupiającym się wyraźniej na ujęciu systemowym i potrzebie usieciowienia miejskiego rolnictwa była analizowana od początku XXI wieku (Farr, 2008; Salle, Holland, 2010), obecnie zaś wyraźnie widać próby krytycznej oceny zjawiska, również jako elementu sieciowego (Jeleński, 2020).

Jednym z globalnych trendów zapoczątkowanych około 2010 roku jest wykorzystanie powierzchni dachowej już istniejących budynków o różnych pierwotnych funkcjach w celu wprowadzenia upraw dachowych (RTF) jako zamkniętych — szklarniowych, w części przypadków uzupełnionych uprawami otwartymi (Buehler, Junge, 2016, s. 2). Najpełniejsze opracowanie w zakresie typologii miejskiego rolnictwa dachowego oraz jego historii pozwala sytuować omawiane rozwiązania w zaproponowanej klasy-

fikacji jako rozwiązania komercyjne, lecz również związane z budownictwem społecznym, jedynie wzmiankując możliwość zastosowania rozwiązań wielofunkcyjnych (Nasr, Komisar, de Zeeuw, 2017, s. 10, 15–16). Autorzy stosują w tym wypadku podział na farmy dachowe małe i średniej wielkości oraz na duże, nie określając jednak precyzyjnie zakresu wielkościowego, pozwalającego na szczegółową klasyfikację (Nasr, Komisar, de Zeeuw, 2017, s. 16–18; Appolloni i in., 2021). Część analizowanych w niniejszym artykule przykładów została jednak wymieniona jako obiekty wielkoskalowe (Lufa Farms i Gotham Greens), bez rozróżnienia na nadbudowy i budynki w całości nowo budowane (Nasr, Komisar, de Zeeuw, 2017, s. 17–18). Zasadniczo wszystkie przykłady obiektów, w których funkcja rolna jest realizowana w szklarniach dachowych o powierzchni upraw powyżej 250 m² jest w tym wypadku uznawana za technologiczne rolnictwo miejskie (Caputo, Iglesias, Rumble, 2017, s. 54–56). Coraz liczniejsze publikacje odnoszą się do kwestii rozwiązań technicznych stosowanych w wypadku zintegrowanych z budynkiem farm dachowych (iRTG) (Nadal i in., 2017), służących znaczącemu ograniczeniu ich zapotrzebowania na energię elektryczną dostarczaną z zewnątrz oraz wodę, jak również produkcję odpadów. Ma to znaczenie dla ograniczenia wpływu na środowisko miejskie poprzez wprowadzenie rozwiązań zamiennych w każdym z głównych parametrów podlegających kontroli w wypadku upraw szklarniowych, ograniczających zużycie surowców i zmniejszających wpływ na środowisko w stosunku do rozwiązań tradycyjnych: parametrów termicznych poprzez ogrzewanie lub chłodzenie, koncentracji CO₂ i innych związków chemicznych oraz efektywności zużycia surowców niezbędnych do samej budowy obiektów (Von Elsner et al., 2000; Bailey, Chalabi, 1994; Jain, Tiwari, 2002).

Prowadzone obecnie badania zajmują się poszukiwaniem wzorcowych rozwiązań technicznych i przestrzennych w środowisku doświadczalnym. Najlepiej rozpoznawalnym przykładem jest budynek badawczy ICTA-ICP w kampusie Universitat Autònoma de Barcelona w Cerdanyola, autorstwa DATAAE i HARQUITECTES (Research Center ICTA-ICP UAB, 2015), gdzie na najwyższej kondygnacji został umieszczony zespół czterech szklarni iRTG (Sanyé-Mengual et al., 2015), dostępnych bezpośrednio z komunikacji ogólnej wewnątrz budynku. Przykład ten pokazuje techniczną możliwość takiego zaprojektowania obiektu wielofunkcyjnego, aby uniknąć stosowania dodatkowych systemów ogrzewania i klimatyzacji dla części uprawnej tak zaprogramowanego zespołu (Nadal et al., 2017, s. 11; Munoz-Liesa et al., 2020). Dalsze badania wykazały możliwość jeszcze

dalej posuniętej integracji funkcjonalnej obiektów oraz stworzenie w nich formy układów o zamkniętym obiegu materii, wody i energii (Ercilla-Montserrat et al., 2017; Rieradevall, Royapoor, 2015; Balas i in., 2019; Research Center ICTA-ICP UAB, 2015). Elementy procesu projektowego dotyczące przestrzeni miejskich farm dachowych zostały w literaturze omówione jako etap procesu technologicznego, bez wyszczególnienia parametrów architektoniczno-urbanistycznych projektowanych przestrzeni. Wyjątek stanowi tu opracowanie Orsiniego (2017, s. 41–44), w którym wspomniane są dodatkowe wymagania konieczne do spełnienia przy wykorzystaniu obiektów istniejących na potrzeby miejskiego rolnictwa, takie jak zwiększona nośność konstrukcji ze względu na dodatkowe obciążenie ziemią i urządzeniami oraz zwiększone znacznie zapotrzebowanie na wodę i energię elektryczną (Caputo, Iglesias, Rumble, 2017, s. 41), choć ci sami autorzy zaznaczają też, że zastosowanie rozwiązań szklarniowych, najczęściej bezglebowych, poza aspektem zwiększenia produktywności farmy sprawia, że wymagana nośność dachów nie tylko nie jest większa, ale często jest niższa niż w przypadku typowych dachów zielonych. Jest więc możliwa do zastosowania na większej liczbie budynków. Daje również dodatkową korzyść w postaci braku naruszenia poczucia prywatności okolicznych mieszkańców. O problemie prywatności w wypadku upraw otwartych, nieosłoniętych, które usytuowane powyżej okolicznej zabudowy, dają niekontrolowany wgląd w okoliczną zabudowę, pisał Silvio Caputo ze współautorami (Caputo, Iglesias, Rumble, 2017, s. 55). Porównawcza symulacja kosztów budowy dla farm europejskich wykazała znacząco niższy koszt budowy rozwiązań szklarniowych dla farm wielkopowierzchniowych, w porównaniu z budową farm gruntowych (Caputo, Iglesias, Rumble, 2017, s. 46; Jing, Hastings, Guo, 2020, s. 7). Przy powierzchni upraw większej niż 70 m², w każdym z wariantów stosowanych rozwiązań technologicznych, montaż szklarni dachowej jest rozwiązaniem najtańszym z możliwych do zastosowania, w wypadku przekształceń budynków istniejących. Badania dotyczące analizy porównawczej efektywności różnych form rolnictwa dachowego względem poniesionych kosztów jednoznacznie wskazują na wyższość rozwiązań szklarniowych (Harada, Whilow, 2020).

Część badaczy podjęła próbę określenia najkorzystniejszych parametrów lokalizacyjnych analizowanego typu farm, w tym preferowanego sytuowania względem stron świata (Montero et al., 2017, s. 84; Castilla, 2005, s. 462), a także problemu zacieniania przestrzeni szklarniowych. Analizowany był również kształt samego budynku oraz

najkorzystniejsze do zastosowania materiały elewacyjne (Montero i in., 2017).

Żadne ze źródeł nie omawia możliwości wykorzystania dachowego rolnictwa szklarniowego jako elementu procesu rewitalizacji rozumianej wielopłaszczyznowo, zarówno w skali architektonicznej, jak i urbanistycznej. Obecnie podejmowane próby stworzenia narzędzi do oceny przydatności obiektów na potrzeby lokalizowania RTGs skupiają się na aspekcie technicznym i prawnym całego procesu, bez szerszej analizy czynników społecznych czy kulturowych, stąd też w pierwszej kolejności próba wykorzystania na potrzeby rolnictwa wbudowanego terenów parków przemysłowych i baz logistycznych (Sanyé-Mengual i in., 2015). Jedyne wzmiankowanie w tym zakresie jest oparte na wytycznych planistycznych Nowego Jorku (NYC Urban Agriculture, n.d.) i podkreśla znaczenie podstawowych parametrów nadbudowywanych szklarni, takich jak: wysokość, proporcje, transparentność i odległość od granicy budynku dla ich roli w promocji miejskiego rolnictwa, alternatywnego systemu żywienia miast oraz potencjału do przyjmowania roli obiektów ikonicznych (Caputo, Iglesias, Rumble, 2017, s. 56).

Obecnie prowadzone są również badania nad innymi niż omawiane w artykule, możliwymi związkami funkcjonalnymi miejskiego rolnictwa oraz zamieszkania (Procaccini, Monticelli, 2021, s. 137), produkcji przemysłowej, handlu czy edukacji (Nasr, Komisar, de Zeeuw, 2017, s. 9–26). Bogaty przegląd literatury pozwala na stwierdzenie znacznego zwiększenia liczby i zakresu tematycznego badań nad miejskim rolnictwem jako rozwiązaniem wielu problemów, z którymi będą borykać się miasta przyszłości. Kierunkiem, który obecnie pojawia się w rozważaniach, jest również adaptacja istniejących obiektów budowlanych do nowych warunków użytkowania (*eng. adaptive reuse*), łącząca coraz ściślej tworzenie miejskiego rolnictwa, w tym dachowego, z celami zrównowazania (Negrello, 2018; Jones, Franck, 2019).

Farmy stanowiące obiekty niniejszych badań zostały już wzmiankowane w literaturze, jednak nigdy wyłącznie w kontekście ich znaczenia w procesie rewitalizacji i zmieniającej się pod ich wpływem struktury urbanistycznej. Analizy jednostkowe dotyczyły zwłaszcza farm sieci Gotham Greens (Puri, Komisar, 2017, s. 338–341) oraz Lufa Farms (Nasr, Komisar, de Zeeuw, 2017, s. 17). Analizowane w niniejszych badaniach obiekty stały się przykładami ilustrującymi zasady łączenia rolnictwa dachowego z miejską infrastrukturą społeczną i techniczną (Gorgolewski, Straka, 2017) oraz

wyznaczania podstaw dla tworzenia wytycznych projektowych związanych z doбором systemów przestrzennych i ich parametrów dla uzyskania możliwie najefektywniejszych rozwiązań (Caputo, Iglesias, Rumble, 2017).

3. TEZY

Niniejszy tekst ma na celu udowodnienie twierdzenia, że miejskie rolnictwo, jako jeden ze składników obiektów wielofunkcyjnych, stanowi dobre rozwiązanie dla przestrzeni i obiektów zdegradowanych, może więc stać się elementem składowym procesu przekształceń, realizujących zarówno cele bytowe (wyżywienie w mieście), jak i społeczne (w tym dostęp do zieleni). Może to stanowić rozwiązanie narastającego problemu istniejących w zabudowie śródmiejskiej przestrzeni poprzemysłowych, które ze względu na zmiany gospodarcze utraciły swoją funkcję, zachowując jednak walory urbanistyczne czy historyczne. Istnieje więc grupa obiektów poprzemysłowych, które można stosunkowo prosto adaptować do celów miejskiego rolnictwa z racji typowych dla nich parametrów konstrukcyjno-materiałowych (Ackerman, Dahlgren, Xu, 2013, s. 1–12; Sanyé-Mengual i in., 2015). Jest więc dostępna zarówno pewna grupa obiektów do zagospodarowania, jak i narastająca potrzeba wprowadzenia nowej funkcji miejskiej, mającej na celu zwiększenie możliwości samowyzwywania. Niniejszy artykuł podejmuje próbę odpowiedzi na pytanie, czym wyróżniają się budynki wielofunkcyjne, które powstały poprzez połączenie z miejskim rolnictwem szklarniowym na dachach, na tle innych obiektów wielofunkcyjnych oraz dlaczego, i w jakim zakresie, ich rola w miastach wzrasta.

Istotnym elementem badań staje się ukazanie coraz silniejszego związku pomiędzy występującymi w miastach funkcjami przemysłowymi i handlowymi a miejskim rolnictwem, jako jedną z funkcji dobrze wpisujących się w parametry istniejących obszarów przemysłowych. Pozwoli to określić wytyczne dla doboru lokalizacji oraz programu funkcjonalnego nowo tworzonych obiektów w tkance miejskiej na obszarach przemysłowych.

W związku z tym zdefiniowano zadania szczegółowe, w tym:

- określenie charakterystycznych cech lokalizacyjnych analizowanych obiektów;
- określenie typologii analizowanych rozwiązań jako elementu miejskiego rolnictwa w skali pojedynczego obiektu oraz powiązań ogólnomiejskich;
- określenie powiązań funkcjonalnych i funkcji uzupełniających właściwych miejskim farmom

wielofunkcyjnym;

- zbadanie kontekstu, w jakim powstają miejskie farmy wielofunkcyjne w ujęciu planistycznym, urbanistycznym i architektonicznym, dzięki analizie składowych owego kontekstu oraz sposobu, w jaki (jeśli w ogóle) ów kontekst wpływa na przyjmowaną przez obiekty formę architektoniczną.

4. MATERIAŁY

Do analizy wybrano obiekty wielofunkcyjne z funkcją miejskiego rolnictwa realizowaną w obiektach zamkniętych, łączące funkcje komercyjne różnego typu z miejskim rolnictwem dachowym. Wybrane obiekty spełniają kryteria:

- lokalizacyjne — położenie w strukturach miejskich;

- funkcjonalne — funkcja rolna jako dominująca;
- strukturalne — funkcja rolna wprowadzona w wyniku rozbudowy obiektów istniejących o funkcji produkcyjno-magazynowej, handlowej lub ekspozycyjnej.

Materiały do badań zostały pozyskane w wyniku wizji lokalnych, analizowano również materiały projektowe i eksploatacyjne obiektów udostępnione przez aktualnych użytkowników i właścicieli, biura projektowe oraz materiały prasowe, dostępne również po części na stronach internetowych firm i projektantów oraz na portalach branżowych. Część z nich była publikowana na stronach rządowych i samorządowych, związanych z uzyskiwaniem pozwolenia za budowę lub dofinansowania ze środków publicznych i udostępnianych w związku z dostępem do informacji publicznej.

Podstawowe dane metrykalne analizowanych obiektów zostały zebrane poniżej.

Tab. 1. Podstawowe dane metrykalne badanych obiektów.

Nazwa	Lokalizacja	Adres	Rok	Architekt	Właściciel	Typ własności	Źródło danych
Nature Urbaine	Paryż	2 Av. de la Prte de la Plaine, 75015 Paris, FR	2020	VALODE & PISTRE Architectes	miasto Paryż (Les Parisculteurs)	spółka miejska	(Information presse, n.d.)
Abattoir BIGH	Bruksela	Rue Ropsy Chaudron 24, 1070 Brussel, BE	2016–2018	arch. ORG Architects	Steven Beckers, Gwenn Guillaume	prywatna	(Wilkinson, T., 2018b; bouwmeester maître architecte, 2019); informacje uzyskane w wyniku bezpośredniego kontaktu z właścicielami obiektu
Lufa Farms	Ahuntsic, Montréal	201-1400 Rue Antonio-Barbeau, Montréal, QC H4N 1H5, CA	2011	brak danych	Lauren Rathmell, Mohamed Hage	prywatna	(Press room, n.d.); informacje uzyskane w wyniku bezpośredniego kontaktu z właścicielami obiektu
	Anjou	10680 Bd Parkway, Anjou, QC H1J 1R6, CA	2017	brak danych			
	Laval	Laval, Quebec H7T 2P7, CA	2013	Montoni Group + KUBO			
Lufa Farms	Ville Saint-Laurent	201-3075 Boulevard Thimens, Saint-Laurent, Quebec H4R 1Y2, CA	2020	brak danych			

Nazwa	Lokalizacja	Adres	Rok	Architekt	Właściciel	Typ własności	Źródło danych
Gotham Greens	Greenpoint na Brooklynie	810 Humboldt St, Brooklyn, New York 11222, USA	2011	Giuseppe Rosario Anzalone	Viraj Puri, Nick Haley, Jenn Nelkin	prywatna	(Pierotti, 2017; (Gotham Greens, n.d.); informacje uzyskane w wyniku bezpośredniego kontaktu z właścicielami obiektu
	Gowanus na Brooklynie	214 3rd St, Brooklyn, New York 11215, USA	2013	BL Companies			
	Jamaica w Queens	184-60 Jamaica Ave, Jamaica, New York 11423, USA	2015	brak danych			
	Pullman 1 w Chicago	720 E 111th St, Chicago, IL 60628, USA	2015	William McDonough + Partners; Collaborator Heitman Architects Incorporated			
	Pullman 2 w Chicago	10636 S Woodlawn Ave, Chicago, IL 60628, USA	2019	brak danych			
	Rhode Island w Providence	555 Harris Ave, Providence, RI 02909, Nowa Anglia, USA	2019	brak danych			
	Baltimore w Maryland	2003 Reservoir Rd, Sparrows Point, MD 21219, USA	2019	brak danych			
	Denver Metro w Colorado	2503 Dallas St, Aurora, CO 80010, USA	2020	brak danych			

Źródło: opracowanie własne.

5. METODY

W badaniach wykorzystano metodę mieszaną — studium przypadków wielokrotnych oraz badania jakościowe i po części historyczno-interpretacyjne, skupiające się głównie wokół badań typologicznych. Wyniki analizy porównawczej, wykonanej zgodnie z przyjętym zestawem parametrów charakteryzujących obiekty budowlane w skali urbanistycznej i architektonicznej, zostały przedstawione szczegółowo w dalszej części artykułu. Badania jakościowe, w tym wypadku, umożliwiają porównanie podstawowych parametrów i cech przestrzeni istniejącej oraz jej waloryzację i sformułowanie ogólnych tendencji w projektowaniu analizowanego typu obiektów i funkcji (Groat, Wang, 2013, s. 215–218).

Metoda badań mieszanych, historyczno-interpretacyjnych (Niezabitowska, 2014, s. 159–160), związana była z analizą studium przypadku i obejmowała zbieranie oraz archiwizowanie danych historycznych, zarówno empirycznych (pozyskanych w wyniku przeprowadzonych w sierpniu 2022 roku badań terenowych), jak i archiwalnych, ich porządkowanie i ocenę.

Badania przeprowadzono na obiektach zrealizowanych w latach 2010–2020. Dolną cezurę czasową stanowi data podjęcia prac projektowych nad pierwszymi komercyjnymi dachowymi farmami szklarniowymi na świecie. Finalnie do analizy wybrano wszystkie 14 obiektów, które zostały zrealizowane w zadanym okresie i spełniały łącznie szereg cech — powstały jako farmy miejskie,

komercyjne, dachowe, prowadzące uprawy szklarniowe różnego typu.

Analiza została przeprowadzona z uwzględnieniem skali urbanistycznej i architektonicznej, przy czym jako największy zakres analiz przyjęto zasięg 15-minutowego dojścia pieszego. Analiza danych liczbowych (w tym powierzchniowych) oraz występowania elementów, zgodnie z przyjętymi podziałami typologicznymi i systematycz-

nymi, związanymi z miejskim rolnictwem w każdej ze wspomnianych skal, została uzupełniona analizą morfologiczną struktur miejskich, w których dany obiekt jest zlokalizowany. Przyjęta metodologia jest zwyczajowo stosowana w badaniach architektonicznych i historycznych.

W celu realizacji zadań szczegółowych opracowano stosowne zestawienia danych w formie tabelarycznej.

Tab. 2. Zestawienie szczegółowych celów badawczych i zadań je realizujących wraz z odniesieniem do zestawień tabelarycznych zamieszczonych w tekście.

Zadanie badawcze	Element analizowany	Numer tabeli
Określenie charakterystycznych cech lokalizacyjnych	– struktura morfologiczna poszczególnych lokalizacji; – analiza funkcjonalna otoczenia; – analiza charakterystycznych parametrów fizycznych otaczającej zabudowy (wysokość, gęstość zabudowy); – analiza sieci dystrybucji i struktury upraw	6, 7
Określenie typologii analizowanych rozwiązań	– analiza skali oddziaływania funkcji rolnej; – analiza rodzajów stosowanych upraw zgodnych z ogólną typologią miejskiego rolnictwa; – analiza sposobu dystrybucji upraw; – analiza rodzaju wykorzystanej w projekcie przestrzeni, ze względu na poziom ponownego wykorzystania przestrzeni zabudowanej	4
Określenie powiązań funkcjonalnych i funkcji uzupełniających	– analiza funkcjonalna obiektu	5
Analiza kontekstu planistycznego	– analiza skali oddziaływania funkcji rolnej; – analiza sposobu dystrybucji upraw; – struktura morfologiczna poszczególnych lokalizacji; – analiza funkcjonalna otoczenia	4, 6
Analiza kontekstu urbanistycznego	– analiza skali oddziaływania funkcji rolnej; – analiza charakterystycznych parametrów fizycznych otaczającej zabudowy (wysokość, gęstość zabudowy); – analiza funkcjonalna otoczenia; – analiza charakterystycznych parametrów fizycznych otaczającej zabudowy (wysokość, zacienianie, gęstość zabudowy); – analiza przestrzeni społecznych i publicznych; – analiza sposobu organizacji zapotrzebowania na funkcję transportową (parkingi i zaplecze logistyczne); – analiza modelu komercyjnego funkcjonowania obiektów	4, 6, 7

Zadanie badawcze	Element analizowany	Numer tabeli
Analiza kontekstu architektonicznego	– analiza funkcjonalna obiektu; – analiza struktury obiektu; – analiza historyczna obiektu (datowanie); – analiza sposobu wykorzystania przestrzeni dachowej; – analiza technologiczna sposobu prowadzonych upraw i hodowli; – analiza typologiczna upraw; – analiza charakterystycznych parametrów zabudowy, w tym geometrii obiektu	5, 6
Analiza wpływu kontekstu na formę przyjmowanych rozwiązań	– analiza charakterystycznych parametrów zabudowy, w tym geometrii obiektu	6

Źródło: opracowanie własne.

6. WYNIKI

6.1. Parametry lokalizacyjne zamkniętych farm dachowych a właściwości tkanki miejskiej

Obecnie można obserwować wykształcenie nowego typu obiektów wielofunkcyjnych. Stanowi to odzwierciedlenie ruchu dążącego do powiązania przemysłu z elementami budującymi relacje społeczne, jak również funkcji typowej z nietypową dla miasta w ujęciu tradycyjnym.

Jak dotychczas dla bardzo niewielu miast przeprowadzono diagnozę potencjału rozwoju miejskiego rolnictwa, głównie ze względu na brak opracowanych kompleksowych kryteriów oceny (Sanyé-Mengual i in., 2015, s. 96). Pierwszym kompleksowo opracowanym i opublikowanym dokumentem był raport agencji NYSEDA (Ackerman, Dahlgren, Xu, 2013), który określił największy potencjał rozwoju miejskiego rolnictwa na obszarze Nowego Jorku w uprawach dachowych różnego typu. W samym Nowym Jorku istnieje przeszło 15,5 ha powierzchni dachowych nadających się pod uprawę, a więc spełniających szereg kryteriów wstępnych.

Do najważniejszych z wyznaczonych kryteriów należy lokalizacja na obszarach przemysłowych lub handlowych (komercyjnych), m.in. ze względu na rozwiniętą organizację komunikacyjną i infrastrukturalną. Pierwotna funkcja omawianych przestrzeni powoduje, że adaptowane obiekty mają zwykle dobrze rozwiązaną logistykę dostaw — element funkcjonalny łączący obiekt z siecią ogólnomiejską. Jest to z kolei ten element, który najczęściej niedomaga w wypadku nowo budowanych obiektów — tereny wyznaczane pod lokalizację funkcji na obszarze śródmieść w sąsiedztwie zabudowy mieszkaniowej nie

są dostosowane do ruchu największych samochodów dostawczych i dużej regularności tego ruchu, odmiennie od terenów poprzemysłowych. Powoduje to tworzenie krajobrazu „ponad” krajobrazem miejskim — jako metody na zmianę sposobu adaptowania przestrzeni i tworzenia krajobrazu kulturowego.

Istotnym elementem zachodzącej zmiany staje się włączenie funkcji rolniczej w całościowy proces rewitalizacji i ochrony dziedzictwa kulturowego. Przeanalizowane przykłady dotyczyły w większości przypadków obiektów i obszarów istotnych historycznie, w części objętych ochroną prawną (Kleszcz, 2022, s. 24–30).

Dobór obiektów przeznaczonych do adaptacji następuje również pod kątem czasu ich powstania. Wybierane są zakłady z okresu obowiązywania na danym terenie norm budowlanych zakładających możliwie najwyższe wymogi nośności konstrukcji dachowej, co upraszcza ich ewentualną adaptację do nowych celów i dociążenie produkcją roślinną. W wypadku miast amerykańskich są to obiekty powstałe w latach 1900–1970, kiedy normy budowlane zakładały wyższe niż obecnie wymogi nośności konstrukcji dachów. Drugim, częściej występującym kierunkiem, jest lokalizowanie farm na dachach obiektów współczesnych (wybudowanych po 2011), co wiąże się z uwzględnieniem możliwości nadbudowy lub wprowadzenia dodatkowych obciążeń na dachu już na etapie realizacji obiektu goszczącego. W dwóch przypadkach lokalizacja szklarni dachowych została uwzględniona w projekcie pierwotnym.

Powierzchnia dachu przekraczająca 1000 m² stanowi dolną granicę opłacalności dla produkcji komercyjnej, określonej na podstawie doświadczeń ogrodników miejskich prowadzących uprawy dachowe na obszarze Ameryki Północnej (Ackerman,

Tab. 3. Zestawienie historycznych obiektów adaptowanych w analizowanych przypadkach.

Nazwa	Lokalizacja	Obiekt adaptowany
Nature Urbaine	Paryż	pawilon nr 6, Paris Expo Porte de Versailles
Abattoir BIGH	Bruksela	NV Abattoirs et Marchés d'Anderlecht-Cureghem
Lufa Farms	Ahuntsic, Montréal	centrum dystrybucyjne
	Anjou	centrum dystrybucyjne
	Laval	zespół budynków przemysłowych, handlowych i biurowych
	Ville Saint-Laurent	centrum dystrybucyjne
Gotham Greens	Greenpoint na Brooklynie	budynek przemysłowy
	Gowanus na Brooklynie	Whole Foods Market, New York & Long Island Coignet Stone Company
	Jamaica w Queens	Ideal Toy Company
	Pullman 1 w Chicago	Method Products
	Pullman 2 w Chicago	Ryerson Steel
	Rhode Island w Providence	General Electric
	Baltimore w Maryland	Bethlehem Steel Mill w Sparrows Point
	Denver Metro w Colorado	Stanley Marketplace

Źródło: opracowanie własne.

Dahlgren, Xu, 2013, s. 25) lub 500 m² — w wypadku badań europejskich (Sanyé-Mengual i in., 2015, s. 96), o ile dach taki nie stanowi elementu większej sieci dachów „uprawnych” zlokalizowanych blisko siebie i mogących posiadać wspólne zaplecze logistyczno-administracyjne. Wszystkie farmy, z wyjątkiem przykładu paryskiego, spełniają ten wymóg. Jego odmienność wynika w tym zakresie z przyjęcia innego niż zazwyczaj modelu upraw, z zastosowaniem znacznej powierzchni upraw otwartych.

Charakterystyczna staje się lokalizacja części szklarniowej na dachach obiektów niskich i średnio-wysokich. Wysokość budynku rozbudowywanego nie powinna przekraczać 10 kondygnacji, choć nie ma jasnych wytycznych określających, powyżej jakiej wysokości warunki klimatyczne uniemożliwiają prowadzenie upraw. Obecnie brane są pod uwagę przede wszystkim obciążenie konstrukcji wiatrem oraz warunki eksploatacyjne.

Istotne jest, aby budynek goszczący nie stanowił obiektu przemysłu ciężkiego oraz aby nie były w nim produkowane elementy/substancje szkodliwe, ze względu na konieczność ochrony samych upraw

oraz pracowników przed potencjalnymi szkodliwymi skutkami przebywania na obszarze skażonym.

Stałym elementem tworzenia miejskich obiektów wielofunkcyjnych z funkcją produkcji rolnej jest próba wpisania ich w koncepcję zrównoważonego rozwoju, zwłaszcza w kwestiach ograniczenia zapotrzebowania na energię pozyskiwaną ze źródeł zewnętrznych, której to produkcja ogrodnicza w warunkach pełnego lub częściowego zautomatyzowania i upraw w całkowicie kontrolowanym środowisku będzie wymagała stale. Wszystkie opisane poniżej obiekty, już zrealizowane, zbudowano wraz z towarzyszącymi im dachowymi farmami fotowoltaicznymi, pozwalającymi w sprzyjających warunkach zabezpieczyć praktycznie całe zapotrzebowanie na energię niezbędną w procesie upraw.

Podobnie stałym elementem procesu projektowego jest uwzględnianie odzysku wody oraz wprowadzanie obiegu zamkniętego wody użytkowej w celu ograniczenia kosztów produkcji rolnej wynikających z relatywnie wysokich kosztów dostaw wody na obszarach zurbanizowanych. Poszczególne rozwiązania przyjmują odmienne strategie gospoda-

rowania wodą, od odzysku wody z upraw, prowadzenie odzysku wody szarej, wód opadowych, aż po zintegrowanie upraw z hodowlą i tworzenie upraw akwaponicznych. Strategia gospodarowania niezbędnymi mediami stała się elementem podstawowym określającym realność tworzonych miejskich upraw. Jest to również element najsilniej wiążący miejskie rolnictwo wbudowane z ideą rozwoju zrównoważonego, dając szansę na stworzenie gałęzi „zielonego” przemysłu w mieście.

Przykład Nowego Jorku pokazuje, że próba doboru lokalizacji miejskich upraw dachowych w skali ogólnomiejskiej powoduje konieczność szerszej analizy nasłonecznienia dachów, tak by zoptymalizować wybór tych miejsc, które spełniają szerszy zakres wymagań — zarówno dotyczących możliwości budowy farm ogniw fotowoltaicznych, możliwości przynajmniej częściowego naturalnego doświetlenia upraw, jak i ograniczenia negatywnego wpływu na zabudowę sąsiadującą poprzez możliwe zacienianie nadbudowanymi elementami. W Nowym Jorku odsetek dachów nadających się pod montaż paneli słonecznych sięga przeszło 66,4% (Ackerman, Dahlgren, Xu, 2013, s. 25).

Analiza morfologiczna przeprowadzona w obszarze 15-minutowego dojścia pieszego do każdego z analizowanych obiektów wykazała wyraźne wpisanie się ich w strukturę i układ otaczającej zabudowy. Pierwsze realizacje powstały w obrębie jednorodnych struktur zabudowy śródmiejskiej kwartałowej (Ferme Abattoir, Gowanus, Greenpoint) lub w obrębie wyraźnie wydzielonych pasm zabudowy przemysłowej i magazynowej, charakteryzującej się sąsiedztwem silnych barier rozwojowych dla danego typu struktury (linii kolejowych, dróg szybkiego ruchu lub rzek) (Nature Urbaine, Jamaica, Rhode Island, Denver Metro). Najnowsze realizacje zaczęły powstawać w tkance rozproszonej, bez wyraźnie określonych granic i cech struktury.

Podstawowe kierunki doboru lokalizacji zakładają wybór do celów adaptacji pojedynczych obiektów, wybudowanych na styku osiedli lub obecnie położonych wewnątrz terenów mieszkaniowych w miejscach, które w wyniku postępu procesu urbanizacji znalazły się na obszarach śródmiejskich, zamiast na ich obrzeżach, jak zakładała pierwotna lokalizacja (por. Il. 1, 2, 4). Drugi z kierunków zakłada wykorzystanie obiektów położonych w dużych zespołach zabudowy przemysłowej lub komercyjnej, zlokalizowanych na terenach o zapewnionej właściwej dla przemysłu dobrej infrastrukturze komunikacyjnej i technicznej, z rozbudowanym obszarem dostaw (por. Il. 3, 4).

6.2. Typologia

Choć analizowane obiekty przybierają podobne formy, to jednak różnią się znacznie w sposobie oddziaływania na przestrzeń miejską. Podstawowy podział prezentuje poniższa tabela.

Ze względu na zakres oddziaływania na strukturę miejskie, stosowane rozwiązania nie tworzą rozbudowanej sieci widomych powiązań handlowych w mieście, stanowią natomiast elementy punktowe, samodzielne, wykorzystujące zewnętrzne sieci sklepów lub tworzące własne sieci dystrybucji w formie małych punktów odbioru. Wbrew oczekiwaniom żaden z analizowanych obiektów nie wytworzył sieci powiązanych targowisk, tworząc jedynie przestrzenie w obrębie własnego terenu, a więc jednostkowe.

Bardzo rzadkie występowanie dachowych upraw gruntowych jest spowodowane głównie przez znaczną wagę warstwy ziemi (Ackerman, Dahlgren, Xu, 2013, s. 34; Caputo, Iglesias, Rumble, 2017, s. 43; Montero i in., 2017), którą należałoby umieścić na istniejących już dachach. Dlatego też większość istniejących farm wykorzystuje substraty przeznaczone dla intensywnych dachów zielonych lub uprawy prowadzone są w jednym z systemów bezglebowych, które pozwalają znacznie ograniczyć wagę nadbudowy.

Ze względu na rodzaj stosowanych upraw typowym rozwiązaniem są uprawy hydroponiczne, stosowane ze względu na łatwość montażu oraz zmniejszoną wagę. Występują one we wszystkich analizowanych obiektach. Jako uzupełnienie stosowane są również uprawy gruntowe, w formie tradycyjnej lub podniesionej, z wykorzystaniem automatycznych systemów irygacyjnych, jak również systemy aeroponiczne oraz akwaponiczne, wymagające bardziej złożonej i zdywersyfikowanej produkcji, nie nastawionej jedynie na uprawę roślin.

W znaczącej większości (oprócz jednego przypadku) analizowane obiekty stanowiły adaptację bez zmiany geometrii obiektu lub rozbudowę w pionie obiektów istniejących. Pojawiały się przykłady łączące je z przestrzeniami nowo projektowanymi na już wcześniej zagospodarowanym obszarze. Najnowszy z analizowanych przykładów (zlokalizowany w Denver Metro) stanowi krok w stronę uproszczenia procesu wznoszenia — po wykrystalizowaniu się układu funkcjonalnego i strukturalnego tego typu obiektu (wraz z określeniem optymalnych na dany moment parametrów powierzchniowych), został on wzniesiony jako obiekt w całości nowo projektowany, bez wykorzystania budynku istniejącego, ale przy zachowaniu układu przestrzennego właściwego adaptacjom.

Tab. 4. Podział typologiczny zamkniętych obiektów wielofunkcyjnych z funkcją rolną.

Legenda: ● — dana cecha występuje, ● — brak danej cechy

Wyszczególnienie			Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms					Gotham Greens						
					Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint na Brooklynie	Gowanus na Brooklynie	Jamaica w Queens	Pullman 1 w Chicago	Pullman 2 w Chicago	Rhode Island w Providence	Baltimore w Maryland	Denver Metro w Colorado
Kryterium podziału	skala / zakres oddziaływania	lokalna	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		ogólnomiejaska	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		ponadlokalna	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	sposób dystrybucji upraw	własna sieć sklepów / pojedyncze punkty	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		własna sieć targowisk / pojedyncze punkty/	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		lokalna sieć supermarketów	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		ogólnokrajowa sieć supermarketów	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	rodzaj wykorzystanej przestrzeni	adaptacja budynków istniejących	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		rozbudowa / nadbudowa budynków istniejących	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		obiekty nowo projektowane	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Źródło: opracowanie własne.

Struktura funkcjonalna analizowanych obiektów wykazuje duże zróżnicowanie w zakresie wielkości głównej funkcji uprawnej, przy czym widać stały wzrost wielkości szklarni dachowych oraz wyklarowanie wielkości 9300 m² w wypadku sieci Gotham Greens jako modułu podstawowego. Farmy sieci Lufa Farms wykazują w tym wypadku dużo większe zróżnicowanie, choć można zauważyć jeden stały trend — powierzchnia kolejnych budowanych obiektów jest coraz większa. Oprócz jednego przypadku funkcje uzupełniające stanowią administracja, zaplecze socjalne oraz strefa chłodnicza i magazynowa, związana bezpośrednio z procesem technologicznym produkcji. Brak własnego pełnego zaplecza logistycznego (oprócz jednego przypadku) wskazuje na wykorzystanie zaplecza wspólnego z budynkami

adaptowanymi i ich pierwotną funkcją. Przykłady amerykańskie mają prostsze układy funkcjonalne, uzupełniane w zależności od specyfiki lokalizacji o funkcję edukacyjną, handlową lub gastronomiczną.

Nieco inaczej kształtują się rozwiązania zastosowane w wypadkach dwóch przykładów europejskich. Są one wyraźniej zorientowane na rolę społeczno-kulturalną. Stąd też znacznie bardziej zróżnicowana struktura i mniejsza powtarzalność stosowanych rozwiązań. W rozwiązaniach części uprawnej pojawiają się droższe w wykonaniu uprawy otwarte, spełniające jednak funkcję społeczną i mające na celu zwiększenie integracji obiektu z otoczeniem. Zwiększenie obecności w życiu lokalnej społeczności zostaje również uzyskane poprzez wprowadzenie funkcji wystawienniczej, gastronomicznej oraz han-

Tab. 5. Analiza funkcjonalna wybranych obiektów.

Wyszczególnienie			Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms				Gotham Greens												
					Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint na Brooklynie	Gowanus na Brooklynie	Jamaica w Queens	Pullman 1 w Chicago	Pullman 2 w Chicago	Rhode Island w Providence	Baltimore w Maryland	Denver Metro w Colorado					
Powierzchnia [m²]	funkcja główna	uprawy wbudowane	100	2000	2880	5853	3995	15218	1400	1858	5600	7000	9300	9300	9300	2787					
		uprawy otwarte	15000	200	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
	funkcja uzupełniająca	wystawiennicza	15270	•	•	•	•	•	•	282	•	•	•	310	•	•	•				
		pomocnicza	900	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
		gastronomiczna		836	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
		handlowa	•	7000	•	n.d.	705	•	4295	4295	•	•	14657	940	1280	1280	540				
		magazyny i chłodnie	•	1870	1120			130			730	940									
		administracja	•	140																	
		socjalna	•	490				•	•	•	200	•						•	•	•	•
		przemysłowa (produkcyjna)	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•					
		edukacyjna	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•			
		logistyczna	•	•	•	•	•	•	200	•	•	•	•	•	•	•	•	•			

Źródło: opracowanie własne.

dlowej. Wielkości poszczególnych parametrów prezentuje tabela 4.

W wypadku produkcji komercyjnej typowym rozwiązaniem jest zastosowanie upraw zamknię-

tych, które powodują przyjęcie przez obiekty tej charakterystycznej formy, typowej dla obiektów przemysłowych. Daje to możliwość pełnej kontroli warunków upraw, budowę również na terenach sil-

nie zanieczyszczonych wcześniej prowadzoną na danym terenie produkcją przemysłową, przy jednoczesnej możliwości bardzo precyzyjnego określenia wielkości możliwie najbardziej zintensyfikowanej uprawy.

Zdywersyfikowaną formę upraw, o zróżnicowanym stopniu dostępności przyjmują obiekty o wyraźnie zaznaczonym społecznie charakterze. Ich rola

z założenia sięga dalej niż tylko produkcja i redystrybucja żywności. W wypadku obiektów typowo komercyjnych (jak na przykład sieci Gotham Greens oraz Lufa Farms) zdarza się jednak i tak, że ich edukacyjny charakter i częściowa dostępność pojawiają się wtórnie w wyniku zainteresowania lokalnej społeczności i eksperymentalnego charakteru samego przedsięwzięcia.

Tab. 6. Analiza wybranych obiektów w skali planistycznej, urbanistycznej i architektonicznej.

Legenda: ● — dana cecha występuje, ● — brak danej cechy

Wyszczególnienie			Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms					Gotham Greens						
					Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint na Brooklynie	Gowanus na Brooklynie	Jamaica w Queens	Pullman 1 w Chicago	Pullman 2 w Chicago	Rhode Island w Providence	Baltimore w Maryland	Denver Metro w Colorado
Urbanistyka	sąsiedztwo	dzielnica przemysłowa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		dzielnica mieszkaniowa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		granica stref funkcjonalnych	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	wysokość zabudowy sąsiadującej	brak sąsiadującej zabudowy	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		niska (do 12 m)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		średniowysoka (12–25 m)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		wysoka (powyżej 25 m)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	struktura funkcjonalna zabudowy otaczającej	mieszkaniowa jednorodzinna	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		mieszkaniowa wielorodzinna	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		mieszana mieszkaniowo-usługowa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		usługowa, handlowa i biurowa (komercyjna)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		przemysłowa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		usługowa i administracyjna (publiczna)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		komunikacyjna	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		zieleni	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	obecność zwartej zabudowy otaczającej w promieniu dojścia pieszego [15 minut]		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Wyszczególnienie			Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms				Gotham Greens								
					Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint na Brooklynie	Gowanus na Brooklynie	Jamaica w Queens	Pullman 1 w Chicago	Pullman 2 w Chicago	Rhode Island w Providence	Baltimore w Maryland	Denver Metro w Colorado	
Zagospodarowanie terenu	możliwość zacieniania zabudowy sąsiadującej		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	możliwość przesłaniania szklarni zabudową sąsiadującą		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	obecność przestrzeni społecznej (placu o funkcji handlowej)		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	parking terenowy		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	parking wbudowany		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	przemysłowa strefa dostaw		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Architektura	typ konstrukcji budynku goszczącego	żelbetowa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		stalowa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		mieszana	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	czas powstania budynku goszczącego	2011–2021	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		1980–2010	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		1946–1979	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		1900–1945	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	rola dachu	ogólnodostępny	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		przemysłowy	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	typ uprawy ze względu na rodzaj podłoża	hydroponiczne	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		akwaponiczne	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		aeroponiczne	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		gruntowe	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	typ uprawy ze względu na formę	otwarte	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		zamknięte	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	zasilanie	OZE — 100%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		OZE — częściowe	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		źródła tradycyjne	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		n.d.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Wyszczególnienie			Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms				Gotham Greens								
					Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint na Brooklynie	Gowanus na Brooklynie	Jamaica w Queens	Pullman 1 w Chicago	Pullman 2 w Chicago	Rhode Island w Providence	Baltimore w Maryland	Denver Metro w Colorado	
Architektura	ilość kondygnacji nadziemnych (budynek goszczący +szklarnia)	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		1+1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2+1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3+1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		4+1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	ilość kondygnacji podziemnych (ogółem)	0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	geometria dachu budynku goszczącego	płaski	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		szedowy	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	geometria dachu części nadbudowywanej (szklarni)	koleba	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		szedowy	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		dwuspadowy	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		inny	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Funkcja	rolna	farma dachowa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		szklarnia	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		hodowla ryb	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		grządki podniesione	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		inne formy otwarte	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	gastronomiczna	restauracja (farm-to-table)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	przemysłowa	sprzedaż detaliczna	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		sprzedaż hurtowa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		dystrybucja	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
przetwórstwo spożywcze		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

Wyszczególnienie			Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms				Gotham Greens							
					Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint na Brooklynie	Gowanus na Brooklynie	Jamaica w Queens	Pullman 1 w Chicago	Pullman 2 w Chicago	Rhode Island w Providence	Baltimore w Maryland	Denver Metro w Colorado
Funkcja	administracyjna	zaplecze administracyjno-socjalne	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	edukacyjna	szkolenia/ seminaria	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		konferencje	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		warsztaty	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		przestrzeń ekspozycyjne	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	techniczno-gospodarcza	zaplecze socjalne pracowników	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		toalety	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		magazyny	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		strefa dostaw	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		ekspedycja	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	komunikacja		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Źródło: opracowanie własne.

Wszystkie analizowane obiekty zostały wybudowane w dawnych lub nadal funkcjonujących dzielnicach przemysłowych, mieszkaniowych, a najczęściej na granicy obydwu stref. Lokalizacje znajdują się więc na obszarze historycznych terenów podmiejskich, obecnie jednak zaliczanych do śródmieść. Ich pierwotnym przeznaczeniem była lokalizacja przemysłu. Jest to konsekwencja dostępności obiektów o parametrach technicznych spełniających wymagania, relatywnie niskiej ceny oraz możliwości bezpośredniego połączenia z odbiorcą produkcji — mieszkańcem danego miasta. Otaczająca zabudowa jest niska lub średniowysoka, co odpowiada wysokości budynków analizowanych. Nie stanowią więc one dominanty wysokościowej, lecz jedynie formalną, ze względu na swą nietypową formę architektoniczną, stanowiącą połączenie architektury przemysłowej z transparentnymi budynkami szklarniowymi w każdym z analizowanych przypadków.

Analizowane obiekty wielofunkcyjne wymagają obecności parkingów, których różna wielkość zależy od funkcji towarzyszących uprawom. Potrzeba ta jest realizowana w postaci parkingów terenowych. Jedyne jeden z omawianych przykładów posiada parking wbudowany, jednak wynika to nie z wymagań farmy, lecz z obecności takowego jako elementu budynku goszczącego. Istotnym elementem zagospodarowania terenu jest, w wypadku każdego z obiektów, obecność strefy dostaw właściwej obiektom przemysłowym, w większości przypadków wykorzystywane jest jednak zaplecze istniejące.

Analiza potwierdziła określone w literaturze typy konstrukcji budynków wykorzystywanych jako podstawa do zakładania farm dachowych. Jest to konstrukcja żelbetowa, stalowa lub posiadająca elementy obu typów. Jedyne cztery farmy powstały na budynkach pochodzących sprzed 1980 roku, w tym jedynie dwa w zespołach obiektów historycznych,

prawnie chronionych (Abattoir BIGH i Gowanus). Nie potwierdziło to założeń znanych z literatury o najkorzystniejszych (a więc najchętniej adaptowanych) właściwościach obiektów z lat 1945–1979.

Jedynie przykłady europejskie zostały wyposażone w dachy ogólnodostępne, co wiąże się z wprowadzeniem na nich upraw otwartych o charakterze społecznym. Zwiększenie dostępu do zieleni publicznej umożliwiającej kontakt bezpośredni związane jest jedynie z tą formą upraw. W wypadku IRG dostęp ogranicza się jedynie do kontaktu wizualnego z zielenią, co wynika w głównej mierze z konieczności zachowania ściśle kontrolowanego środowiska upraw i ich komercyjnego charakteru. Rozwiązania odmienne odnaleźć można w farmach o bardziej społecznym charakterze, jak analizowane tutaj Abattoir BIGH w Anderlechtcie i Nature Urbaine w Paryżu, ale też La Cité Maraîchère w Romainville czy Agrotopia w Roeselare. Ocena stopnia dostępności społecznej upraw jest w tym wypadku

w zasadzie niemożliwa w sposób konwencjonalny, poprzez ocenę dostępnej powierzchni zieleni, a jedynie poprzez liniową długość dostępnej trasy spacerowej wzdłuż fizycznie niedostępnych szklarni.

Zastosowane rozwiązania techniczne preferują uprawy hydroponiczne, ponownie — jedynie przykłady europejskie wykorzystują inne rozwiązania technologiczne upraw, będąc jednocześnie mniej nastawione na wykorzystanie OZE w realizacji całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą.

Charakterystycznym elementem bryły adaptowanych budynków jest posiadanie przez nie dachów płaskich w wypadku nadbudów. Obiekty rozbudowywane „w poziomie” preferują dachy szedowe. Forma tworzonych szklarni jest typowa dla rozwiązań samodzielnych szklarni wielkopowierzchniowych. Preferowana więc jest geometria dachów dwuspadowych lub szedowych, powielana również na części budynku o innej funkcji.

Tab. 7. Analiza wybranych obiektów zgodnie z przyjętym modelem funkcjonowania.

Wyszczególnienie		Nature Urbaine, Paryż	Abattoir BIGH, Bruksela	Lufa Farms					Gotham Greens						
				Ahuntsic, Montréal	Anjou	Laval	Ville Saint-Laurent	Greenpoint na Brooklynie	Gowanus na Brooklynie	Jamaica w Queens	Pullman 1 w Chicago	Pullman 2 w Chicago	Rhode Island w Providence	Baltimore w Maryland	Denver Metro w Colorado
Model funkcjonowania	lokalne centrum	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	działki prywatne	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	lokalne przetwórstwo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	produkcja „przemysłowa”	sprzedaż na miejscu	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		sprzedaż poprzez własną sieć dystrybucyjną	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		dowóz do klienta	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		dowóz do punktów odbioru	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	dostawy do odbiorców hurtowych (sklepy, restauracje)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Źródło: opracowanie własne.

W każdym z analizowanych przypadków w odniesieniu do budynku goszczącego wybór padał na obiekty o zwartej bryle na planie prostokąta, który powoduje, że wewnętrzny układ konstrukcyjny charakteryzuje się wyraźną modułowością. Zwiększa to jego możliwości adaptacyjne do nowych funkcji, zakładając bardzo ograniczoną ingerencję w wewnętrzną strukturę funkcji nadbudowywanej.

Najistotniejszym z czynników kształtowania wnętrza budynku są dopuszczalne obciążenia konstrukcji dachowej i/lub możliwość przebudowy dachu bez konieczności ingerencji w wewnętrzną strukturę obiektu istniejącego, z możliwością dobudowy zewnętrznych lub wewnętrznych ciągów komunikacyjnych (osobowych oraz technologicznych) służących niezależnej obsłudze z poziomu terenu bez naruszania ciągłości funkcji pierwotnej. Tylko w nielicznych przypadkach (np. *Nature Urbaine*) zdecydowano się na połączenie funkcji w spójną całość.

Budowa formy architektonicznej w wypadku analizowanych obiektów przebiega dwutorowo. W części przypadków przyjmowana jest zasada spójności formalnej z budynkami goszczącymi lub kontrastu — jako metody na budowanie formy (mimetyzm lub kontrast formalny i materiałowy) (por. Il. 7). Niezależnie jednak od przyjętych dróg postępowania, charakterystyczne staje się uproszczenie formy nawiązującej do kształtu zabudowy rolniczej lub przemysłowej, ale z wykorzystaniem materiałów właściwych dla zabudowy typowo przemysłowej oraz z technologii upraw zamkniętych. Prostota kształtu i powtarzalność kompozycji bryłowej obiektów jest dodatkowo podkreślona przez ich wymuszoną technologicznie i konstrukcyjnie modułowość i powtarzalność, zwłaszcza w wypadku budynków należących do jednej sieci produkcyjnej.

7. DYSKUSJA

Analiza chronologiczna zmian w sposobie doboru lokalizacji i kształtowania bryły budynków farm wielofunkcyjnych wykazuje, że o ile w wypadku samego planu obiektu wypracowany już został model funkcjonalny optymalny ze względu na komercyjny charakter przedsięwzięć, o tyle ciągłej ewolucji ulega podejście do ich lokalizacji. Wyraźnie widać tu również rozdzwiek pomiędzy realizacjami z terenu Europy i Ameryki Północnej. Te pierwsze wykazują tendencję do trwałego łączenia nowej funkcji z działaniami rewitalizacyjnymi, zarówno w płaszczyźnie architektoniczno-urbanistycznej, jak i społecznej. W wypadku Abattoir BIGH funkcja rolnicza stała się pierwszym

etapem i katalizatorem procesu przekształceń terenu dawnej rzeźni miejskiej wraz z terenami sąsiadującymi (Kleszcz, 2022), zaś w wypadku paryskiego *Nature Urbaine* — przekształceń terenu wystawieniczo-konferencyjnego Paris Expo Porte de Versailles pomiędzy Paryżem a Issy-les-Moulineaux w ramach programu Les Parisculteurs. Mimo relatywnie niewielkiej ilości przebadanych obiektów w wypadku warunków amerykańskich (12), po przeanalizowaniu dwóch największych sieci miejskiego rolnictwa oraz wszystkich ich realizacji, można mówić już o widocznej tendencji rozwojowej. Ewoluowała ona od adaptacji i rozbudowy obiektów w obszarach śródmiejskich w kierunku powiązania nowej funkcji z dzielnicami przemysłowymi. Przyszłe badania powinny według Autorki skupić się na obserwacji tego trendu.

Przedstawiona analiza planów poszczególnych obiektów oraz ich powiązań z kontekstem miejskim wykazała postępujące, daleko idące uproszczenie od samej formy, poprzez wypracowanie modelu strukturalnego powtarzanego w kolejnych realizacjach, aż po coraz uboższy kontekst urbanistyczny wybieranych lokalizacji. Zwłaszcza przykłady amerykańskie, powstałe w oparciu o możliwość wykorzystania przestrzeni dachowych w śródmieściach, w kolejnych etapach przeniosły się w obszary dzielnic przemysłowych, aż do uzyskania rozwiązań pozbawionych faktycznego sąsiedztwa. Stąd też należy podejść krytycznie do faktycznych możliwości wpływu omawianej funkcji na kompleksowe działania rewitalizacyjne w przestrzeni. Dla pełnej oceny zjawiska istotne staje się monitorowanie całego procesu, ewaluacja zarówno działań zaplanowanych, jak i zjawisk pojawiających się spontanicznie w związku ze zmianą struktury i jakości przestrzeni na danym obszarze.

Analiza czynników przestrzennych, jak na razie, wydaje się sprzyjać rozwiązaniom najsilniej zindywidualizowanym, a więc wymagającym relatywnie większych nakładów czasowych i finansowych, co może przyczynić się do ograniczenia wpływu nowej funkcji na zmiany w miastach.

Kolejną kwestią istotną dla funkcjonowania komercyjnych farm dachowych, stanowiących jedną z funkcji obiektów lub zespołów wielofunkcyjnych, jest opłacalność prowadzonych upraw. W wypadku IRG (integrated rooftop greenhouses — zintegrowane szklarnie dachowe) zapotrzebowanie na energię elektryczną jest bardzo duże (Caputo, Iglesias, Rumble, 2017), co ma wpływ na cenę produktów. Stąd też stosowanie w analizowanych przykładach częściowego lub całkowitego zasilania energią odnawialną, najczęściej w postaci

paneli fotowoltaicznych montowanych na dachach. Otwarta pozostaje kwestia opłacalności takiego rozwiązania i możliwy konflikt — pomiędzy potrzebą lokalizowania szklarni i paneli fotowoltaicznych — o najkorzystniej sytuowane fragmenty dachów w sytuacji, gdy oba zasoby, zarówno energia, jak i żywność, są niezbędne dla funkcjonowania ludzi w miastach (Montero et al., 2017).

Przeprowadzone badania nie potwierdziły wcześniejszych wniosków odnośnie do preferowanego sytuowania miejskich szklarni dachowych względem stron świata. W wypadku tej cechy analizowane przykłady wykazywały dużą dowolność, mimo położenia na zbliżonej szerokości geograficznej.

Problem zacieniania, sygnalizowany już w źródłach (Montero i in., 2017, s. 85–86), był dotychczas uznawany za wynikający z bardziej restrykcyjnych przepisów budowlanych w miastach. Faktycznie, jak dotychczas realizacja obiektów zamkniętych farm dachowych podlegała przepisom budowlanym i lokalnego prawa planistycznego, które zasadniczo nie uwzględniały wymagań nowej funkcji. Mnogość przykładów już zrealizowanych ukazuje, że osiągnięty został etap, w którym należy zacząć planować stworzenie nowych wytycznych planistycznych i przepisów budowlanych uwzględniających specyfikę produkcji rolnej w mieście w nowym kontekście — nie tylko wymagań technicznych, ale także potencjału, jaki daje ona dla dalszego rozwoju miast w momencie stworzenia właściwych okoliczności do jej wprowadzenia.

Ze względu na specyfikę lokalizacji istotnym czynnikiem szacowania możliwości rozwoju komercyjnych farm dachowych staje się analiza komunikacyjna w obrębie założonej strefy dostępności produkcji rolnej, związana z zasięgiem redystrybucji wytworzonej żywności. W większości analizowanych przykładów nie wiąże się ona z transportem dalekiego i średniego zasięgu realizowanym głównie poprzez transport samochodowy, lecz z wykorzystaniem środków ekologicznych (np. transportu rowowego). Analizowana literatura, jak dotychczas, nie skupiała się na tym problemie, dając raczej bardzo ogólne wytyczne i założenia niż proponując stworzenie konkretnego modelu postępowania w wypadku tworzenia szklarni dachowych w miastach (Gorgolewski, Straka, 2017, s. 124).

8. WNIOSKI

Analiza 14 obiektów łączących funkcje komercyjne z rolnictwem wbudowanym pozwoliła na określenie szeregu parametrów warunkujących właściwy dobór lokalizacji oraz układu funkcjonalnego tworzonych

struktur. Pozwoliła również na określenie szeregu cech pierwotnego obiektu przemysłowego, dzięki którym staje się on właściwy dla przekształcenia funkcjonalnego i rozbudowy w celu adaptacji na potrzeby miejskiego rolnictwa w wypadku zadanych warunków. Nie wyczerpuje to tematu, zwłaszcza w wypadku dalszego rozwoju technologicznego rolnictwa szklarniowego, co ma szansę zwiększyć możliwości adaptacyjne kolejnych budynków.

Miejskie rolnictwo, jako jeden ze składników obiektów wielofunkcyjnych, częściej realizuje nie tylko cele bytowe (zwiększenie dostępu do świeżej żywności w mieście), lecz również społeczne, zapewniając miejsce nauki, rekreacji, spotkań, a także pełniąc funkcję częściowo dostępnej zieleni miejskiej.

Badania pozwoliły określić szereg cech wyróżniających budynki wielofunkcyjne, które powstały poprzez połączenie z miejskim rolnictwem szklarniowym na dachach.

8.1. Struktura

W wyniku badań wyznaczono trzy podstawowe kierunki doboru lokalizacji obiektów w strukturze miejskiej, różniące się zarówno skalą, jak i intensywnością zagospodarowania oraz potencjałem budowania relacji społecznych w przestrzeni.

8.2. Zagospodarowanie terenu

Wśród podstawowych czynników określających sposób zagospodarowania terenu są aktualnie przede wszystkim wytyczne lokalnego prawa planistycznego, warunkujące obecność pewnych funkcji, zwłaszcza tych potencjalnie uciążliwych, do których zalicza się przemysłową uprawę. To również określenie parametrów samej zabudowy, w tym parametrów urbanistycznych, takich jak intensywność zabudowy czy jej wysokość. Na razie nie ma jeszcze przepisów narzucających konieczność takiego kształtowania zabudowy, by możliwe było wprowadzanie miejskiego rolnictwa w sposób swobodny w kolejnych etapach. Jedynie Toronto posiada przepisy ułatwiające cały proces, poprzez wdrożenie lokalnego prawa — Green Roof Bylaw — nakazującego tworzenie dachów zielonych dla budynków o powierzchni użytkowej powyżej 2000 m², jako metodę na zmniejszenie odpływu wody deszczowej z dachów.

W wypadku wprowadzania funkcji rolnej istotne jest zachowanie możliwie najkorzystniejszych parametrów nasłonecznienia i przewietrzania, stąd istotna staje się analiza kontekstu urbanistycznego pod względem zacieniania od obiektów sąsiadujących, jak również przesłaniania okolicznej zabudowy.

8.3. Architektura

W wypadku samego budynku istotne czynniki selekcji zależą od genezy obiektu macierzystego. Dopuszczając możliwość adaptacji istniejących budynków przemysłowych lub poprzemysłowych, bądź etapowe zagospodarowanie obiektów nowo projektowanych, należy wziąć pod uwagę szereg czynników znacząco różnych, od ich lokalizacji, poprzez sposób kształtowania bryły, po zastosowaną konstrukcję i wewnętrzne układy funkcjonalne.

Cechą dominującą jest tu prostota. Zwiększa ona możliwości adaptacyjne obiektów do nowych funkcji, zakładając bardzo ograniczoną ingerencję w wewnętrzną strukturę funkcji nadbudowywanej.

W wypadku obiektów nowo budowanych istotne staje się uwzględnienie na etapie projektowania i wykonawstwa możliwości przebudowy części dachowej oraz wprowadzenia znacznych obciążeń powierzchniowych oraz konieczności relatywnie częstej (względem funkcji pierwotnych, „typowych” dla danego obiektu) przebudowy i zmiany obciążeń części nadbudowanej wraz ze zmianami spowodowanymi sezonowością samej produkcji.

Przyjmowana przez nową funkcję forma architektoniczna jest uproszczona. Prostota kształtu i powtarzalność kompozycji bryłowej obiektów jest dodatkowo podkreślona przez ich wymuszoną technologicznie i konstrukcyjnie modułowość i powtarzalność, zwłaszcza w wypadku budynków należących do jednej sieci produkcyjnej.

Dzięki temu ostatecznie wyłania się obraz obiektów budowanych na zasadzie kontrastu pomiędzy tym, co „miejskie” a tym, co „wiejskie” w programie funkcjonalnym, jednak przeprowadzane w nieoczywistej, niejednoznacznej formie poprzez integrację form przemysłowych i ruralnych.

Programy funkcjonalne analizowanych obiektów świadczą o świadomości projektowanej i wprowadzanej roli społecznej i centrotwórczej. Obiekty, zwłaszcza te położone w Europie, powstały jako część założonego planu rewitalizacji i adaptacji obszarów o dużym znaczeniu kulturowym, o ugruntowanej historycznie roli, jako pomysł na zachowanie i użytkowanie cennych budynków o niekoniecznie potwierdzonym już statusie zabytku.

Naczelnym założeniem jest w tym wypadku stworzenie punktu ogniskującego działania społeczne, integrującego lokalną społeczność wokół podstawowej funkcji bytowej. Analizowane przykłady dowodzą centrotwórczej roli nowej architektury — projektowane farmy wielofunkcyjne za każdym razem stanowią istotny punkt w planach przebudowy urbanistycznej założeń. W tym wypadku stają się one jedną z metod rewitalizacji terenów zde-

gradowanych przestrzennie i społecznie w kierunku większej integracji z istniejącą tkanką miejską.

Miejskie rolnictwo staje się coraz wyraźniej związane obszarowo z przemysłem i zabudową mieszkaniową. Analizowane przykłady wykazały w tym zakresie potencjał przestrzeni granicznych, położonych na styku funkcji, jako miejsc łączących dostępność społeczną przyszłej farmy z dostępnością transportową ułatwiającą przyszłą dystrybucję i zapewniającą dostęp do obiektów przemysłowych i magazynowych zdalnych do adaptacji. Przeprowadzona analiza pozwoliła określić szereg elementów sprzyjających lokalizacji dachowych farm miejskich, jak również różnic w kształtowaniu programów funkcjonalnych obiektów, w zależności od założonych celów komercyjnych lub nakierunkowanych społecznie.

REFERENCES

- Ackerman, K., Dahlgren, E., Xu, X. (2013), *Sustainable Urban Agriculture: Confirming Viable Scenarios for Production. Final report*, New York: the New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA). Available at: <https://www.nyserdera.ny.gov/-/media/Files/Publications/Research/Environmental/Sustainable-Urban-Agriculture.pdf> (accessed: 31.03.2023).
- Agricultural Urbanism: Handbook for Building Sustainable Food & Agric Systems in 21st Century Cities* (2010), de la Salle, J., Holland, M. (eds.), Libri Publishing.
- Apolloni, E. et al. (2021), ‘The global rise of urban rooftop agriculture: A review of worldwide cases’, *Journal of Cleaner Production*, 296, 126556. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126556> (accessed: 19.06.2023).
- Bailey, B.J., Chalabi, Z.S. (1994), ‘Improving the cost effectiveness of greenhouse climate control’, *Computers and Electronics in Agriculture*, 10(3), pp. 203–214. Available at: [https://doi.org/10.1016/0168-1699\(94\)90041-8](https://doi.org/10.1016/0168-1699(94)90041-8) (accessed: 31.03.2023).
- Balas, M.M. et al. (2019), ‘Intelligent rooftop greenhouses and green skyline cities’, *SWS Journal of EARTH and PLANETARY SCIENCES*, 1(2), pp. 15–28. Available at: <https://doi.org/10.35603/eps2019/issue2.02> (accessed: 31.03.2023).
- Bhatt, V., Farah, L.M. (2016), ‘Cultivating Montreal: a Brief History of Citizens and Institutions Integrating Urban Agriculture in the City’, *Urban Agriculture & Regional Food Systems*, 1(1), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.2134/urbanag2015.01.1511> (accessed: 31.03.2023).
- Bousselot, J. et al. (2021), ‘Green Roof Research in North America: A Recent History and Future Strategies’, *Journal of Living Architecture. A green roofs for healthy cities publication*, 7(1), pp. 27–64. Available at: <https://doi.org/10.46534/jliv.2020.07.01.027> (accessed: 19.06.2023).
- Bouwmeester maître architecte (2019), *Brussels Productive City, Perspective I bureau bruxellois de la planification*,

- Brussels, pp. 66–71. Available at: https://bma.brussels/wp-content/uploads/2018/12/190620_UPDATE-Ville-productive_low-rescover_pour-internet.pdf (accessed: 10.03.2021).
- Buehler, D., Junge, R. (2016), 'Global Trends and Current Status of Commercial Urban Rooftop Farming', *Sustainability*, 8(11), 1108. Available at: <https://doi.org/10.3390/su8111108> (accessed: 31.03.2023).
- Cáceres Clavero, F. et al. (2005), *Perspective Analysis of Agricultural Systems. 2005. Technical Report EUR 21311*, Brussels–Luxemburg: European Commission Join Research Center.
- Caputo, S., Iglesias, P., Rumble, H. (2017), 'Elements of rooftop agriculture design' [in:] Orsini, F. et al. (eds.), *Rooftop Urban Agriculture*, Leusden: Springer International Publishing, pp. 39–60. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_2 (accessed: 19.06.2023).
- Castilla, N. (2005), *Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo*, Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Cooke, P. (2021a), 'After a Contagion. Ghost City Centres: Closed „Smart” or Opened Greener?', *Sustainability*, 13(6), 3071. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13063071> (accessed: 31.03.2023).
- Cooke, P. (2021b), 'Future Shift for »Big Things«: From Starchitecture via Agritecture to Parkitecture', *Journal of Future Innovation Market and Complexity*, 7(4), 236. Available at: <https://doi.org/10.3390/joitmc7040236> (accessed: 31.03.2023).
- de Zeeuw, H. et al. (2017), 'A geography of rooftop agriculture in 20 projects' [in:] Orsini, F. et al. (eds.), *Rooftop Urban Agriculture*, Leusden: Springer International Publishing, pp. 309–382. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_21 (accessed: 19.06.2023).
- Ercilla-Montserrat, M. et al. (2017), 'Building-integrated agriculture: A first assessment of aerobiological air quality in rooftop greenhouses (i-RTGs)', *Science of The Total Environment*, 598(15), pp. 109–120. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.099> (accessed: 31.03.2023).
- Farr, D. (2008), *Sustainable Urbanism: Urban Design With Nature*, 1st edition, Hoboken, New York: John Wiley & Sons.
- Giraud, E. (2021), 'Urban Food Autonomy: The Flourishing of an Ethics of Care for Sustainability', *Humanities*, 10(1), 48. Available at: <https://doi.org/10.3390/h10010048> (accessed: 31.03.2023).
- Gorgolewski, M., Straka, V. (2017), 'Integrating Rooftop Agriculture into Urban Infrastructure' [in:] Orsini, F. et al. (eds.), *Rooftop Urban Agriculture*, Leusden: Springer International Publishing, pp. 113–126. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_8 (accessed: 19.06.2023).
- Gotham Greens (n.d.), *Our farms. Cultivating Cities, and Growing Veggies Too*. Available at: <https://www.gothamgreens.com/our-farms/> (accessed: 10.03.2021).
- Groat, L., Wang, D. (2013), *Architectural research methods*, 2nd ed., Hoboken, John Wiley & Sons Inc.
- Harada, Y., Willow, T. (2020), 'Urban rooftop agriculture: challenges to science and practice', *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(76). Available at: <https://doi.org/10.3389/fsusfs.2020.00076> (accessed: 20.07.2023).
- Hodgson, K., Caton Campbell, M., Bailkey, M. (2011), 'Urban Agriculture: Growing Healthy Sustainable Places' [in:] *Planning Advisory Service Report*, 563, Chicago: American Planning Association, pp. 31–34. Available at: <https://planning-org-uploaded-media.s3.amazonaws.com/publication/> (accessed: 31.03.2023).
- Information presse (n.d.). Available at: <https://www.nu-paris.com/information-presse-nature-urbaine/> (accessed: 10.03.2021).
- Jain, D., Tiwari, G.N. (2002), 'Modeling and optimal design of evaporative cooling system in controlled environment greenhouse', *Energy Conversion and Management*, 43(16), pp. 2235–2250. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(01\)00151-0](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(01)00151-0) (accessed: 31.03.2023).
- Jeleński, T. (2020), 'Urbanistyka agrarna: przejściowa moda czy szansa na zrównoważoną urbanizację?', *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury Oddziału PAN w Krakowie*, XLVIII, pp. 299–314. Available at: <https://doi.org/10.24425/tkuia.2020.135420> (accessed: 25.01.2024).
- Jing, R., Hastings, A., Guo, M. (2020), 'Sustainable Design of Urban Rooftop Food-Energy-Land Nexus', *iScience*, 23(11), 101743. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2020.101743> (accessed: 19.06.2023).
- Jones, J., Franck, K. (2019), 'A brewery in a foundry, a winery in a strip mall: adaptive reuse by food enterprises', *Urban Design International*, 24, pp. 108–117. Available at: <https://doi.org/10.1057/s41289-019-00085-7> (accessed: 19.06.2023).
- Kleszcz, J. (2020), *Bio-polis. Wizja miasta nie-antropocentrycznego*, Zielona Góra: Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego.
- Kleszcz, J. (2022), 'A place of taboo — a necessary place. About building an identity of a housing estate based on shameful functions on the example of Belgian Cureghem', *Housing Environment*, 39, pp. 20–32. Available at: <https://doi.org/10.4467/25438700SM.22.010.16588> (accessed: 31.03.2023).
- Montero, J.I. et al. (2017), 'Technology for rooftop greenhouses' [in:] Orsini, F. et al. (eds.), *Rooftop Urban Agriculture*, Leusden: Springer International Publishing, pp. 83–102. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_6 (accessed: 19.06.2023).
- Munoz-Liesa, J. et al. (2020), 'Improving urban metabolism: Bi-directional energy and environmental benefits of rooftop greenhouse and building integration' [in:] Corrado, V. et al. (eds.), *Proceedings of the 16th IBPSA Conference, Rome, Italy, Sept. 2–4, 2019*, Rome: International Building Performance Simulation Association, pp. 5097–5104. Available at: <https://doi.org/10.26868/2522708.2019.211264> (accessed: 31.03.2023).
- Nadal, A. et al. (2017), 'Building-integrated rooftop greenhouses: an energy and environmental assessment in the mediterranean context', *Applied Energy*, 187(1), pp. 338–351. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.051> (accessed: 31.03.2023).
- Nasr, J., Komisar, J., de Zeeuw, H. (2017), 'A Panorama of Rooftop Agricultural Types' [in:] Orsini, F. et al.

- (eds.), *Rooftop Urban Agriculture*, Leusden: Springer International Publishing, pp. 9–30. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_212 (accessed: 19.06.2023).
- Negrello, M. (2018), '»Agricultural factory«: industrial re-use for innovative production towards more sustainable cities', *Acta Horticultirae*, 1215, pp. 165–170. Available at: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1215.31> (accessed: 31.03.2023).
- Niezabitowska, E. (2014), *Metody i techniki badawcze w architekturze*, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- NYC Urban Agrivulture, n.d., *Frequently Asked Questions*. Available at: <https://www.nyc.gov/site/agriculture/faqs/frequently-asked-questions.page> (accessed: 20.06.2023).
- Pierotti, M. (2017), 'Urban Renewal is at its Best at Method's Chicago Factory', *green HVACR*. Available at: <http://greenhvacrmag.com/2017/urban-renewal-is-at-its-best-at-methods-chicago-factory/> (accessed: 10.03.2021).
- Press room (n.d.). Available at: <https://montreal.lufa.com/en/press> (accessed: 10.03.2021).
- Procaccini, G., Monticelli, C. (2021), 'A Green Roof Case Study in the Urban Context of Milan: Integrating the Residential and Cultivation Functions for Sustainable Development', *Water*, 13(2), 137. Available at: <https://doi.org/10.3390/w13020137> (accessed 31.03.2023).
- Puri, V., Komisar, J. (2017), 'Chicago, United States — Gotham Greens: The Largest Rooftop Greenhouse in the World' [in:] Orsini, F. et al. (eds.), *Rooftop Urban Agriculture*, Leusden: Springer International Publishing, pp. 338–341. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_19 (accessed: 20.06.2023).
- 'Research Center ICTA-ICP UAB / H Arquitectes + DATA-AE' (2015) [in:] *ArchDaily*. Available at: <https://www.archdaily.com/636587/research-center-icta-icp-uab-h-arquitectes-dataae> (accessed: 31.03.2023).
- Sanyé-Mengual, E. et al. (2015), 'Integrating Horticulture into Cities: A Guide for Assessing the Implementation Potential of Rooftop Greenhouses (RTGs) in Industrial and Logistics Parks', *Journal of Urban Technology*, 22(1), pp. 87–111. Available at: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942095> (accessed: 25.01.2024).
- Sanyé-Mengual, E. et al. (2015), 'An environmental and economic life cycle assessment of rooftop greenhouse (RTG) implementation in Barcelona, Spain. Assessing new forms of urban agriculture from the greenhouse structure to the final product level', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(3), pp. 350–366. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0836-9> (accessed: 31.03.2023).
- Szczepańska, M., Staszewska, S. (2016), 'Znaczenie ogrodnictwa miejskiego w procesie rewitalizacji', *Problemy Rozwoju Miast*, 13(3), pp. 33–43. Available at: http://obserwatorium.miasta.pl/wp-content/uploads/2016/03/Magdalena_Szczepa%C5%84ska_Znaczenie_ogrodnictwa_miejskiego_w_procesie_rewitalizacji_Problemy_Rozwoju_Miast.pdf (accessed: 31.03.2023).
- Yagci, E., Nunes da Silva, F. (2021) 'The Future of Post-Industrial Landscapes in Est Lisbon: The Braço de Prata Neighbourhood', *Sustainability*, 13(8), 4461. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13084461> (accessed: 31.03.2023).
- von Elsner, B. et al. (2000), 'Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouses in European Union Countries, Part II: Typical Designs', *Journal of Agricultural Engineering Research*, 77(2), pp. 111–126. Available at: <https://doi.org/10.1006/jaer.1999.0512> (accessed: 31.03.2023).
- Wilkinson, T. (2018b), 'Foodmet Abattoir, Brussels, Belgium, by ORG Architecture', *The Architectural Review*. Available at: <https://www.architectural-review.com/buildings/foodmet-abattoir-brussels-belgium-by-org-architecture/10036765.article> (accessed: 31.03.2023).