

## Wykorzystanie oprogramowania ArcGIS w analizie widoczności kamer projektowanego monitoringu osiedlowego\*

The application of ArcGIS software  
to analyze cameras visibility in monitoring systems

Ewa Dębińska, Sebastian Zaleski

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska,  
Katedra Geomatyki

**Słowa kluczowe:** analizy widoczności, lokalizacja kamer, monitoring osiedlowy  
Keywords: viewshed analysis, device location, monitoring

### Wprowadzenie

Monitoring przemysłowy, dla wielu instytucji, stanowi element pomocniczy w utrzymaniu porządku publicznego. Jest to również narzędzie, ułatwiające między innymi kierowanie ruchem drogowym i pomagające w zabezpieczeniu imprez sportowych lub kulturalnych. Coraz częściej samorządy decydują się na zastosowanie systemu monitoringu miejskiego na wybranych terenach. W celu zapewnienia maksymalnej skuteczności systemu monitoringu CCTV (ang. *Closed Circuit Television*), jego instalację powinno poprzedzić skonstruowanie konceptualnego modelu obszaru, na którym jest planowany.

Podczas opracowania takiego modelu do zamawiającego należy wskazać obszary i elementy, które będą podlegać monitorowaniu, by w wyniku analiz uzyskać informację, jak zostaną ulokowane kamery, aby ich liczba była minimalna, a efekt pracy wystarczający do założonego celu. Informacją, którą zleceniodawca powinien znaleźć w opracowaniu jest określenie terenów, które nie znajdują się w zasięgu pracy kamer oraz tych, które będą widoczne dla więcej niż jednej kamery.

Złożoność przedstawionego zagadnienia w naturalny sposób prowadzi do rozważań na temat oprogramowania. Na etapie projektu wybrane oprogramowanie powinno pozwolić na zmaksymalizowanie wydajności planowanego systemu, a jednocześnie zminimalizowanie kosztów samego projektu, jak i jego realizacji w etapie końcowym. Dzięki obecnemu rozwo-

---

\*Praca została zrealizowana w ramach Badań Statutowych nr 11.11.150.006 prowadzonych w roku 2016 w Katedrze Geomatyki Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

jowi technologii GIS i analitycznych możliwości jakie stwarza, wybór oprogramowania z tej dziedziny staje się niemalże oczywisty. We wcześniejszych pracach, których autorzy podejmują tę tematykę, zaprezentowano przykłady wykorzystania oprogramowania AutoCAD i OpenGL do realizacji projektu (Lewandowicz, 2004; Ying i in., 2002), a także charakterystykę użytych algorytmów, według których badana jest widoczność (Eckes, 2005; Gal, 2012). W niniejszej publikacji autorzy podjęli się oceny możliwości oprogramowania ArcGIS w wersji ArcInfo 10.0 z rozszerzeniem 3D Analyst, firmy Esri, do wykonania zadania, jakim jest wybór lokalizacji kamer w trakcie projektowania systemu monitoringu.

## Projekt systemu

Projektowanie monitoringu wizyjnego na określonym obszarze jest procesem złożonym i wymaga spełnienia określonych kryteriów. Prawidłowo wykonany projekt i optymalny wybór sprzętu pozwoli zminimalizować koszty wdrożenia, przy jednoczesnym zapewnieniu najwyższej skuteczności systemu. By umożliwić prawidłową pracę i wykorzystanie monitoringu ważne jest odpowiednie rozlokowanie kamer. Należy zwrócić uwagę na fakt, że po zamontowaniu kamery, jej przeniesienie może być kosztowne i pracochłonne. W wyniku błędnie zaplanowanej lokalizacji kamer, rejestrowany obraz nie będzie obejmował zasięgiem obszaru zgodnie z oczekiwaniami. Dlatego według (PN-EN 50132, 2002; www.dipol.com.pl) realizację systemu CCTV powinna poprzedzić wielokryterialna analiza. Z punktu widzenia zastosowania narzędzi GIS do planowania systemu, z katalogu wymagań, szczególnie istotny wydaje się rodzaj zagrożeń, które mają być monitorowane oraz wybór obszarów monitorowanych. Obecnie, wraz z rozwojem możliwości prezentacji danych 3D i analiz trójwymiarowych w systemach informacji geograficznej (3D GIS), rekonstrukcja miasta za pomocą modelowania trójwymiarowego jest dostępna również dla użytkowników oprogramowania z rodziny GIS. Trójwymiarowy model miasta jest dokładnym, wizualnym opisem wszystkich trwałych obiektów i ich relacji topologicznych. Stworzenie takiego modelu powinno być pierwszym etapem w planowaniu lokalizacji wszystkich elementów systemu (Ying i in., 2002).

Jednym z wiodących obecnie na rynku środowisk aplikacji graficznych 2D i 3D jest ArcGIS. Reprezentacja modelu 3D miasta wraz z realistycznym odzwierciedleniem przyległego terenu jest realizowana dzięki zaawansowanym narzędziom aplikacji ArcScene. W aplikacji ArcScene transformacja i reprezentacja widoku w przestrzeni 3D odbywa się w przystępnych normach czasowych, a narzędzia do obsługi widoku 3D oferują szerokie spektrum wizualizacji wyniku. Z tego powodu, aplikacja ArcScene stanowi dobre narzędzie dla projektantów systemu monitoringu CCTV do sprawdzenia wszystkich zakresów widzenia kamer w modelu 3D.

## Metodyka pracy

Na potrzeby analizy widoczności kamer projektowanego monitoringu przemysłowego opracowano projekt 3D kampusu akademickiego oraz przyjęto, iż priorytetem wśród obszarów monitorowanych są ciągi ruchu pieszego, tereny zielone bezpośrednio przyległe do alejek oraz parkingi. Początkowo model kampusu został opracowany jako dwuwymiarowy i zakładał uwidocznienie podstawowych obiektów miasteczka wraz z obiektami małej archi-

tektury. Zdefiniowane obiekty skategoryzowano do trzech grup: punkty obserwatora (kamery), przeszkody (budynki, żywopłot, fontanna, las), elementy dekoracyjne (wszystkie pozostałe). Obiektom, których funkcja była inna niż dekoracyjna, zdefiniowano atrybuty opisowe. Do najważniejszych można zaliczyć parametry widzialności kamer oraz atrybut wysokości dla budynków, ogrodzeń i żywopłotów. Model kampusu utworzono jako dwuwymiarowy (w formacie grid) oraz trójwymiarowy. Modele te potraktowano jako niezależne obszary badawcze. Różnica występuje w zapisie i prezentacji danych oraz w obecności elementów dekoracyjnych w modelu 3D.

W pierwszym wariantcie wykonano konwersję obiektów z klas obiektów geobazy na model rastrowy, w drugim utworzono model z obiektami 3D. Wspomniany zabieg pozwolił na przeprowadzenie analiz z wykorzystaniem dwóch niezależnych grup narzędzi do badania widoczności. W efekcie analizy przeprowadzono dwutorowo, a ich wyniki pozwoliły na wykonanie oceny, przez zestawienie wad i zalet poszczególnych rozwiązań.

## Rastrowe analizy widoczności

Badanie widoczności w środowisku rastrowym ma swoje podłoże w analizach architektury krajobrazu, czyli opracowań małoskalowych. Podjęto jednak próbę wykonania analiz w badanym zakresie. W tym celu utworzono raster pokrycia oraz wysokości terenu o pikselu wielkości 20×20 cm. Raster ten wizualizował zarówno powierzchnię terenu, jak i wszelkie obiekty trwałe, będące przeszkodami w analizach widoczności. Wartości pikseli tego rastra odpowiadają ich wysokościami w metrach, poziom gruntu otrzymał wartość „0”.

Jak już wspomniano, w zasięgu widoczności kamer powinny znaleźć się w szczególności ciągi komunikacyjne dla pieszych oraz drogi i parkingi. Wstępne analizy potwierdziły, iż liczba 23 kamer powinna być wystarczająca dla analizowanego terenu, by wymogi projektowe dla widoczności systemu monitoringu zostały spełnione. Zaprojektowano dwa zestawy lokalizacji kamer, aby po otrzymaniu wyników móc je zestawić ze sobą i w końcowym kroku wybrać korzystniejsze rozwiązanie. Decydującym czynnikiem będzie optymalne pokrycie wybranych elementów strefami widocznymi dla kamer (Murray i in., 2005). Montaż większości rejestratorów przewidziano na ścianach budynków, a w trzech przypadkach na słupach betonowych (rys. 1).

Do analizy terenów widocznych z poszczególnych kamer wykorzystano narzędzie *Viewshed*. Zaimplementowane w nim funkcje i algorytmy pozwalają na określenie liczby punktów obserwacji, z których jest widoczna każda komórka rastra wejściowego. W efekcie przypisywany jest jej atrybut o wartości wskazującej liczbę punktów obserwacji, dla których jest widoczna. Wszystkie niewidoczne otrzymują zatem wartość „0”. W analizowanym przykładzie za punkty obserwacji wybrano zaprojektowane kamery ([www.help.arcgis.com](http://www.help.arcgis.com)).

W używanym narzędziu analitycznym *Viewshed* możliwe jest określenie różnych elementów w zestawie danych, odpowiadających parametrom kamer, które będą miały wpływ na ograniczenie obszaru obserwowanego z każdego punktu. Do tego celu wykorzystano wcześniej zdefiniowane atrybuty kamer, takie jak: wysokość montażu kamer i terenu, poziomy kąt zasięgu skanowania, pionowy kąt zasięgu skanowania oraz maksymalną odległość skanowania. Wynik analizy zaprezentowano na rysunku 2.

Analizy w środowisku 2D wykonano w aplikacji ArcMap 10.0.

Analiza wizualna pozwoliła stwierdzić, że druga propozycja gwarantuje większe pokrycie terenu przy zastosowaniu tej samej liczby rejestratorów. Biorąc pod uwagę drogi dojazdowe oraz chodniki dla pieszych, w pierwszym przypadku pokrycie widocznością jest na poziomie 52%, natomiast w drugim 70%.

Wyniki uzyskane przez przeprowadzenie analiz *Viewshed* są czytelne, łatwe do zinterpretowania i porównania.

## Wektorowe analizy widoczności

Analiza widoczności z poziomu aplikacji ArcScene pozwala na nawigację w przestrzeni 3D co ułatwia odbiór informacji przestrzennej i stwarza większe możliwości w identyfikacji wyników geoprzetwarzania. Dodatkowym atutem aplikacji jest to, że zbudowany model kampusu akademickiego można wzbogacić o tekstury i różnego rodzaju elementy dekoracyjne. Te cechy sprawiają, że analizy „wzrokowe” stają się bardziej czytelne dla odbiorcy i ułatwiają pojęcie całego modelu w skali, a także pozwalają na dodatkową ocenę jakościową lokalizacji każdej kamery.

Najważniejszym narzędziem wykorzystanym w tej części analiz było *Line of Sight*, badające widzialność między parami punktów ze względu na ich położenie w przestrzeni 3D w odniesieniu do powierzchni lub wskazanych obiektów. Warunkiem jego wykorzystania było utworzenie obiektów wielopowierzchniowych (ang. *multipatch*) dla obiektów stanowiących przeszkody, czyli przechowujących dane przestrzenne budynków, żywopłotów oraz fontanny. W celu przeprowadzenia analizy widoczności dla 23 punktów projektowanych kamer zbudowano w aplikacji ModelBuilder model geoprzetwarzania (rys. 3). Na potrzeby analizy wyników oraz skuteczności działania utworzonego modelu, wykonano obliczenia widoczności na wysokości terenu oraz 1 metra powyżej terenu. Do obliczeń użyto drugiego zestawu kamer, ponieważ jak pokazała pierwsza metoda – daje lepsze efekty na badanym obszarze.

Wyniki przetwarzania utworzonego modelu to linie widoczności utworzone dla każdej kamery (rys. 4). Linie te przechowują informacje o: numerze identyfikacyjnym punktu, z którego zostały wyznaczone (ID kamery), widoczności „celu”, czyli założonej granicy widoczności oraz numerze każdej napotkanej przeszkody (ID obiektu multipatch).

Zbudowany w środowisku 3D model kampusu, pozwala na zmianę perspektywy i nawigację na jego terenie.

Zaprezentowane widoki pokazują niedoskonałości zastosowanej metody w przypadku obecności drzew i krzewów reprezentowanych w geobazie za pomocą warstwy punktowej – niewchodzącej w skład przeszkód terenowych. Widoki te pozwalają jednak projektantowi na dodatkową ocenę wzrokową, co w przypadku projektowanego systemu monitoringu jest dodatkowym etapem kontroli jakości.

## Porównanie wyników analiz

W przypadku prac w przestrzeni 2D w aplikacji ArcMap wykorzystane narzędzia umożliwiły ocenę stref widoczności z każdego wskazanego punktu. W końcowym wyniku geoprzetwarzania otrzymano raster widoczności o wartościach pikseli odpowiadających liczbie kamer, z których są widoczne. Nałożenie wynikowego rastra na warstwy wejściowe i usta-

wienie jego przezroczystości gwarantuje czytelny odbiór. Zaprezentowana metoda jest przyjazna użytkownikowi ze względu na niewielką liczbę warstw niezbędnych do otrzymania wyniku oraz kroków jakie należy wykonać, aby otrzymać wynik końcowy. Metoda ta jednak nie dla każdego obszaru jest skuteczna, gdyż niesie też ze sobą konieczność dodatkowej wzrokowej analizy badanego terenu. W niektórych przypadkach obszary wyznaczone jako niewidoczne, w rzeczywistości znajdują się w zasięgu kamery. Wynika to z faktu, że zastosowane narzędzie *Viewshed* tworzy raster widoczności, tylko i wyłącznie dla poziomego terenu.

Natomiast narzędzia wykorzystane w aplikacji ArcScene zostały ocenione jako doskonałe do pracy w środowisku 3D, a utworzony model geoprzetwarzania zrealizował zadanie w sposób prawidłowy. Konieczna jednak była dodatkowa kontrola wyników z punktu mocowania każdej kamery. Warto zwrócić uwagę, że dzięki trójwymiarowemu modelowi kampusu, użytkownik jest w stanie w pełni ocenić jakość projektowanego systemu oraz wpływ wszelkich przeszkód, nie branych pod uwagę przez zastosowane narzędzia, na faktyczną widoczność z poszczególnych kamer monitoringu.

Funkcjonowanie modelu obliczeniowego sprawdzono wyznaczając linie widoczności do granic zasięgu kamery na różnych poziomach wysokości: na poziomie gruntu oraz na poziomie 1 metra wysokości nad terenem. Generowane wyniki są poprawne i zadowalające. Różne rezultaty otrzymywane przy zmianie poziomu wyznaczania granic i maksymalnego zasięgu świadczą o tym, że zbudowany model geoprzetwarzania właściwie konstruuje polilinie 3D przy zachowaniu zależności między nimi a przeszkodami (rys. 5). Umożliwia to wykorzystanie wyników i ich dalszą obróbkę w programach należących do środowiska GIS.

W tabeli zawarto zestawienie zalet i wad wykorzystanych metod. Dodatkowo warto zauważyć, że wynikowy raster z analiz 2D przedstawia jedynie widoczność na poziomie terenu

**Tabela.** Zestawienie wad i zalet wykorzystanych metod

Wykorzystana metoda/aplikacja	Zaprezentowane metody	
	Wady	Zalety
Analizy widoczności w oparciu o dane rastrowe / ArcMap	Strefy widoczności wyznaczone jedynie na poziomie terenu	Prosta i szybka metoda uzyskania stref widoczności
	Brak możliwości zmiany perspektywy	Nieskomplikowane przygotowanie danych i projektu
	Metoda ta wykorzystuje jedynie elementy stałe na analizowanym obszarze: budynki, żywopłoty i elementy architektury takie jak np. fontanna	Możliwość pokazania wyników na mapie wraz z dodatkowymi elementami opisowymi (widok kompozycji)
	Brak możliwości przeprowadzenia dokładnych analiz wzrokowych koniecznych w przypadku obecności np. zadrzewienia	Niskie wymagania sprzętowe
Analizy widoczności w oparciu o dane wektorowe 3D / ArcScene	Operacje geoprzetwarzania wymagają użycia komputera o wysokich parametrach	Możliwość dostosowania parametrów modelu (narzędzie geoprzetwarzania)
	Długi czas przygotowania projektu	Nawigacja i zmiana perspektywy
	Spowolniona nawigacja w przypadku utworzenia dużej liczby linii widoczności	Prezentacja wyników w środowisku zbliżonym do rzeczywistości
	Wykorzystanie do analiz jedynie elementów stałych: budynki, żywopłoty i elementy architektury takie jak np. fontanna	Możliwość przeprowadzenia analiz wzrokowych otrzymanych wyników

i to, który jego fragment będzie widoczny z punktu obserwatora. Natomiast linie widoczności jako obiekty trójwymiarowe (polilinie 3D) zachowują ciągłość na całym przebiegu, aż do punktu przecięcia z przeszkodą lub terenem. Analiza obu metod w aplikacji ArcMap wymaga od użytkownika podstawowej wiedzy z zakresu działania wykorzystanych narzędzi oraz metodyki działania.

Obie analizowane metody wykazują zalety i wady, dlatego autorzy proponują, by analizy widoczności na potrzeby monitoringu wizyjnego z wykorzystaniem narzędzi GIS przeprowadzać w modelu hybrydowym (rys. 6). Do wstępnej lokalizacji kamer i wyznaczenia stref zasięgu więcej niż jednej kamery idealnie sprawdzają się analizy z wykorzystaniem modelu GRID. Natomiast do szczegółowych analiz widoczności i prezentacji wyników dla zamawiającego najlepsze efekty dają narzędzia dostępne w poziomu aplikacji ArcScene. Zestawienie obu metod pozwala na dokładną analizę jakości projektowanego systemu monitoringu oraz minimalizuje wady jakimi obarczone są prezentowane metody.

## Wnioski

W ostatnich latach zauważa się coraz szersze grono użytkowników systemów GIS. Zjawisko to, znajduje odzwierciedlenie w zastosowaniach narzędzi GIS w branżach, które do tej pory nie były kojarzone z systemami informacji przestrzennej. Dzieje się tak również w przypadku projektowania monitoringu osiedlowego, dla którego autorzy proponują zastosowanie rozwiązań oferowanych w ramach pakietu ArcGIS.

Prace zostały wykonane dwutorowo, w pierwszym wariantcie w środowisku 2D, w drugim – 3D. Wyniki przeprowadzonych badań dowodzą, że na etapie projektowania systemu monitoringu można z powodzeniem wykorzystać narzędzia GIS zarówno do zaplanowania lokalizacji kamer, jak również jako mechanizm do oceny jakości wybranych pozycji. Jednak przed ostateczną decyzją dotyczącą wyboru metody planowania systemu monitoringu, warto uwzględnić ograniczenia narzędzi przez nią wykorzystywanych.

Pierwszy wariant, w którym prace prowadzono w środowisku 2D, nie może zostać uznany za metodę kompletną. Otrzymany jako wynik raster widoczności nie odzwierciedla stanu widoczności zgodnie z rzeczywistością – wynik otrzymano jedynie dla poziomu gruntu.

Jak pokazały przedstawione w artykule prace, ograniczenia metody 2D, nie występują dla drugiej zastosowanej metody. Praca w środowisku 3D pozwala na określenie wysokości, do której wyznaczane są linie widoczności oraz na wykonanie dodatkowych analiz wzrokowych z każdego punktu, oznaczającego lokalizację kamery. Dzięki tej funkcjonalności możliwe jest wykonanie precyzyjnej oceny jakościowej położenia kamer z wysoką precyzją. Wspólnym, a jednocześnie najsłabszym punktem obu metod jest brak możliwości uwzględnienia odrzewienia w analizach przestrzennych. Dlatego też, istotne jest szczegółowe opracowanie modelu terenu, na którym planowany jest system monitoringu, z wykorzystaniem dostępnych w bibliotece programowej symboli drzew. Modele drzew w przybliżonym stopniu pomogą zobrazować stan faktyczny, przez co wpływ wspomnianego ograniczenia jest minimalizowany podczas dodatkowych analiz wzrokowych. W przedstawionych pracach nie została uwzględniona sezonowa zmienność pokrywy roślinnej, która również przekłada się na widoczność z każdej kamery.

Zaproponowany w pracy model hybrydowy, powstały po połączeniu obu opisanych metod, gwarantuje maksymalną skuteczność systemu przy jednoczesnym obniżeniu kosztów jego

wdrażania. Wspomniany model pozwala na modyfikację początkowych założeń, takich jak zmiana położenia kamer i ich parametrów, co jest szczególnie istotne przy projektach na obiektach zabytkowych lub nowych budynkach, gdzie montaż rejestratora wiąże się z ingerencją w elewację budynku. Wówczas zmiany lokalizacji kamer mogą być niedopuszczalne.

Uzyskane wyniki badań, odnoszące się do przykładowego rejonu, mogą stanowić uzasadnienie efektywności przedstawionej metodyki w przypadku większych obszarów, umożliwiając tym samym uzyskanie informacji o widoczności bez potrzeby dokonywania obserwacji bezpośrednio w terenie.

Wykonanie opisanych analiz wymagało dobrej znajomości zaawansowanych narzędzi w oprogramowaniu ArcGIS. Warto zaznaczyć, że wykorzystane aplikacje, w tym w szczególności ArcScene oferują bardzo dobre narzędzia do wizualizacji wyników, a także umożliwiają wykonanie wielokrotnych iteracji i eksperymentów zarówno w zakresie parametrów obiektów, jak i ich lokalizacji. Wybrane metody przetwarzania danych pozwoliły na prezentację zasięgu widoczności kamer w czytelny i zrozumiały sposób, również dla osób nie zajmujących się profesjonalnie GIS-em, a wśród takiej grupy mogą się znaleźć osoby zamawiające analizę widoczności kamer monitoringu. W dalszych pracach autorzy planują poszerzyć warsztat badawczy o oprogramowanie z rodziny *open source*, pozwalające na badanie widoczności.

### Literatura

- Eckes K., 2005: Analiza i planowanie dozoru terenu za pomocą narzędzi GIS i CAD. *Roczniki Geomatyki* t. 3, z. 1: 27-39, PTIP, Warszawa.
- Gal O., Doytsher Y., 2012: Fast and Accurate Visibility Computation in a 3D Urban Environment GEOProcessing. The Fourth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services.
- Lewandowicz E., 2004: Designing cameras location for surveillance system in urban area. *Roczniki Geomatyki* t. 2, z. 1: 108-113, PTIP, Warszawa.
- Murray A., Kim K., Davis J., Machiraju R., Parent R., 2005: Coverage optimization to support security monitoring. Dostęp 12.2015 r. <http://web.cse.ohio-state.edu/~jwdavis/Publications/ceus07.pdf>
- PN-EN 50132-7:2002 (U) Systemy alarmowe – Systemy dozoru CCTV stosowane w zabezpieczeniach, Część 7: Wytyczne stosowania.
- Ying M., Jingjue J., Fulin B., 2002: 3D-City model supporting for CCTV monitoring System. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 34, Part 4.
- Zaleski S., 2013: Wykorzystanie oprogramowania ArcGIS w analizie widoczności kamer projektowanego monitoringu przemysłowego. Praca magisterska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Katedra Geomatyki.

Źródła internetowe (dostęp 12.2015 r.)

[www.dipol.com.pl](http://www.dipol.com.pl)

[www.help.arcgis.com](http://www.help.arcgis.com)

### Streszczenie

*Monitoring wizyjny (ang. CCTV – Closed Circuit Television) stosowany jest w Polsce od lat 70. XX wieku. Początkowo wykorzystywany był w obiektach, charakteryzujących się wysokim współczynnikiem drobnej przestępczości tj. kradzieże, pobicia. Obecnie trudno znaleźć miejsce w przestrzeni publicznej, które nie jest monitorowane. Z monitoringu korzystają instytucje publiczne, zarządy dróg, wspólnoty mieszkaniowe, prywatni właściciele.*

*Jednak by monitoring był efektywny, konieczna jest wnikliwa analiza lokalizacji kamer już na etapie projektu. Wykorzystując zaawansowane narzędzie GIS oraz mając do dyspozycji urządzenie w posta-*

ci kamery o ustalonych parametrach w zakresie: wysokości kamery nad powierzchnią ziemi, nachylenia górnej osi granicy widoczności, nachylenia dolnej osi granicy widoczności oraz maksymalnego zasięgu widoczności kamery, jesteśmy w stanie wyznaczyć obszary, które znajdują się w zasięgu jej pracy.

W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania oprogramowania ArcGIS w analizie widoczności kamer projektowanego monitoringu. Prace wykonano dwutorowo: na danych rastrowych w środowisku 2D oraz na danych wektorowych w środowisku 3D. Zaprezentowano zbudowane narzędzie służące do automatyzacji wyznaczania obszarów widoczności z projektowanych kamer. Omówiono wady i zalety każdego z rozwiązań oraz zaprezentowano wyniki końcowe z dwóch metod. Zaproponowano model hybrydowy ze schematem działania do rozwiązania problemu projektowania monitoringu osiedlowego.

### **Abstract**

*The Closed Circuit Television (CCTV) have been used in Poland for over 40 years. Initially it was used in places with the high rate of petty crime. Currently, it is difficult to find a spot in public space, which is not monitored. Monitoring is used by public institutions, road administrations, residential communities or private landlords.*

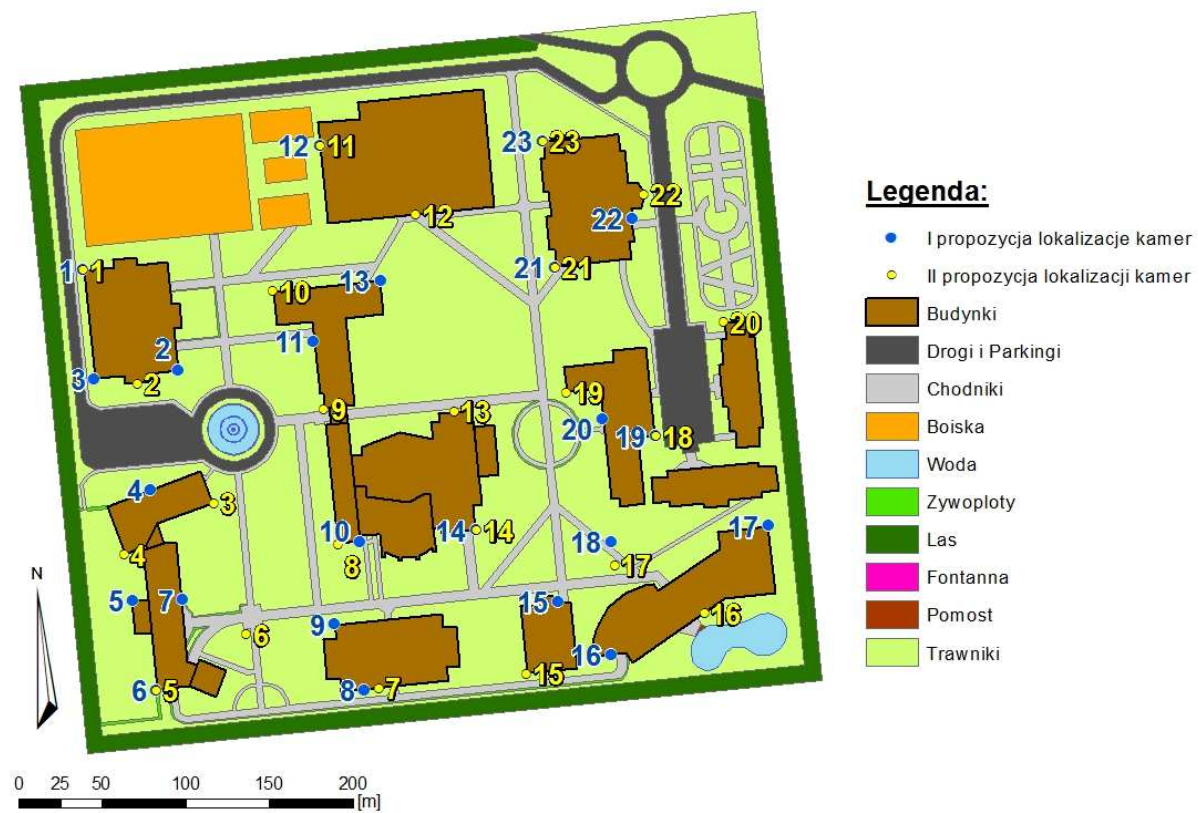
*However, if monitoring is to be effective, a thorough analysis of camera locations at the design stage is required. Using advanced GIS tools, and a camera of specified parameters such as the height above the ground, the slope of the upper and bottom limits of visibility axes, the camera maximum visibility range, we are able to determine areas visible for the device.*

*The paper presents the possibility of using ArcGIS software to analyze visibility of industrial cameras for the planned monitoring system. The work was performed in two ways: for 2D raster data and for 3D vector data. A tool, constructed for the needs of automatic determination of visible areas was presented. Advantages and disadvantages of each solution, as well as the final results for both methods were presented. A hybrid model, including an operational scheme for designing a housing estate monitoring system was also proposed.*

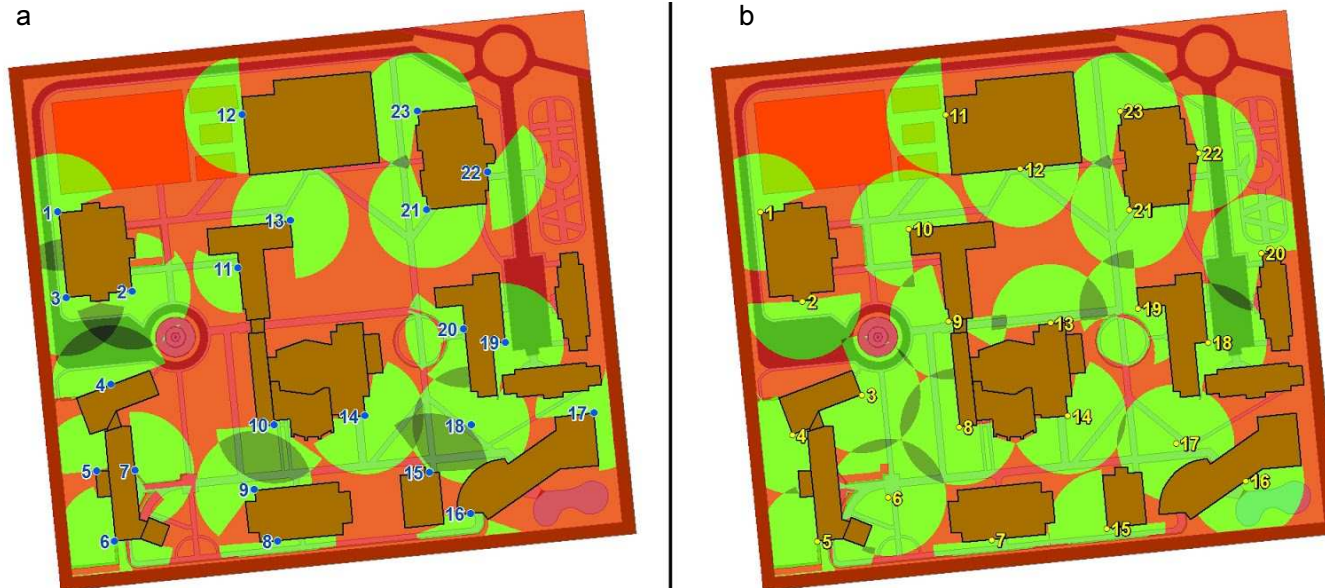
dr inż. Ewa Dębińska  
Ewa.Debinska@agh.edu.pl

mgr inż. Sebastian Zaleski  
absolwent specjalności Geomatyka

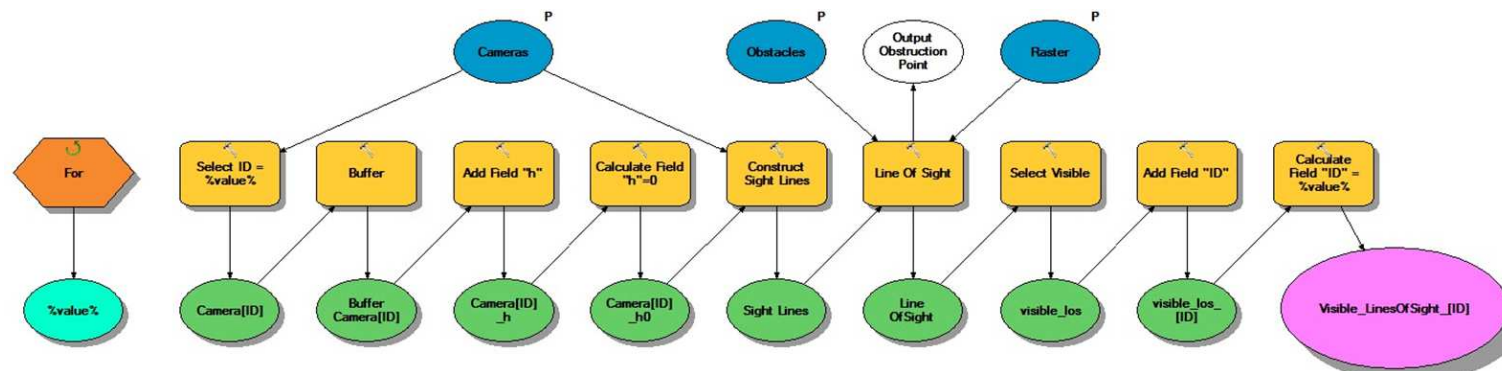




**Rysunek 1.** Projekt lokalizacji kamer do monitoringu kampusu – zaprezentowane dwie propozycje lokalizacji kamer (opracowanie własne)



Rysunek 2. Wynik analizy określenia zasięgów rejestrowanych obszarów z projektowanych lokalizacji kamer: a – pierwszy zestaw, b – drugi zestaw (opracowanie własne)



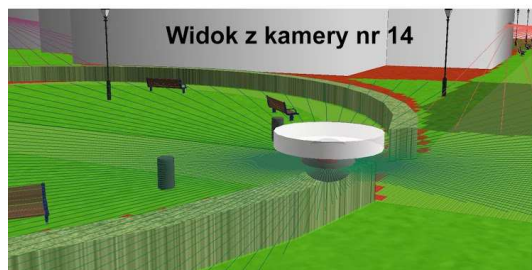
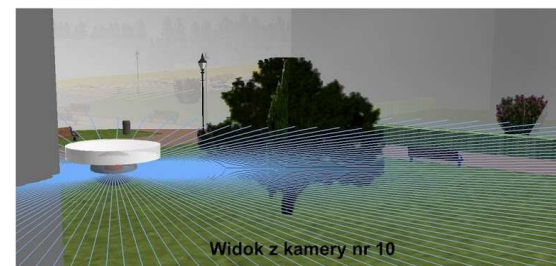
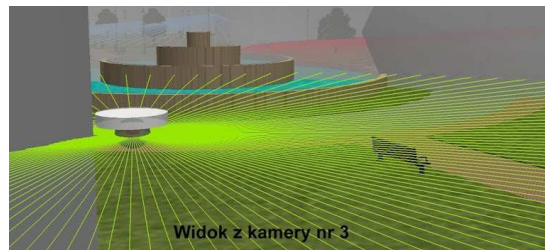
Rysunek 3. Model analizy widoczności zbudowany w narzędziu ModelBuilder (Zaleski, 2013)



**Rysunek 4.** Prezentacja wyników analiz wektorowych w aplikacji ArcScene (opracowanie własne)



**Rysunek 5.**  
 Prezentacja wyników utworzonego modelu geoprzetwarzania – linie widoczności wyznaczone z kamer do granicy zasięgu na różnej wysokości: 0 m (poziomy gruntu) oraz 1 m nad powierzchnią ziemi (opracowanie własne)



**Rysunek 6.**  
 Proponowane rozwiązanie – zestawienie wyników obu metod: model hybrydowy (opracowanie własne)