http://dx.doi.org/10.18778/8088-505-9.11

Karolina DMOCHOWSKA-DUDEK
Katedra Geografii Regionalnej i Społecznej
Uniwersytet Łódzki

FOTOGRAMETRIA BLISKIEGO ZASIĘGU – NOWE MOŻLIWOŚCI DLA BADAŃ W GEOGRAFII OSADNICTWA[1]

Zarys treści: Współcześnie ogromny postęp technologiczny (nowe metody i techniki badawcze w kartografii, fotogrametrii, fotointerpretacji i teledetekcji) daje geografom dostęp do ogromnej zasobu danych przestrzennych. Powszechna „produkcja" informacji przestrzennych, której doświadczamy na przełomie XX i XXI w. pozwala geografom na podejmowanie badań i rozwiązywanie problemów, które niegdyś były trudne do realizacji – przede wszystkim ze względu na ich czaso- i kosztochłonność. Celem stawianym w artykule jest omówienie fotogrametrii bliskiego zasięgu w budowie modeli 3D i geowizualizacji, oraz ich wykorzystanie w badaniach osadniczych. Przykładowe prezentacje mają na celu zwrócenie uwagi na coraz łatwiejszy i powszechniejszy dostęp do danych przestrzennych, które dzięki użyciu narzędzi i technik komputerowych z jednej strony stanowić mogą materiał źródłowy do badań, z drugiej umożliwiają opracowanie finalnych form przekazu informacji geograficznej o wysokich walorach estetycznych i poznawczych.

Słowa kluczowe: fotogrametria bliskiego zasięgu, GIS, geografia osadnictwa.

1. WPROWADZENIE

Ostatnie dziesięciolecia są dla geografii osadnictwa (podobnie jak wielu innych dyscyplin naukowych) okresem przeobrażeń będących między innymi efektem intensywnych zmian w technologii badań naukowych. W dyskusji toczącej się z różnym nasileniem od kilku dziesięcioleci na temat podstaw teoretyczno-metodologicznych geografii w ogóle, w tym również geografii osadnictwa, zwraca się uwagę na współistnienie różnych modeli

[1] Artykuł powstał w ramach realizacji projektu pt.: „Reprezentacje przestrzenne osiedli wiejskich w Polsce" finansowanego ze środków NCN, 2014/13/B/HS4/00481.

badawczych i orientacji metodologicznych, które są rezultatem podwójnej genealogii badań osadniczych w Polsce (por. m.in. Maik 1998; 2005). Jednak, niezależnie od przyjętego wzorca metodologicznego (naturalistycznego lub humanistycznego), tym co niemal zawsze odróżnia badania osadnicze prowadzone przez geografów od badań realizowanych przez przedstawicieli innych dyscyplin (socjologii, antropologii, ekonomii, ekologii i in.), jest ujęcie przestrzenne rozpatrywanych problemów. Przy czym ostatnio – wraz ze zwrotem humanistycznym w geografii, ma ono charakter mikroskalowy. Jak podkreśla A. Suliborski (2005, s. 112), „*istotą badań geograficzno-osadniczych jest zrozumienie miejsc osadniczych, tzn. tej jedynej w swoim rodzaju kompozycji społeczno-materialnej, zorganizowanej przestrzennie i tworzącej określone i niepowtarzalne środowisko miejsca*". Z drugiej strony ewolucja geografii od nauki opisowej (zajmującej się lokalizacją obiektów w przestrzeni geograficznej) do nauki poszukującej praw wyjaśniających związki między działalnością człowieka a charakterem tej przestrzeni wskazuje na jej tożsamość wyrażoną w poszukiwaniu sensów przestrzennych, coraz bardziej złożonych, wraz z przyjmowaniem nowych perspektyw badawczych (Jędrzejczyk 2004, s. 8).

Badanie przestrzeni złożonej, z perspektywy „miejsca", już na początku procesu poznawczego może rodzić problemy z dostępnością „danych geograficznych", które w mikroskalach nie są gromadzone przez władze, urzędy i różnego rodzaju instytucje, a samodzielne ich zebranie, metodami tradycyjnymi, bywa niekiedy żmudne i czasochłonne. Dlatego też, już na etapie projektowania badań terenowych, stanowiących najczęściej nieodłączny element w badaniach geograficzno-osadniczych, należy ograniczyć ilość zbieranych informacji, które dodatkowo ulegają generalizacji w procesie kartograficznym.

W tym miejscu warto podkreślić, że rola kartografii oraz mapy jako narzędzia badań w geografii wydaje się bezdyskusyjna, bo to właśnie głównym zadaniem kartografii jest „prezentacja różnorodności i złożoności otaczającej nas rzeczywistości" (Pasławski 2002) w postaci mapy, stanowiącej „analogowy model widzianego lub wyobrażanego świata, w różnych zasięgach przestrzennych" (Pawlak 2002). Abstrahując od rodzaju relacji między geografią i kartografią[2], związek między tymi dyscyplinami jest nierozerwalny i być może właśnie w nim należałoby widzieć odrębność badań różnych subdyscyplin geograficznych od innych dyscyplin naukowych.

Trudno nie zgodzić się z twierdzeniem, że „obraz kartograficzny, przez swoje właściwości odegrał i nadal odgrywa niepoślednią rolę kulturotwórczą oraz cywilizacyjną" (Pawlak 2002). Funkcja ta, wraz z intensywnymi zmianami współczesnej kartografii, oraz próby odrywania jej od

[2] K. Trafas (1999) zwraca uwagę, iż obie dyscypliny mogą być traktowane łącznie (kartografia jako dział geografii), komplementarnie lub oddzielnie.

geografii (częste zaliczanie do dziedzin technicznych), ulega jeszcze wzmocnieniu. W przeszłości istniał wyraźny podział na środki i techniki przetwarzania danych oraz narzędzia i techniki do grafiki kartograficznej. Współcześnie, techniczne środki przetwarzania danych i tworzenia grafiki map zmieniły istotnie proces tworzenia mapy. Do najważniejszych zmian należy zniesienie odrębności między pracami redakcyjnymi a pracami graficznymi oraz powiązanie kartografii z systemami informacji geograficznej (GIS), których istotą są cyfrowe bazy danych geograficznych. W związku z tym zdecydowanie wzrosła w kartografii funkcja rejestracyjna (inwentaryzacyjna) i porządkująca przestrzeń geograficzną, a jej rola poznawcza zmieniła swój pierwotny charakter. Dzięki informatyzacji procesu kartograficznego dominuje w niej wyraźnie wykrywanie i wyjaśnianie związków przestrzennych oraz stanu zjawisk i procesów (Pawlak 2002).

Przez wiele dziesięcioleci głównym ograniczeniem w przygotowaniu opracowań kartograficznych była dostępność danych pierwotnych (m.in. zdjęć lotniczych i satelitarnych), które poddane technikom fotogrametrii stanowiły podstawę opracowania map. Obecnie rozwój fotografii (w tym coraz bardziej zaawansowanych i łatwo dostępnych cyfrowych aparatów fotograficznych) i technologii informacyjnych znacznie uprościł i upowszechnił pozyskiwanie fotogramów pozwalających na przygotowanie baz danych przestrzennych, stanowiących podstawę i istotę badań geograficznych. Szczególnie w geografii osadnictwa duża część informacji przestrzennej, charakterystycznej dla tradycyjnego procesu kartograficznego, ulegała zgeneralizowaniu i pominięciu. Z kolei wykorzystanie tradycyjnej fotogrametrii było jeszcze do niedawna nieopłacalne dla małych obszarów – ze względu na wysoki koszt obrazowania tą metodą. Współcześnie ogromny postęp technologiczny (nowe metody i techniki badawcze w kartografii, fotogrametrii, fotointerpretacji i teledetekcji) daje geografom dostęp do niewiarygodnej ilości danych przestrzennych. Powszechna „produkcja" informacji przestrzennych, której doświadczamy na przełomie XX i XXI w. pozwala geografom na podejmowanie badań i rozwiązywanie problemów, które niegdyś były trudne do realizacji – przede wszystkim ze względu na ich czaso- i kosztochłonność.

W artykule omówiono fotogrametrę bliskiego zasięgu w budowie modeli 3D i geowizualizacji oraz ich wykorzystania w badaniach osadniczych. Modele i wizualizacje 3D (należące do grupy geoprzedstawień), które wykraczają poza tradycyjne definicje mapy, pozostają jednak w sferze zainteresowań kartografii, gdyż stanowią prezentację przestrzeni ziemskiej – por. Kowalski 2002, s. 137; Kozieł 2001. Rekonstrukcja trójwymiarowych realistycznych modeli obiektów z obrazów cyfrowych jest od wielu lat tematem badań różnych dziedzin naukowych. Rozwój tego modelowania jest stymulowany przez pojawienie się nowych technologii i narzędzi. Współczesne systemy pomiarowe bliskiego zasięgu bazują wyłącznie na bezpośrednim sposobie akwizycji obrazów. W celu uzyskania całej po-

wierzchni modelu wymagana jest ciągłość rejestracji kolejnych obrazów wykonanych z odpowiednim pokryciem. Odpowiadające punkty na kolejnych obrazach określają współrzędne 3D poprzez odpowiednie przecięcie promieni homologicznych. Dopasowanie obrazów sprawia, że proces staje się bardziej dokładny i szybki (Zawieska 2013, s. 295–296).

Przykładowe prezentacje mają na celu zwrócenie uwagi na coraz łatwiejszy i powszechniejszy dostęp do danych przestrzennych, które dzięki użyciu narzędzi i technik komputerowych z jednej strony stanowić mogą materiał źródłowy do badań, z drugiej umożliwiają opracowanie finalnych form przekazu informacji geograficznej o wysokich walorach estetycznych i poznawczych.

2. FOTOGRAMETRIA BLISKIEGO ZASIĘGU – JEJ ISTOTA I STOSOWANIE

Jak podają Adamczyk i Będkowski (2007, s. 9), zgodnie z definicją przyjętą w roku 2000 na Kongresie ISPRS (*International Society of Photogrammetry and Remote Sensing*) w Amsterdamie, fotogrametria to „(…) *sztuka, nauka i technologia pozyskiwania wiarygodnych informacji ze zdalnych systemów obrazujących o Ziemi, jej środowisku oraz innych obiektach fizycznych i procesach poprzez nagrywanie, pomiary, analizę i wizualizację*". W praktyce, informacje o środowisku pozyskiwane są w sposób pośredni ze zdjęć wykonywanych ze stanowisk naziemnych, samolotu lub statków kosmicznych. Początki fotogrametrii sięgają połowy XIX wieku, a jej intensywny rozwój w kolejnych dziesięcioleciach stał się możliwy dzięki postępowi technologicznemu, szczególnie w zakresie fotografii i aeronautyki. W dobie cyfrowej rejestracji obrazów i dronów, dokładność metod fotogrametrycznych dorównuje pomiarom bezpośrednim, co znacznie zwiększa ich użyteczność (Kurczyński, Preuss 2003).

Fotogrametria bliskiego zasięgu stanowi dział fotogrametrii, w której obrazowanie odbywa się z odległości nieprzekraczającej 300 m. Fotogrametria bliskiego zasięgu wywodzi się z fotogrametrii naziemnej (rejestracja wykonywana ze stanowisk naziemnych) i często utożsamiana jest z fotogrametrią nietopograficzną (najczęściej inżynieryjną), której przedmiotem pomiaru jest położenie, kształt, deformacja czy ruch różnych obiektów, konstrukcji, detali maszyn itp. Pomimo że fotogrametria naziemna pierwotnie wykorzystywana była do opracowania map odległych masywów górskich, a w latach 60. wieku XX rozpoczęło się w Polsce jej powszechne wykorzystywanie przy budowie kopalń odkrywkowych, to obecnie powszechna dostępność dronów (bezzałogowych statków powierzchnych) pozwala na obrazowanie z powietrza obiektów z niewielkiej odległości.

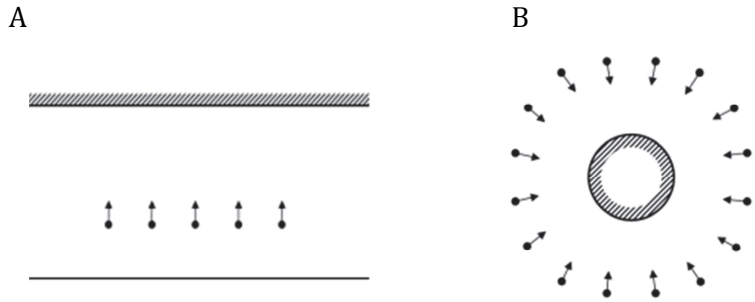
Jak już wspomniano, fotogrametria bliskiego zasięgu ma głównie zastosowania w naukach inżynieryjnych. Fotogrametria inżynieryjna, stanowiąca uzupełnienie klasycznych metod geodezyjnych, okazuje się często nie-

zastąpioną metodą pomiarową, co wynika z jej zalet uwydatniających się zwłaszcza przy pomiarach przemieszczeń różnych konstrukcji i obiektów kubaturowych. Do najważniejszych zalet fotogrametrii należą: równoczesność fotograficznej rejestracji wszystkich szczegółów, krótki czas prac polowych i przeniesienie większości prac do laboratorium, co sprzyja staranności pomiarów i zmniejsza koszty, oraz dokumentalna wartość fotogramu (nie jest obciążony błędami obserwatora). W związku z tym metody fotogrametrii inżynieryjnej są stosowane m.in. do pomiarów ugięć elementów nośnych hal, mostów i wiaduktów, odkształceń wysokich budowli (kominów, masztów, wież) czy do bardzo dokładnych pomiarów kształtu obiektów wielkokubaturowych (zbiorników, chłodni kominowych), radioteleskopów, statków, oraz rozmaitych urządzeń przemysłowych (Bernasik, Mikrut 2007).

Wymienione zalety fotogrametrii bliskiego zasięgu, poza zastosowaniami w przemyśle czy budownictwie, pozwalają na jej wykorzystanie również w innych dziedzinach. Coraz powszechniej (zwłaszcza w krajach wysokorozwiniętych) fotogrametria jest wykorzystywana przez architektów i urbanistów oraz archeologów. Do metod fotogrametrii sięga się przy wykonywaniu prac dokumentacyjnych i inwentaryzacyjnych – zarówno w przypadku detali architektonicznych, jak i całych budynków czy założeń urbanistycznych (por. m.in. Sawicki i in. 2000; Arias i in. 2005; Yilmaz i in. 2008; Martínez i in. 2012).

3. ZASTOSOWANIE FOTOGRAMETRII BLISKIEGO ZASIĘGU DO OBRAZOWANIA FORM OSADNICZYCH

Dzięki swoim walorom fotogrametria bliskiego zasięgu może być wykorzystywana również w badaniach geograficzno-osadniczych. Podstawowym zastosowaniem fotogrametrii bliskiego zasięgu jest inwentaryzacja i możliwość wykonywania większości prac w warunkach kameralnych. Wykonanie w odpowiedni sposób fotografii badanego obszaru pozwala na udokumentowanie stanu środowiska w danym momencie i prowadzenie dalszych prac badawczych z wykorzystaniem technik komputerowych i specjalistycznego oprogramowania. W przypadku fotogrametrii naziemnej istnieją dwie możliwości obrazowania badanych obiektów (ryc. 1), przy założeniu, że wykonywane zdjęcia powinny się na siebie nakładać w 60%. Pierwszy sposób polega na wykonaniu zdjęć wzdłuż przyjętej osi (np. ulicy czy osi urbanistycznej) i pozwala, w zależności od przyjętych założeń, na uzyskanie obrazu fasady budynków, pierzei ulicy lub ramy krajobrazowej. Sposób drugi wykorzystywany jest do uzyskania modelu pojedynczych obiektów, jakimi mogą być np. budynki czy całe założenia urbanistyczne (kwartał zabudowy lub niewielka wieś).



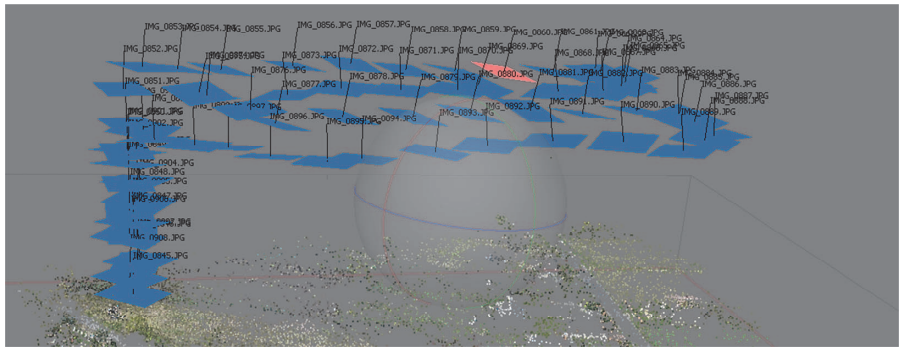
Ryc. 1. Stanowiska fotografowania względem obiektów: fasady (A) oraz obiektu wyizolowanego (B)
Źródło: opracowanie własne na podstawie *Agisoft PhotoScan*... 2016

Dla nieco większych obszarów zasadne jest wykorzystanie fotogrametrii lotniczej, która niegdyś była trudnodostępna. Obecnie nawet nieprofesjonalny dron, którego koszt wynosi kilkaset złotych (ryc. 2), wyposażony w przeciętnej klasy fotograficzny aparat cyfrowy, pozwala na wykonanie zdjęć z wysokości kilkudziesięciu metrów, których jakość w przypadku badań geograficznych jest w pełni satysfakcjonująca. Zarówno zdjęcia naziemne, jak i lotnicze powinno się wykonywać aparatem wyposażonym w odbiornik GPS, co znacznie usprawnia dalszy proces obróbki danych, lub na wykonywanych zdjęciach oznaczyć należy fotopunkty o znanych współrzędnych geograficznych bądź innych, które można przetransformować do przyjętego układu współrzędnych.

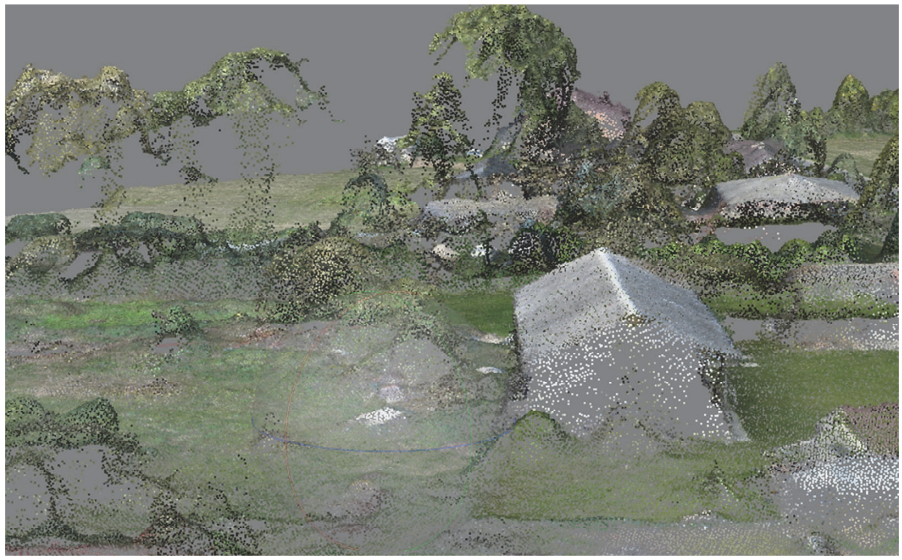
Ryc. 2. Nieprofesjonalny dron
Źródło: fotografia własna

Kolejny etap prac polega na wprowadzeniu fotoobrazów do specjalistycznego oprogramowania komputerowego. W tym przypadku skorzystano z oprogramowania *Agisoft PhotoScan Professional* dedykowanego dla fotogrametrii i modelowania 3D. Wykorzystanie tego oprogramowania daje możliwość wizualizacji i budowania modeli geometrycznych z nieme-

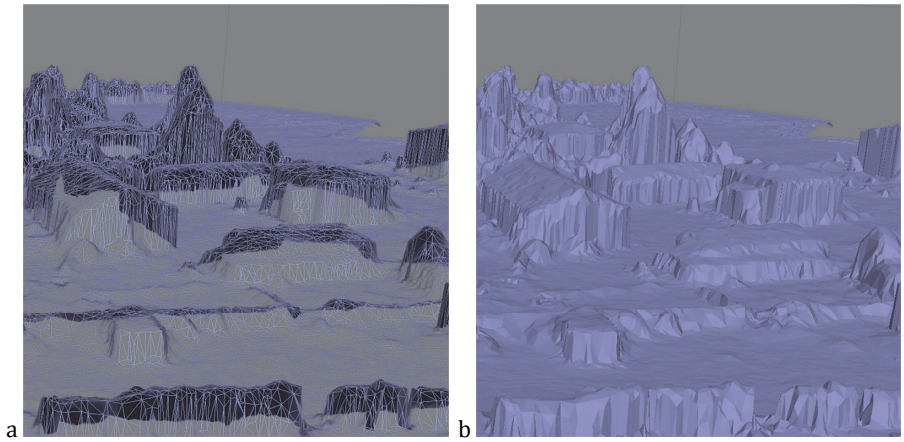
trycznych zdjęć cyfrowych, a wykorzystanie aparatu z funkcją GPS eliminuje konieczność określania współrzędnych stanowisk fotografowania i środków rzutów środkowych, gdyż cały proces fotogrametryczny jest w pełni zautomatyzowany, przy zachowaniu możliwości ustawień i modyfikacji parametrów. Procedura wykorzystywana w aplikacji *Agisoft PhotoScan Professional* zakłada wczytanie zdjęć oraz ich wyrównanie i ułożenie w środowisku cyfrowym (ryc. 3), budowę chmury punktów, z których każdy zawiera informację o współrzędnych geograficznych, wysokości i kolorze (ryc. 4) oraz rekonstrukcję powierzchni. Rekonstrukcja powierzchni opiera się na budowie siatki trójkątów na podstawie chmury punktów. Aplikacja daje również możliwość wyświetlenia zrekonstruowanej powierzchni w postaci szkieletowej (ryc. 5a) lub ciągłej tonowanej barwą (ryc. 5b).



Ryc. 3. Płaszczyzny wykonanych zdjęć przedstawione w środowisku cyfrowym
Źródło: opracowanie własne



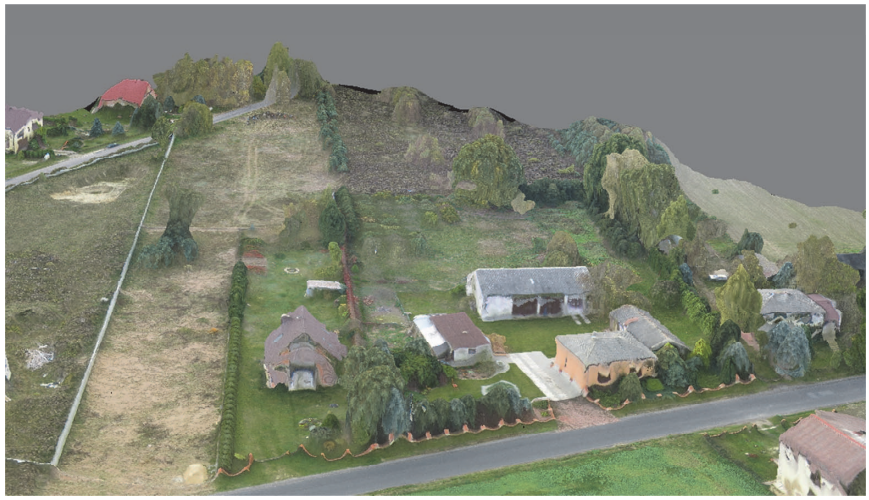
Ryc. 4. Chmura punktów otrzymanych z wykonanych zdjęć
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 5. Zrekonstruowana powierzchnia: a) szkielet, b) ciągła tonowana barwą
Źródło: opracowanie własne

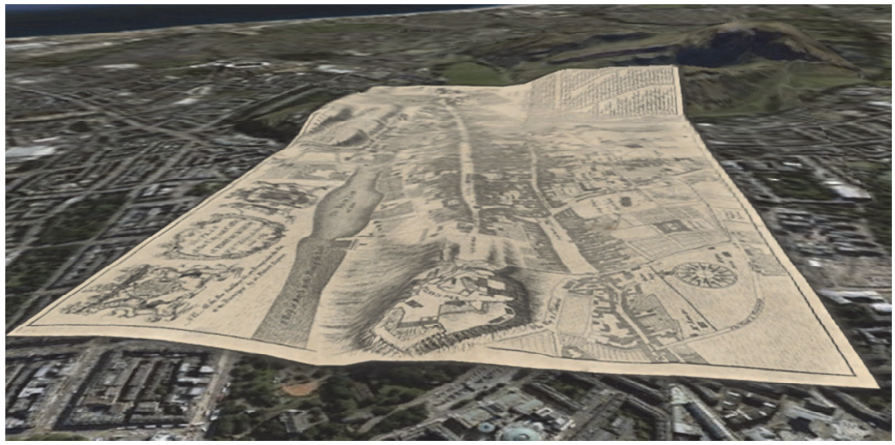
Ostatnim etapem prac jest osadzenie na opracowanym modelu wykonanych zdjęć bądź to w postaci ortofotomapy (ryc. 6), bądź trójwymiarowej wizualizacji (ryc. 7), którą można w dowolny sposób „eksplorować" w aplikacji *Agisoft PhotoScan Professional* lub zapisać w formie aktywnego pliku PDF, przy zachowaniu możliwości zmiany skali i perspektywy opracowanego modelu. Dzięki temu wizualizacja staje się w pełni dostępna nawet dla użytkowników nieposiadających profesjonalnego oprogramowania komputerowego.

Ryc. 6. Fragment ortofotomapy miejscowości Rochna (woj. łódzkie)
Źródło: opracowanie własne

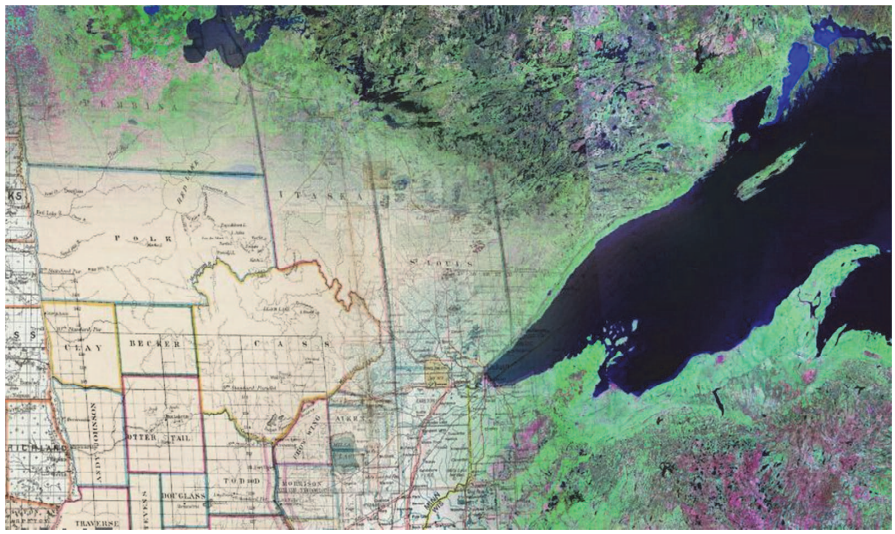


Ryc. 7. Fragment modelu 3D miejscowości Rochna (woj. łódzkie)
Źródło: opracowanie własne

Największe jednak zalety tej metody wiążą się z dalszym wykorzystaniem otrzymanych danych w analizach wykonywanych technikami GIS. Szczegółowe omówienie możliwych analiz GIS wykracza poza tematykę niniejszego artykułu, niemniej jednak można wskazać kilka przykładów wykorzystania w badaniach osadniczych ortofotomapy i cyfrowego modelu 3D opracowanego na podstawie fotogrametrii biskiego zasięgu. Aktualność otrzymanych danych przestrzennych pozwala analizować pod względem jakościowym i ilościowym zmiany pokrycia terenu zarówno w krótkich, jak i dłuższych okresach (w odniesieniu do istniejących danych archiwalnych). Ortofotomapa i na jej podstawie zwektoryzowane obiekty stanowić mogą przedmiot badań o charakterze morfometrycznym i morfologicznym danego obszaru – również z wykorzystaniem map historycznych. Z kolei informacja o wysokości obiektów umożliwia określenie pionowej intensywności zabudowy oraz m.in. tzw. stref widoczności (ang. *viewshed*) lub „zacienienia" (ryc. 8) i na tej podstawie identyfikowanie dominant urbanistycznych.

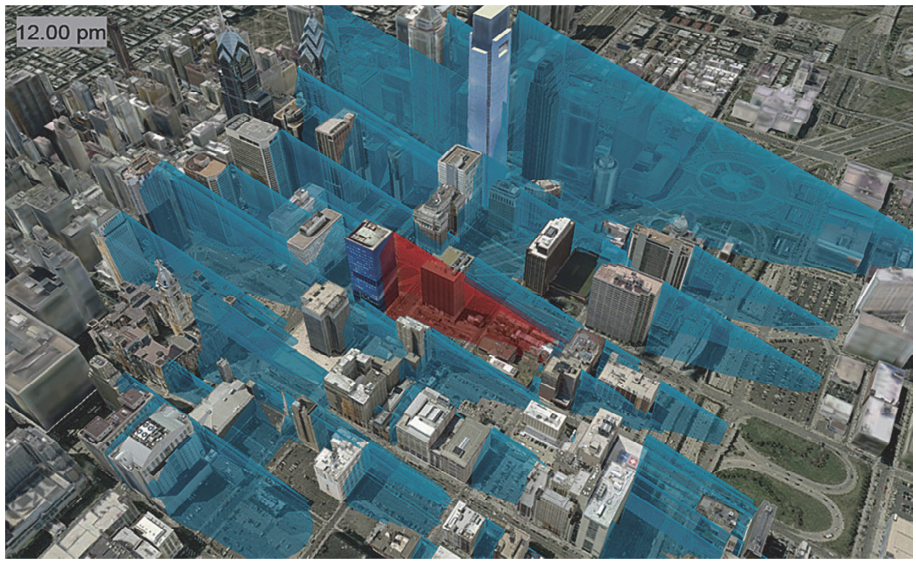


a



b

Ryc. 8. Mapa historyczna jako warstwa w analizie GIS, a) 3D, b) 2D
Źródło: https://ihrprojects.wordpress.com (a); http://www.davidrumsey.com/ (b)



Ryc. 9. Strefy zacienienia w mieście
Źródło: www.esri.com

4. PODSUMOWANIE

Dane przestrzenne wytworzone z użyciem cyfrowych technik fotogrametrycznych są w pełni kompatybilne z systemami informacji przestrzennej i programami GIS. Ortofotomapa, dodatkowo posiadająca informację o wysokości (współrzędna Z) w dowolnym jej punkcie, dzięki technikom fotointerpretacji jest materiałem źródłowym do dalszych analiz i opracowania na ich podstawie tradycyjnych map. Inwentaryzacja, a następnie wektoryzacja obiektów geograficznych, prowadzi do powstania baz danych, których opracowanie metodami tradycyjnymi w wielu przypadkach byłoby bardzo trudne bądź w ogóle niemożliwe. Cały proces, trwający od kilku do kilkunastu godzi (włączając w to prace terenowe) dokumentuje stan środowiska geograficznego w danym momencie i może być wielokrotnie powtarzany w celu uchwycenia nawet krótkookresowych zmian. Najistotniejszą zaletą stosowania fotogrametrii bliskiego zasięgu i wizualizacji 3D jest wykonywanie większości prac badawczych w warunkach kameralnych.

Środowisko, w którym żyjemy, jest tak zróżnicowane, że wykorzystując tradycyjne metody kartograficznie możemy prezentować tylko wybrane „obiekty i zjawiska" (Pasławski 2002, s. 38). W procesie tworzenia mapy duża część informacji ulega przekształceniu lub pominięciu (m.in. w wyniku procesu generalizacji), co z jednej strony jest walorem tradycyjnych opracowań kartograficznych, natomiast co do zasady może utrudniać prowadzone badania. Cyfrowy model 3D jest obecnie najdoskonalszym odwzorowaniem rzeczywistości i zapewnia badaczowi „stały" i bardziej

wszechstronny dostęp do znacznie większej ilości informacji niż tradycyjna mapa.

Walorem tej metody jest również niska kosztochłonność, a tym samym możliwość wielokrotnego jej stosowania dla danych obszarów, co umożliwia prowadzenie analiz o charakterze dynamicznym w niewielkich nawet skalach czasowych. Obserwacja zmian w środowisku niewielkich fragmentów miasta czy osiedla wiejskiego opierała się dotychczas na wykorzystaniu kosztownych i czasochłonnych metod terenowych (np. inwentaryzacji) bądź stosowaniu mniej precyzyjnych metod jakościowych, np. opisu. Wszystkie zalety metody modelowania 3D pozwalają na jej doskonałe użycie właśnie w badaniach mikroprzestrzennych.

Fotogrametria bliskiego zasięgu jest metodą alternatywną dla wciąż kosztochłonnego skaningu laserowego, który wykorzystuje promień lasera do pozyskania chmury punktów osadzonych w przyjętym układzie współrzędnych. Obie metody (innowacyjne) są stosowane m.in. w badaniach z zakresu geografii fizycznej (geomorfologia), jednak z powodzeniem można je wykorzystać również w badaniach geograficzno-osadniczych. Zastosowanie fotogrametrii bliskiego zasięgu w tego typu badaniach pozwala (na podstawie odpowiednio wykonanych zdjęć) uzyskać chmurę punktów i trójwymiarowy model analizowanej przestrzeni, który z kolei może być punktem wyjścia do przestrzennych analiz morfologicznych i morfometrycznych. Dane uzyskane z aplikacji stosowanych w fotogrametrii bliskiego zasięgu (*Agisoft PhotoScan Professional*) są kompatybilne z aplikacjami GIS, co otwiera możliwości dalszych analiz i odkrywania głębokich (niewidocznych) struktur przestrzennych zjawisk i procesów.

LITERATURA

Adamczyk J., Będkowski K., 2007, *Metody cyfrowe w teledetekcji*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, 2016, http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_2_en.pdf [dostęp: 02.2016].

Arias P., Herraez J., Lorenzo H., Ordonez C., 2005, *Control of structural problems in cultural heritage monuments using close-range photogrammetry and computer methods*, „Computers and Structures", 83, s. 1754–1766.

Bernasik J., Mikrut S., 2007, *Fotogrametria inżynieryjna*, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Kraków.

Jędrzejczyk D., 2004, *Geografia humanistyczna miasta*, Wydawnictwo Akademickie Dialog, Warszawa.

Kowalski P. J., 2002, *Kartografia dynamiczna – wyzwania metodyczne i techniczne,* [w:] W. Pawlak (red.), *Świat mapy – świat na mapie*, Uniwersytet Wrocławski, Pracowania Atlasu Dolnego Śląska i Zakład Kartografii, Wrocław.

Kozieł Z., 2001, *Geokompozycje jako ujęcia wideograficzne*, „Polski Przegląd Kartograficzny", t. 33, nr 4, s. 315–327.

Kurczyński Z., Preuss R., 2003, *Podstawy fotogrametrii*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Maik W., 1998, *Metodologia polskiej geografii osadnictwa,* [w:] J. Kaczmarek (red.), *Metodologia polskiej geografii osadnictwa na przełomie wieków*, X Konwersatorium Wiedzy o Mieście, ŁTN, Łódź, s. 7–14.

Maik W., 2005, *Wprowadzenie* [w:] S. Liszewski, W. Maik, *Rola i miejsce geografii osadnictwa i ludności w systemie nauk geograficznych*, Studia i Materiały Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz, s. 9–17.

Martínez J., Soria-Medina A., Arias P., Buffara-Antunes A. F., 2012, *Automatic processing of Terrestrial Laser Scanning data of building façades*, „Automation in Construction", 22, s. 298–305.

Pasławski J., 2002, *Obiekty i zjawiska w rzeczywistości i na mapie*, [w:] W. Pawlak (red.), *Świat mapy – świat na mapie*, Uniwersytet Wrocławski, Pracowania Atlasu Dolnego Śląska i Zakład Kartografii, Wrocław.

Pawlak W., 2002, *Kartografia jako składnik kultury i cywilizacji*, [w:] W. Pawlak (red.), *Świat mapy – świat na mapie*, Uniwersytet Wrocławski, Pracowania Atlasu Dolnego Śląska i Zakład Kartografii, Wrocław.

Sawicki P., Rolka J., Urbański W., 2000, *Stereofotogrametryczna inwentaryzacja obiektu architektonicznego na podstawie niemetrycznych zdjęć cyfrowych średniej rozdzielczości*, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, 11.

Suliborski A., 2005, *W poszukiwaniu geograficznej tożsamości geografii osadnictwa i ludności*, [w:] S. Liszewski, W. Maik, *Rola i miejsce geografii osadnictwa i ludności w systemie nauk geograficznych*, Studia i Materiały Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz.

Trafas K., 1999, *O roli kartografii w geografii polskiej nieco inaczej*, „Polski Przegląd Kartograficzny", 31, 1, s. 15–20.

Yilmaz H. M., Yakar M., Yildiz F., 2008, *Documentation of historical caravansaries by digital close range photogrammetry*, „Automation in Construction", s. 489–498.

Zawieska D., 2013, *Automatyczna rekonstrukcja modeli 3D małych obiektów bliskiego zasięgu*, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, 25, s. 295–302.

Close range photogrammetry – possibilities for the settelment geography new research

Summary: Nowadays, a technological progress (new methods and techniques in cartography, photogrammetry, aerial and remote sensing) gives geographers access to a huge amount of spatial data. Universal "production" of spatial information, which we experience at the turn of the century allows geographers to undertake research and problems that were once difficult to implement – mainly due to their time- and cost effectiveness. The aim of the article is to discuss the close range photogrammetry in building 3D models and geovisualization, and their use in settlement research. Exam-

ples of presentations intended to draw attention to the increasingly easier and more widespread access to spatial data, which through the use of tools and computer technology on the one hand can serve as source material for research, on the other, permit the design of the final forms of communication of geographical information about the high aesthetic and cognitive.

Keywords: close-range photogrammetry, GIS, settlement geography.