

Komunikat naukowy

## **Analiza potencjału rolnictwa miejskiego z wykorzystaniem technologii GIS**

Analysis of the potential of urban agriculture  
with the use of GIS technology

**Joanna Pluto-Kossakowska, Weronika Wiśniewska**

Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii

### ***Abstract***

*This article presents the methodology of analyzing the possibilities of urban agriculture development on the example of Warsaw. Two districts of Ursynów and Wilanów were selected as research areas. The first of them was characterized by a great variety of buildings, both older residential buildings and the newly built Warsaw bypass. Wilanów, on the other hand, is an area characterized by new multi-family and single-family low-rise buildings. The research was carried out with the use of three spatial data sources: WorldView 2 satellite images, Databases of Topographic Objects (BDOT10k), and LIDAR data as a point cloud. All data sets were used to designate the areas that could potentially be used for urban agriculture. The input data required a lot of pre-processing and editing. Subsequently, a coherent analytical model was developed to generate and visualize the information layer representing potential areas for urban agriculture.*

**Słowa kluczowe: rolnictwo miejskie, analizy przestrzenne, zdjęcia satelitarne**

Keywords: urban agriculture, spatial analysis, satellite images

### **Wstęp**

Według badań United Nations Department of Economic and Social Affairs do 2050 ponad 60% ludności Ziemi będzie mieszkało w miastach (Game, Primus, 2015), a co za tym idzie społeczeństwa staną przed wyzwaniem dostępu do obszarów rolniczych i osiągnięcia odpowiedniego poziomu produkcji żywności. Z drugiej strony ważnym problemem środowiskowym i klimatycznym jest utrzymanie zrównoważonego rozwoju

obszarów metropolitalnych. Odpowiedzią na te wyzwania może być rolnictwo miejskie jako zespół działań w zakresie produkcji żywności w mieście na własne potrzeby mieszkańców. Właściwie ze względu na skalę przedsięwzięcia raczej należałoby mówić o ogrodnictwie użytkowym. Natomiast biorąc pod uwagę rodzaj upraw oraz fakt, że w literaturze anglojęzycznej funkcjonuje pojęcie *urban agriculture* lub *urban farming*, tak też przyjęto w języku polskim jako rolnictwo miejskie (Filipek-Mazur i in., 2018). Uprawa roślin użytkowych w miastach może wspomóc zapotrzebowanie na produkty roślinne do spożycia i przechowywania na własne potrzeby. Ważną częścią tego planu są zarówno większe farmy miejskie jak i mniejsze założenia przydomowe czy osiedlowe i to one są głównym celem niniejszych badań. Małe ogródki są istotne ze względu na ich sumaryczny rezultat pod względem powierzchni i efektywności oraz lokalnego wpływu na środowisko. Wiele małych miejskich ogródków może dostarczyć tony żywności. Zwiększają także bioróżnorodność i zapewniają życie owadom. Pomaga mieszkańcom miast o niskich dochodach zaoszczędzić pieniądze na zakupach żywności. Ogródek o powierzchni zaledwie jednego metra kwadratowego może zapewnić nawet do 20 kg żywności rocznie, a miejscy ogrodnicy wydają mniej na transport, pakowanie oraz magazynowanie wyprodukowanych plonów (Krzych, Basiewicz, 2021).

Według raportu FAO miejskie rolnictwo jest praktykowane przez 800 milionów ludzi na całym świecie (Urban Food Agenda, 2021). Rolnictwo miejskie to idea, która wdrożona w życie może prowadzić w pewnym stopniu do samowystarczalności żywieniowej na obszarach miejskich. W dzisiejszych czasach, przy zmianach klimatycznych czy sytuacji pandemicznej, produkcja i dowóz żywności do miast mogą być ograniczone (Hume i in., 2021). Rolnictwo miejskie jest także formą edukacji społeczeństwa w temacie ekologicznych upraw żywności bez zastosowania środków ochrony roślin oraz poprawą ekosystemów i dążeniem do minimalizacji stanu zanieczyszczenia powietrza poprzez ograniczenie transportu (Specht i in, 2014). Zatem miejskie ogrodnictwo sprzyja poprawie środowiska naturalnego oraz zaspakaja własne potrzeby żywieniowe i zdrowotne mieszkańców dając dodatkowe oszczędności dla gospodarstwa domowego. Zieleń ogródków to także część miejskiego krajobrazu i miejskiego klimatu. Istotnym pytaniem związanym z przestrzenią miejską jest gdzie w mieście uprawiać warzywa, zioła i owoce. Zaczynając od najmniejszych powierzchni do dyspozycji są 1. tarasy i balkony, ogródki przydomowe, czy działki ROD, ale także 2. podwórka przy kamienicy czy bloku oraz ogrody społeczne znajdujące się blisko miejsca zamieszkania i funkcjonujące mniej lub bardziej formalnie (w uzgodnieniu z zarządem zieleni miejskiej). Szczególnie interesujące są te mniej oczywiste z drugiej grupy, także ze względu na formę własności. O ile w grupie pierwszej znajdują się obszary do indywidualnego czy rodzinnego wykorzystania, to w grupie 2 są obszary do wykorzystania przez nieduże grupy osób, które się znają i mogą

wspólnie podejmować decyzje. Właśnie dla takich inicjatyw społecznych adresowana jest metodyka wyznaczania warstwy informacyjnej reprezentującej potencjalne obszary pod rolnictwo miejskie.

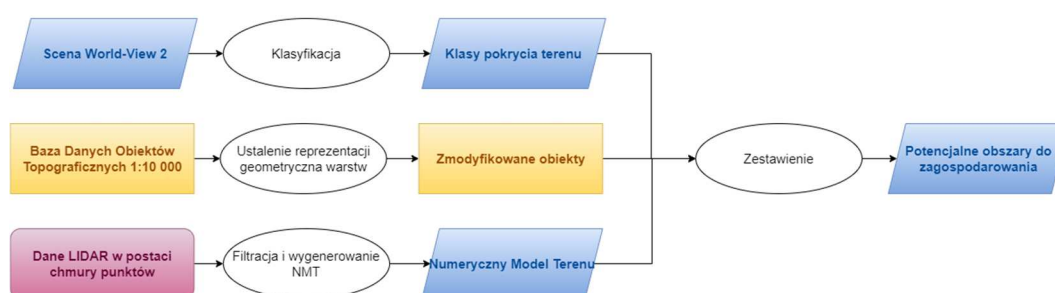
### **Przedmiot i cel badań**

Głównym zadaniem badawczym było opracowanie metodyki analiz przestrzennych do wyznaczenia lokalizacji potencjalnych miejsc pod rolnictwo miejskie na przykładzie dwóch różnych dzielnic miasta stołecznego Warszawy tj. Ursynowa i Wilanowa. Ursynów charakteryzuje się zabudową wysoką o gęstej i zwartej strukturze oraz dużymi powierzchniami zacienionymi, z ograniczonym dostępem do światła, wody i dobrej gleby. W dzielnicy są szerokie arterie i ulice przerywające ciąg komunikacji pieszej utrudniające dostęp do planowanych ogrodów, ale dość liczne skwery i zieleńce oraz pasy roślinności miejskiej (głównie szpalery drzew lub trawniki). Wilanów to dzielnica w dużej części pokryta wciąż wykorzystywanymi obszarami rolniczymi i kompleksami leśnymi. Zabudowa jest niska o luźnej strukturze i są to głównie domki jednorodzinne, szeregowe czy bliźniaki. Wiele dróg dojazdowych do posesji to wciąż drogi gruntowe. Nie ma problemu z dostępem do gruntów odkrytych i wody. Za kluczowe warstwy informacyjne uznano: aktualne pokrycie terenu, rzeczywisty stan pokrycia roślinnością z uwzględnieniem jej wysokości, zacienienie oraz ukształtowanie terenu. Ograniczeniami, które stanowią barierę są: szara infrastruktura (zabudowa i obszary zacienione), sieć wodna, obszary chronione i lasy. Dodatkowym ograniczeniem jest strefa buforowa od dróg stanowiąca niekorzystny obszar pod względem zanieczyszczenia pochodzącego z ruchu kołowego. Jako obszary korzystne uznano niską i średnią roślinność, glebę odkrytą, ale także parki i place. W parkach w wielu miastach na świecie zakłada się ogrody społeczne, przykładem może być Berlin (Green Me Berlin, 2021). Także na zabetonowanych placach można ustawić donice wkomponowując je funkcjonalnie i wizualnie w już urządzone i zagospodarowane miejsce.

W zaproponowanej metodyce nie uwzględnia się typu gleby, zakładając potrzebę dowiezienia właściwego podłoża do ogrodu. Podobnie jest z systemem nawadniania czy drenażu, które należałoby zainstalować lokalnie niezależnie czy ogród jest urządzony w gruncie czy na przykład w skrzyniach. Ograniczenie obszaru pod względem powierzchni także nie było rozważane, ponieważ każdą nawet najmniejszą powierzchnię można uznać za przydatną. Ciekawym pomysłem są też ogrody na dachach, jednak mają one minus pod względem dostępności do nich, właściwego przygotowania stanowisk pod uprawę, w tym doprowadzenia i odprowadzenia wody. Ogrody na dachach mogą być oddzielną kwestią do rozważenia. W opracowanej metodyce nie były one brane pod uwagę.

## Dane i procesy przetwarzania

Do pozyskania informacji o istniejącym pokryciu terenu i elementach szarej infrastruktury, w tym budynków wykorzystano BDOT10k zaktualizowany o warstwę informacyjną ze zdjęcia satelitarnego WorldView-2 z września 2018 roku. Do analizy rzeczywistego stanu pokrycia roślinnością wykorzystano zdjęcie satelitarne WorldView-2 i dane LiDAR aktualne na rok 2018. Zdjęcie satelitarne WorldView-2 poddano klasyfikacji nadzorowanej, w celu wyodrębnienia klas: roślinność wysoka, roślinność krzewiasta, roślinność niska, gleba odkryta, szara infrastruktura, woda i cień. Szczególnie ważna była ostatnia klasa, ponieważ dzięki niej udało się wyeliminować z analizy obszary zacienione. Chmurę punktów LiDAR poddano klasyfikacji punktów po wysokości w celu rozróżnienia form roślinności (wysoka, średnia, niska), a także przetworzeniu w celu pozyskania informacji o ukształtowaniu terenu. Oba obszary badawcze nie są zróżnicowane pod względem ukształtowania, ale NMT był przydatny do wyznaczenia poziomu gruntu.



**Rys 1.** Ogólny schemat wyznaczania potencjalnych obszarów pod uprawy rolnictwa miejskiego.

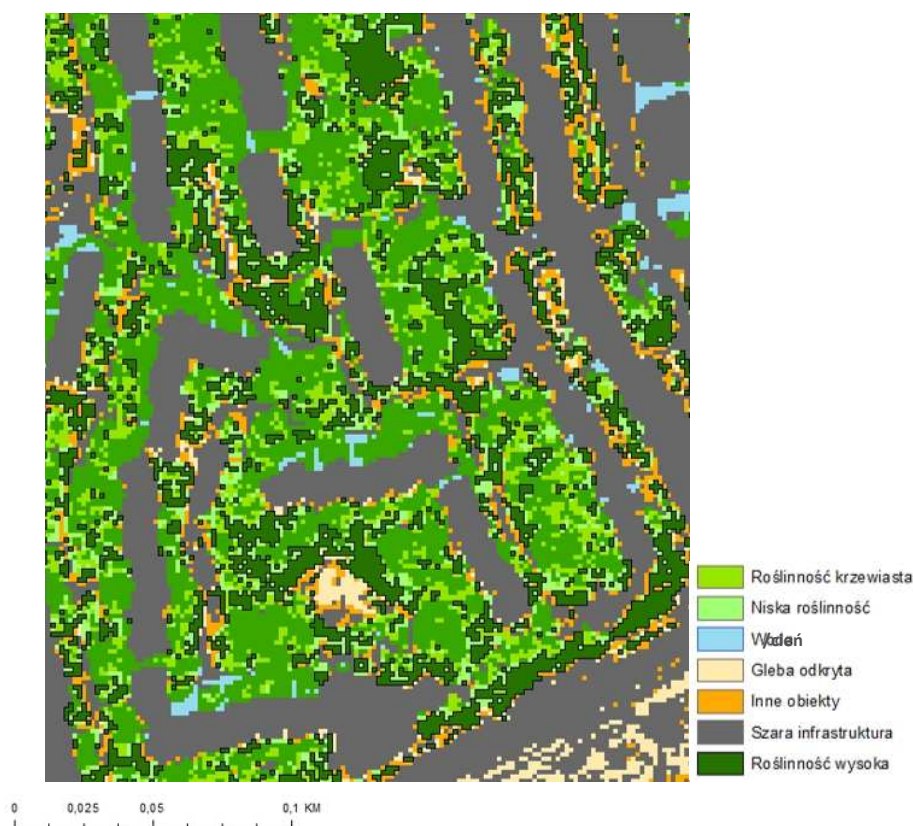
Wyznaczenie potencjalnych obszarów przeprowadzono z wykorzystaniem narzędzi analiz przestrzennych integrujących ze sobą różne rodzaje danych. Poszczególne etapy były realizowane oddzielnie, w różnego rodzaju oprogramowaniach takich jak: ArcMap Desktop, Map Builder, SNAP oraz CloudCompare. Na schemacie (rys. 1) przedstawiono ideowo koncepcję przetwarzania i integrowania danych do wyznaczenia obszarów pod rolnictwo miejskie. Ostateczną integrację i model analityczny zaimplementowano w środowisku oprogramowania ESRI.

## Wyniki

Opracowanie metodyki w jednym wspólnym procesie i jego parametryzację wykonano dla obszaru badawczego „Ursynów”. Zaprogramowany model przetestowano na obszarze testowym „Wilanów”.

Do wytworzenia warstwy pokrycia terenu przetestowano trzy różne klasyfikatory: jeden parametryczny Maximum Likelihood (MXL) oraz dwa nieparametryczne: Support Vector Machine (SVM) i Random Forest (RF) dobierając różne zestawy parametrów. Niezależna ocena dokładności wskazała, że najlepsze wyniki uzyskano z algorytmu SVM osiągając 64% całkowitej dokładności dla wszystkich klas. Warto zauważyć, że tak niska wartość dokładności wynika z nieprawidłowej identyfikacji form roślinności i „mieszania się” klas roślinności średniej z wysoką i średniej z niską (np. porośnięcie nielicznymi krzakami roślinności trawiastej i łąk). Stąd przetworzona chmura punktów LiDAR była dodatkowym źródłem danych o wysokości roślinności i ułatwiła identyfikację form (rysunek 2). Dane LiDAR posłużyły także do wygenerowania warstwy reprezentującej grunt. Połączenie wyników przetworzeń pozwoliło zidentyfikować wstępnie potencjalne obszary pod rolnictwo tj. niska roślinność i gleba odkryta.

W analizie przyjęto także założenia dotyczące wykluczenia obszarów nieprzydatnych. W tym celu posłużono się klasami obiektów reprezentującymi budynki i budowle, sieć wodną i tereny chronione z BDOT10k. Dostępność oraz odległości od ulic, to kolejne warunki ograniczające możliwość założenia ogrodów miejskich. Zrealizowano je poprzez wyznaczenie stref buforowych od dróg i wskazanie jako nieprzydatnych. Algebra map pozwoliła wytworzyć maskę przedstawiającą obszary przydatne zarówno dla ogrodów indywidualnych (ogródki przydomowe), jak i społecznych (ogródki w dużych osiedlach o gęstej zabudowie). Cały proces analityczny został zautomatyzowany i zapisany jako spójny model i przetestowany na obu obszarach badawczych. Na rysunku 2 można zaobserwować miejsca wykluczone jak: szara infrastruktura, wysoka roślinność oraz woda i cienie. Obszary, które można zagospodarować pod rolnictwo miejskie to: niska lub krzewiasta roślinność oraz odkryta gleba (rysunek 2). Wyznaczone obszary stanowią około 50% powierzchni dla każdej z dzielnic, zarówno dla Ursynowa o gęstej zabudowie, jak i dla Wilanowa o zabudowie luźnej. Oznacza to olbrzymi potencjał do zakładania ogrodów miejskich nawet na obszarach o wysokim wskaźniku zabudowy.



**Rys 2.** Wynik klasyfikacji nadzorowanej WorldView 2 z roślinnością wysoką pozyskaną z chmury punktów LiDAR (fragment obszaru „Ursynów”).

### Podsumowanie

Zastosowane podejście do opracowania modelu wyznaczającego obszary pod rolnictwo miejskie zostało przetestowane na niezależnych obszarach testowych. Badanie dało pozytywny rezultat i może mieć zastosowanie także w innych miastach. Jednakże wynik działania modelu jest zależny od jakości i aktualności danych wejściowych. Dlatego istotne jest wykorzystanie aktualnych danych pochodzących ze zdjęć satelitarnych i chmury punktów LiDAR.

W kolejnym kroku należałoby zestawić wyznaczone obszary z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego i skonfrontować z jego zapisami. Wydaje się jednak zasadne umożliwienie produkcji warzyw i owoców dla własnych potrzeb mieszkańców i wspierania przez władze miasta takich inicjatyw. Warto wyniki takiej analizy wykorzystać do popularyzacji idei rolnictwa miejskiego i uwzględnienia jej w nowych inwestycjach.

## Literatura (References)

- Game I., Primus R. 2015: Urban Agriculture. *GSDR Brief*, State University of New York College of Forestry and Environmental Science, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5764Urban%20Agriculture.pdf>.
- Green Me Berlin. Your Ultimate Eco City Guide. <https://www.greenmeberlin.com> (dostęp 1.10.2021).
- Hume I.V., Summers D.M., Cavagnaro T.R. 2021: Self-sufficiency through urban agriculture: Nice idea or plausible reality? *Sustainable Cities and Society*, 68, ISSN 2210-6707, doi.org/10.1016/j.scs.2021.102770.
- Filipek-Mazur B., Sroka W. 2018: Rolnictwo miejskie jako odpowiedź na zmiany urbanizacyjne. *Aura*, nr 3, s. 10-12.
- Krzych D., Basiewicz K. 2021: Poradnik miejskiego ogrodnika 2. Dla sięgających ogrodniczego nieba, *Inspekty.pl*, wydanie II, Kraków, ISBN: 978-83-953230-2-7.
- Specht K, R Siebert, I Hartmann, UB Freisinger 2014: Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agriculture and human*, Springer Urban Food Agenda <http://www.fao.org/urban-agriculture/en/> (dostęp 1.10.2021)

## Streszczenie

*W niniejszym artykule przedstawiono metodykę analizy możliwości rozwoju rolnictwa miejskiego na przykładzie Warszawy. Jako obszary badawcze wybrano dwie dzielnice Ursynów oraz Wilanów. Pierwsza z nich odznaczała się dużą różnorodnością zabudowy, zarówno spotkamy tam starsze budynki mieszkalne, jak również nowopowstałą obwodnicę Warszawy. Wilanów natomiast to obszar charakteryzujący się nowym budownictwem wielorodzinnym i jednorodzinym o niskiej zabudowie. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem trzech źródeł danych przestrzennych: zdjęcia satelitarne WorldView 2 z września 2018 roku, Bazy Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000 (BDOT10k), danych LIDAR w postaci chmury punktów. Zbiory danych posłużyły do analizy i wyznaczenia obszarów możliwych do wykorzystania pod rolnictwo miejskie. Opracowano spójny model analityczny do wytworzenia i wizualizacji warstwy informacyjnej reprezentującej potencjalne obszary pod rolnictwo miejskie. Opracowana i przetestowana metodyka pozwala ona wyznaczenie i obliczenie obszarów potencjalnie nadających się pod rolnictwo miejskie.*

## Dane autorów / Authors details:

dr inż. Joanna Pluto-Kossakowska

ORCID 0000-0002-6533-1332

joanna.kossakowska@pw.edu.pl

Weronika Wiśniewska

ORCID 0000-0001-9171-388X

weronika.wisniewska.stud@pw.edu.pl

Przesłano / Received

05.10.2021

Zaakceptowano / Accepted

28.11.2021

Opublikowano / Published

28.12.2021



© Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).