

Aleksandra Bujakiewicz
 Włodzimierz Kunach
 Henryk Skrobek
 Mariusz Roszczyński

WYKORZYSTANIE FOTOGRAMETRII I TELEDETEKCJI W ZARZĄDZANIU INFRASTRUKTURĄ KOMUNIKACYJNĄ MIASTA

Streszczenie. W referacie zostanie omówiona rola fotogrametrii i teledetekcji w monitorowaniu zmian w infrastrukturze drogowej jako jednego z najważniejszych elementów planu rozwoju przestrzennego miasta oraz kontroli jego realizacji na poszczególnych poziomach zarządzania. Metody fotogrametryczne i teledetekcyjne oparte na integracji różnych technik rejestracji obrazów, dostarczają szybkich i obiektywnych informacji dla zasilania baz danych dotyczących infrastruktury drogowej. Dane takie mogą być wykorzystywane jako instrument kontroli służb miejskich w kontekście bezpieczeństwa, ochrony środowiska, kontroli składowych inżynierii ruchu oraz egzekwowania opłat lokalnych. W referacie dokonano próby oceny jakościowej i ilościowej informacji pozyskiwanej metodami fotogrametrycznymi dla zasilania baz danych komunikacyjnych w Warszawie.

1. Wprowadzenie

Agregacja informacji niezbędnych dla zarządzania przestrzenią miasta

Samorządy zgodnie z Ustawą o samorządzie gminnym z dnia 8 marca 1990 roku (Dz. Ustaw nr 142 z 2001 r. poz.1591 z późniejszymi zmianami) są odpowiedzialne między innymi za zaspokojenie zbiorowych potrzeb mieszkańców w zakresie zarządzania przestrzenią, które zasięgiem swoim obejmują:

- ład przestrzenny,
- gospodarkę terenami (gruntami),
- ochronę środowiska

Realizacja wspomnianego wyżej zarządzania przestrzenią, które jest zadaniem własnym samorządu, następuje na trzech poziomach:

- na poziomie regionalnym (samorząd województwa)
- na poziomie ponadgminnym (samorząd powiatowy)
- na poziomie lokalnym (samorząd gminny)

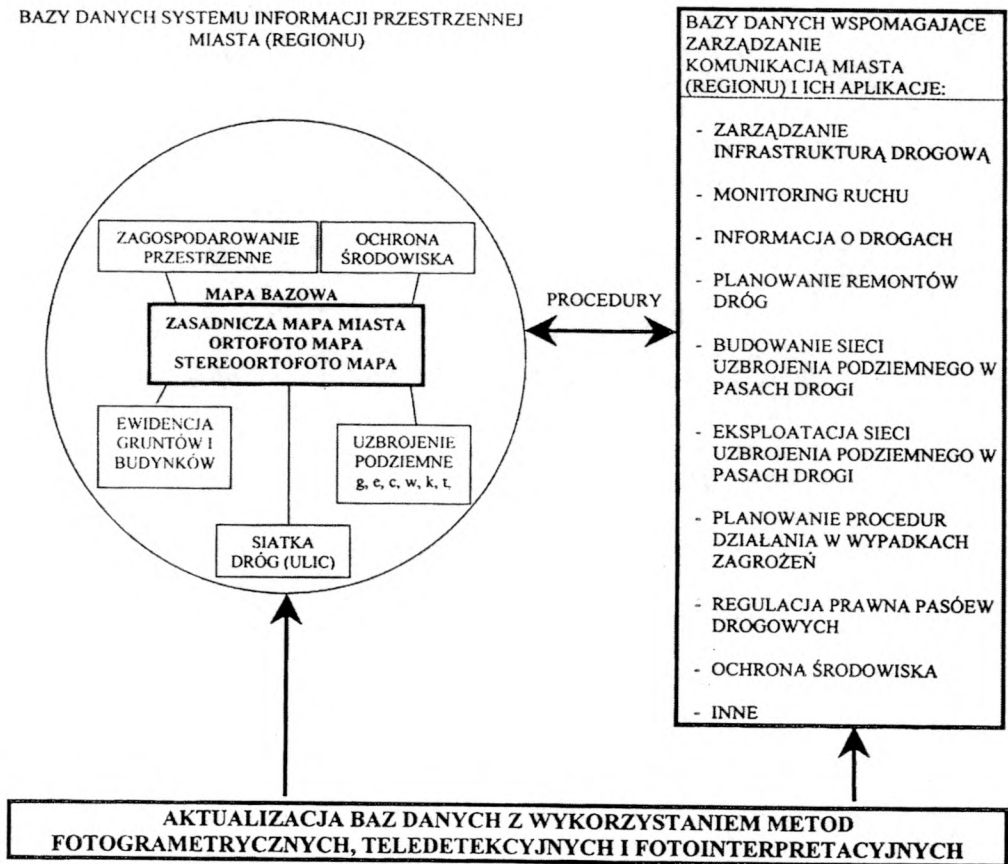
Badania wykazują, że ponad 85% wszystkich funkcji realizowanych przez władze lokalne lub regionalne opiera się na informacjach przestrzennych. Informacje te są więc bardzo istotne dla efektywnego funkcjonowania i jakości podejmowanych decyzji w ramach tych podmiotów.

System informacyjny spełni swoje zadania tylko wówczas, gdy nastąpi zgodne współdziałanie administracji rządowej i samorządowej, uwolnienie systemu od zagrożeń wynikających z cyklicznie powtarzających się reorganizacji administracji państwowej i samorządowej oraz zmian w podziale terytorialnym kraju, stworzenie

warunków selektywnego przechodzenia systemu w wyższe fazy rozwojowe a także poprzez realia techniczne dostosowane do możliwości technicznych i ekonomicznych oraz obowiązujących przepisów.

Metody fotogrametryczne i teledetekcyjne mają znaczny udział w procesach budowy, eksploatacji i modernizacji infrastruktury komunalnej na poszczególnych poziomach zarządzania.

Narzędziem umożliwiającym najbardziej efektywne wykorzystanie różnorodnych danych jest System Informacji Przestrzennej (SIP), czy też System Informacji Geograficznej (GIS), który porządkuje procedury wykorzystania, redagowania i aktualizacji informacji przy jednoczesnym wyeliminowaniu jej redundancji. Podstawą geometryczną systemu w mieście jest zasadnicza mapa miasta jako baza odniesień przestrzennych (mapa bazowa), a jego jednym z elementów są bazy danych wspomagające zarządzanie komunikacją miasta (rys 1.1).



Rys. 1.1 Schemat ideowy wykorzystania baz danych SIT w zarządzaniu komunikacją miasta

W niniejszym referacie zwrócono główną uwagę na wykorzystanie barwnych obrazów wielkoskalowych (Phare 1997) dla :

- zasilania baz danych ewidencji dróg zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 28 lutego 2000 r. w sprawie numeracji i ewidencji dróg oraz obiektów mostowych (Dz. U. Nr 39 poz. 393 z dnia 25 kwietnia 2000 r.),
- monitorowania zmian w infrastrukturze komunikacyjnej oraz aktualizacji bazy danych wspomnianej wyżej ewidencji dróg,
- zarządzania infrastrukturą komunikacyjną w mieście “ na codzień”

Informacje uzyskane z materiałów fotogrametrycznych i fotointerpretacyjnych są stosunkowo szybkim źródłem pozyskiwania danych dla wspomaganie zarządzania drogami na wszystkich szczeblach tj. od poziomu krajowego poprzez regionalny, powiatowy do gminnego. W połączeniu z niskimi kosztami pozyskania danych, stosunkowo prostą i szybką możliwością przeprowadzenia analiz dane te mogą stać się elementem wspomaganie służb komunalnych w działaniach związanych między innymi z:

- pomiarem natężenia ruchu,
- bilansowaniem miejsc parkingowych,
- przestrzeganiem przepisów o ruchu drogowym,
- bezpieczeństwem ruchu w połączeniu z ciągłym monitorowaniem ulic,
- monitoringiem środowiska (zieleń uliczna, zanieczyszczenia, hałas itp.),
- organizacją objazdów wskutek awarii i remontów,
- planowaniem przystanków komunikacji zbiorowej itp.

Jednocześnie dane te po przetworzeniu cyfrowym mogą stać się źródłem dodatkowych informacji do wykorzystania w zakresie :

- sporządzania mapy użytkowania terenu miasta,
- kontroli realizacji obiektów liniowych i kubaturowych pod kątem zgodności z miejscowym planem zagospodarowania terenu (realizacje urbanistyczne),
- kontroli wydanych pozwoleń na handel (handel przyuliczny, bazy itp.),
- kontroli egzekwowania opłat lokalnych

Wymagania odnoszące się do zawartości baz danych infrastruktury drogowej znajdują się we wspomnianym wyżej Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 28 lutego 2000r.

Baza danych dróg, zarówno graficzna jak i opisowa, stanowi z jednej strony szkielet miasta, z drugiej zaś - odniesienie przestrzenne dla baz tematycznych wspomagających zarządzanie komunikacją miejską obejmującą między innymi : infrastrukturę drogową, urządzenia podziemne, dane o kolizjach i wypadkach drogowych, zieleni w pasach ulicznych, monitoringiem ruchu itp.

2. Geoinformacja obrazowa jako narzędzie dla monitorowania infrastruktury komunikacyjnej

Czasoprzestrzenne - jednoznacznie odniesione informacje o zasobach i zagospodarowaniu Ziemi, udostępnione w postaci zarejestrowanych obrazów wykonanych ze stanowisk naziemnych, z pułapu lotniczego lub satelitarnego można nazwać geoinformacją obrazową [Bujakiewicz, Jachimski, 2001]. Od wielu lat zdjęcia lotnicze były głównym źródłem dla tworzenia map topograficznych i wielkoskalowych a także łącznie z obrazami satelitarnymi dostarczały informacji dla tworzenia map tematycznych. Rozwój numerycznych baz danych i systemów informacji przestrzennej, zarówno topograficznych jak i geograficznych, spowodował intensyfikację działań związanych nie tylko z uzyskiwaniem coraz to dokładniejszych danych geo-obrazowych, zarówno pod względem rozdzielczości przestrzennej jak i spektralnej, ale i coraz bardziej przydatnych produktów kartograficznych i tematycznych uzyskiwanych z ich przetwarzania. Oczywiście nie byłoby to możliwe bez równoległego rozwoju wysoko zautomatyzowanych cyfrowych technologii fotogrametrycznych i teledetekcyjnych. Aktualne metody wstępnego przetwarzania danych umożliwiające synergii różnego rodzaju obrazów, zwiększają przestrzenną i spektralną rozdzielczość zintegrowanych obrazowych danych źródłowych. Przykładów takiej synergii w praktyce jest wiele i w zależności od wymagań i zastosowań geo-obrazowych danych dotyczą one nie tylko łączenia z sobą multispektralnych (MS) i panchromatycznych (PAN) skanerowych obrazów satelitarnych o różnych rozdzielczościach przestrzennych i spektralnych ale i ich łączenia z obrazami radarowymi, cyfrowymi obrazami lotniczymi lub z danymi ze skaningu laserowego [Hazarika i inni, 2000].

Rozwój kilku komercyjnych wysokorozdzielczych systemów satelitarnych, zarówno tych które już obecnie generują obrazy PAN i MS (od 2 lat pracujący Ikonos 2 - Space Imaging oraz od 18 października 2001 QuickBird 2 - DigitalGlobe) jak i planowanych w najbliższej przyszłości (takich jak na przykład Eros B - ImageSatInt lub OrbView 3 - Orbimage) zwiększy dostępność i konkurencyjność tego rodzaju danych na rynku a przez dalsze zwiększanie rozdzielczości (przestrzennej i spektralnej), poprawę możliwości obserwacji stereoskopowej oraz znaczne obniżenie ceny, spowoduje wyższy ich popyt i stosowność dla różnych celów [Kurczyński, Wolniewicz, 2002]. Można się spodziewać, że przy spełnieniu powyższych warunków, wysokorozdzielcze obrazy satelitarne mogą w niedalekiej przyszłości stać się konkurencyjne w stosunku do średnioskalowych zdjęć lotniczych, w celu ich wykorzystania dla szybkiego i ekonomicznego dostarczenia obiektywnych i aktualnych informacji niezbędnych dla zasilania różnego rodzaju baz danych, w tym także tworzonych dla terenów zurbanizowanych.

Bazy danych dotyczące infrastruktury terenów miejskich, wymagają wielu różnych aktualnych informacji o terenie i obiektach zarówno metrycznych (2D i 3D) jak i tematycznych. Istniejące konwencjonalne mapy wielko i średnio skalowe dla terenów zurbanizowanych były wykonywane i przechowywane w przeszłości w formie graficznej i ich treść jest zatem kartograficzną reprezentacją terenu, zgodną z

ówcześniej ustalonymi standardami dotyczącymi dokładności oraz treści danej mapy. Obecne wymagania stawiane nowym i planowanym bazom danych (lub systemom informacji przestrzennej), dotyczącym terenów miejskich, są często znacznie wyższe, w szczególności dotyczy to różnorodności rodzaju danych i różnych typów atrybutów im przypisanych.

Jeśli na przykład założymy, że standardy dokładnościowe graficznej nakładkowej zasadniczej mapy miasta w skali 1:500 są wystarczające dla tworzonej nowej czy uzupełnianej bazy danych, to mapa taka po zeskanowaniu i wektoryzacji może dostarczyć nie tylko wielu informacji metrycznych o terenie i obiektach ale i danych dotyczących konfiguracji wysokościowej terenu (NMT) lub położenia wybranych punktów kontrolnych dla tworzenia nowych produktów fotogrametrycznych uzyskanych z aktualnych zdjęć lotniczych, takich np. jak ortofotografia cyfrowa. Jako punkty wysokościowe dla tworzenia numerycznego modelu rzeźby terenu można wybrać wszystkie punkty charakterystyczne terenu dla których zostały wyznaczone wysokości oraz wysokości mierzone bezpośrednio w terenie dla różnego rodzaju urządzeń inżynierskich typu, studzienki kanalizacyjne, gazowe, telekomunikacyjne. Jednakże treść uzyskiwana z zeskanowanych istniejących map miast jest zwykle zdezaktualizowana oraz na ogół nie wystarczająca dla tworzonych różnych tematycznych baz danych dla miast. Ortofotografia cyfrowa wygenerowana na podstawie aktualnych zdjęć lotniczych w skali około 1:5000 i danych uzyskanych z istniejącej rastrowej mapy zasadniczej miasta może być wykorzystana dla kontroli jakości geometrycznej tej mapy oraz wektoryzacji i aktualizacji jej treści. Wymaga to nałożenia dwóch cyfrowych map rastrowych (mapy zasadniczej i ortofotomapy) przy użyciu dostępnego pakietu fotogrametrycznego lub ogólnie dostępnego (np. ArcView).

W przypadku tworzenia tematycznych baz danych dla miast integralną część stanowią elementy które są treścią mapy zasadniczej. Jednakże w zależności od rodzaju bazy danych konieczna jest weryfikacja tej treści pod kątem tworzonej bazy tematycznej, to znaczy wybór elementów które będą treścią tworzonej bazy danych oraz pozyskanie innych dodatkowych elementów/danych, które nie stanowiły treści tej mapy. Część z nich można dodatkowo pozyskać z ortofotografii poprzez monoploting. Jednakże ze względu na możliwość pomiaru tylko w wymiarze 2D oraz trudności z identyfikacją niektórych obiektów, zachodzi zwykle konieczność dodatkowych pomiarów stereoskopowych na trójwymiarowym modelu fotogrametrycznym.

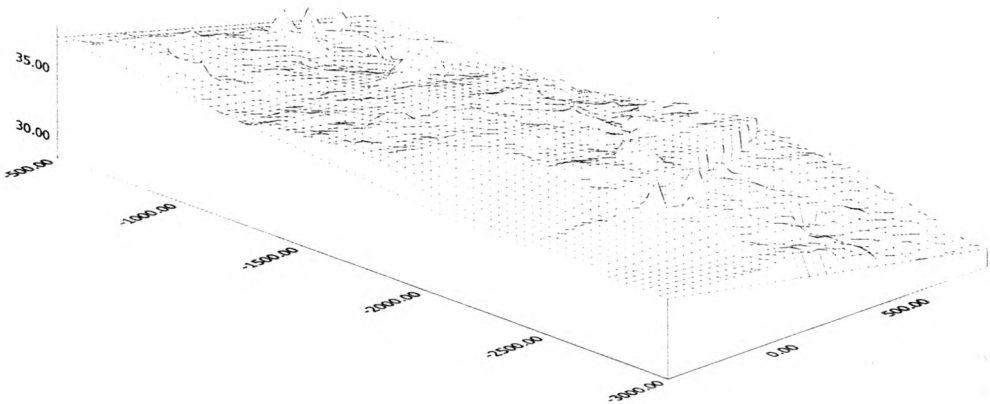
Niektóre dane nie wymagają dokładności odpowiadającej kryteriom mapy zasadniczej 1:500 lecz niższych, które można uzyskać ze zdjęć o mniejszej skali lub z wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych, jeśli zwiększy się ich dostępność i obniży cena. Również różne dodatkowe informacje dotyczące atrybutów opisujących obiekty lub informacje na temat zachodzących w mieście procesów lub zjawisk można określić na podstawie analizy i interpretacji zdjęć lotniczych, szczególnie kolorowych lub o emulsji uczulonej na bliską podczerwień a także wysokorozdzielczych multispektralnych obrazów wykonanych z pokładu samolotu lub satelity.

Wykorzystanie danych fotogrametrycznych i teledetekcyjnych dla tworzenia aktualnej bazy danych dotyczącej ulic i różnych obiektów położonych wokół nich oraz zachodzących zjawisk, przydatnych pośrednio lub bezpośrednio dla zarządzania infrastrukturą komunikacyjną miasta staje się możliwe w przypadku dostępności aktualnych panchromatycznych lub kolorowych zdjęć czy innych danych obrazowych uzyskanych w różnych zakresach spektrum elektromagnetycznego wykonanych z pułapu lotniczego lub satelitarnego oraz rejestracji obrazów cyfrowych ze stanowisk naziemnych. Pozyskane dane obrazowe mogą być wykorzystywane zarówno dla przestrzennego określenia położenia i kształtu wielu obiektów i ich niektórych atrybutów będących treścią komunikacyjnej bazy danych w mieście jak też ich zmian w czasie. Wiele obiektów infrastruktury komunikacyjnej, takich na przykład jak, ulice, mosty, kładki, urządzenia inżynierskie, otaczające domy lub tereny zielone (trawniki, drzewa) itp. są treścią mapy zasadniczej miasta i metody fotogrametryczne są przydatne dla ich aktualizacji. Jednakże w przypadku tworzenia bazy danych dla celów zarządzania infrastrukturą komunikacyjną, konieczne są dodatkowe informacje zarówno metryczne jak i tematyczne, dla których również może być wykorzystana fotogrametria i teledetekcja. I tak:

- dla ulic można określić informacje dotyczące stanu ich nawierzchni, jakości znaków na jezdniach, pasów dla pieszych, ścieżek rowerowych, wysokości pomostów i kładek nad ulicami, itp.,
- dla oceny widoczności na ulicach oraz dla bezpieczeństwa kierowców i pieszych a także dla planowania poprawnego wizerunku miasta, można określić informacje dotyczące położenia i wysokości różnych elementów znajdujących się wzdłuż ulic, takich jak: latarnie, sygnalizacje świetlne, znaki drogowe, plansze reklamowe, przystanki komunikacji zbiorowej, drzewa i krzaki, itp.,
- dla ochrony środowiska przyrodniczego w miastach - informacje o stanie zieleni wzdłuż i w otoczeniu arterii komunikacyjnych,
- dla planowania prawidłowych miejsc parkingowych w mieście - weryfikacja istniejących parkingów oraz oszacowanie powierzchni na chodnikach lub w ich otoczeniu dla stworzenia nowych miejsc parkingowych,
- dla kontroli bezpieczeństwa na jezdniach i skrzyżowaniach można określić informacje w oparciu o dane obrazowe uzyskane dynamicznymi systemami cyfrowymi umieszczonymi wzdłuż głównych ulic i na niektórych skrzyżowaniach,
- dla oceny natężenia i dynamiki ruchu pojazdów w celu prawidłowego planowania ruchu drogowego w miastach, na podstawie analizy ich obrazów na zdjęciach wykonanych wzdłuż arterii komunikacyjnych.

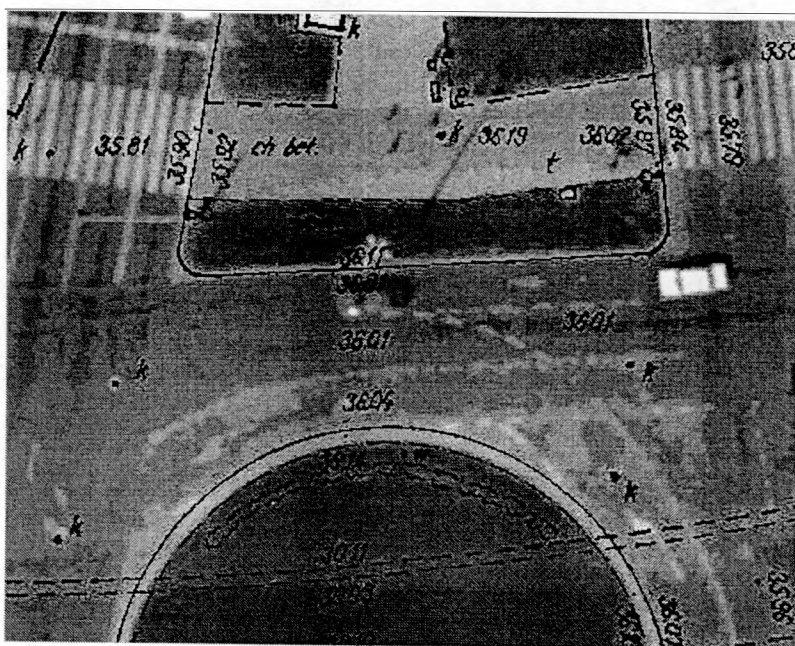
W ramach współpracy pomiędzy Wydziałem Katastru i Informacji Przestrzennej Urzędu Gminy Warszawa Centrum i Zespołem Fotogrametrii Instytutu Fotogrametrii i Kartografii PW wykonano wstępne prace pilotażowe mające na celu sprawdzenie niektórych możliwości wykorzystania fotogrametrii dla pozyskania danych przydatnych dla planowanej bazy danych dotyczącej infrastruktury komunikacyjnej

dla terenu Gminy Warszawa Centrum. W niniejszym projekcie pilotażowym nie wykorzystywano pomiarów stereoskopowych dla określania danych metrycznych a ograniczono się do metody pomiarowej poprzez monoploting. W oparciu o dane zawarte na istniejącej rastrowej mapie zasadniczej, uzyskanej ze skanowania mapy 1:500, oraz cyfrowe zdjęcia lotnicze uzyskane ze skanowania kolorowych zdjęć Phare w skali 1:5000 wykonano ortofotografie cyfrowe dla terenu części terenu Gminy Warszawa Centrum. Zdjęcia zostały zeskanowane bez kompresji z rozdzielczością 1000dpi. Numeryczny model rzeźby terenu (NMT) wygenerowano na podstawie około 3000 rozproszonych punktów wysokościowych (wysokości pokryw studzienek kanalizacyjnych, gazowych, telekomunikacyjnych, punktów charakterystycznych terenu) określonych z rastrowej mapy zasadniczej, przy zastosowaniu programu Winsurf. Widok przestrzenny NMT dla opracowywanego terenu przedstawiono na rysunku 2.1



Rys. 2.1 Przestrzenny widok ukształtowania terenu.

Jako osnowę (18 fotopunktów dla każdego zdjęcia) i punkty kontrolne (20 dla każdej ortofotografii), wykorzystane dla sprawdzenia dokładności wygenerowanych ortofotografii, wybrano takie szczegóły które zostały wyraźnie zarejestrowane na zdjęciach a dokładność określenia ich położenia z mapy rastrowej była w granicach 0.15 m (0.3 mm w skali 1:500). Dokładność określenia wysokości dla większości punktów (fotopunktów, punktów kontrolnych oraz punktów dla NMT) była lepsza niż 0.10 m ze względu na rodzaj tych punktów (różnego rodzaju studzienki dla których na obrazie rastrowym była zapisana wysokość 'Z'). Proces pozyskiwania współrzędnych wszystkich punktów z mapy rastrowej odbywał się w programie ArcView, w którym skalibrowane arkusze mapy rastrowej otwierały się w zadanym układzie współrzędnych ('Warszawa 25'). W tym samym programie dokonywane było późniejsze pozyskiwanie danych dla tworzonej bazy w oparciu o ortofotografię z nałożonym podkładem rastrowej mapy zasadniczej, poprzez wektoryzację metodą monoplotingu (rys. 2.2).



Rys. 2.2 Mapa rastrowa nałożona na ortofotografię.

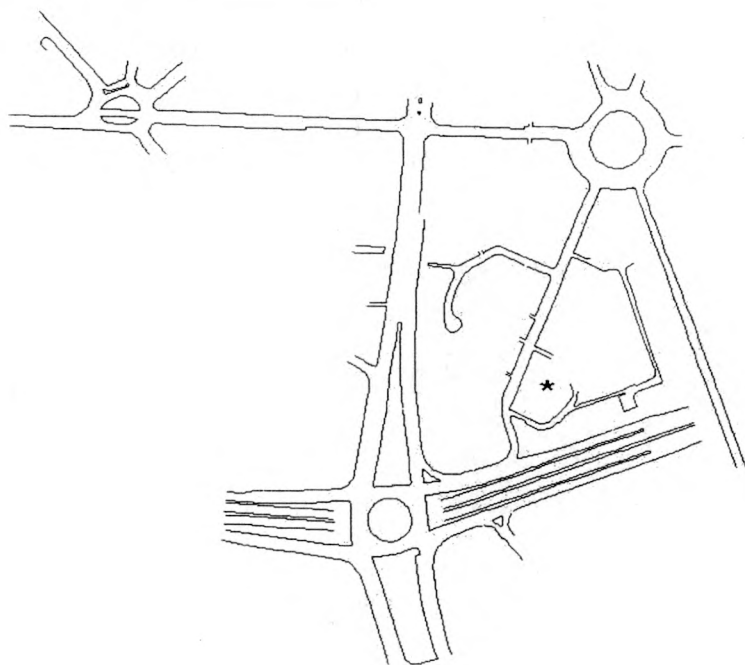
W procesie wektoryzacji automatycznie były dodawane kody do mierzonych obiektów, w celu zagwarantowania szybkiego i prostego tworzenia i aktualizowania bazy danych. Ortofotografie zostały wygenerowane w systemie Phodis OP. Średnie błędy położenia po wpasowaniu na fotopunktach dla obu ortofotografii mieściły się w granicach 0.16 i 0.19 metra. Wartości średnich błędów położenia dla punktów kontrolnych pomierzonych po wygenerowaniu obu ortofotografii były 0.20 i 0.22 m [Roszczyński, 2002, Kański, 2001].

Dane wektorowe dotyczące różnych grup obiektów, pozyskane w oparciu o zintegrowany produkt ortofotografii i rastrowej mapy zasadniczej, zostały zapisane w oddzielnych warstwach tematycznych tworzonej bazy danych, w postaci topologicznego modelu wektorowego [Roszczyński, 2002]. W takim zapisie oprócz położenia obiektu definiowane są jego związki z innymi obiektami co umożliwia jednokrotną rejestrację współrzędnych tych samych punktów i przez to wyklucza powtarzalność i niejednoznaczność rejestrowanych danych. Na etapie definiowania nowej warstwy tematycznej program ArcView tworzy automatycznie tabelę atrybutów, którą w zależności od ich dostępności można dowolnie rozszerzać. Dla przykładu, w tabeli 2.1 zamieszczono wybrane atrybuty opisujące przedstawioną na rysunku 2.3 warstwę z fragmentem ulic, rond i placów.

Tabela 2.1

Tabela atrybutów dla ulic

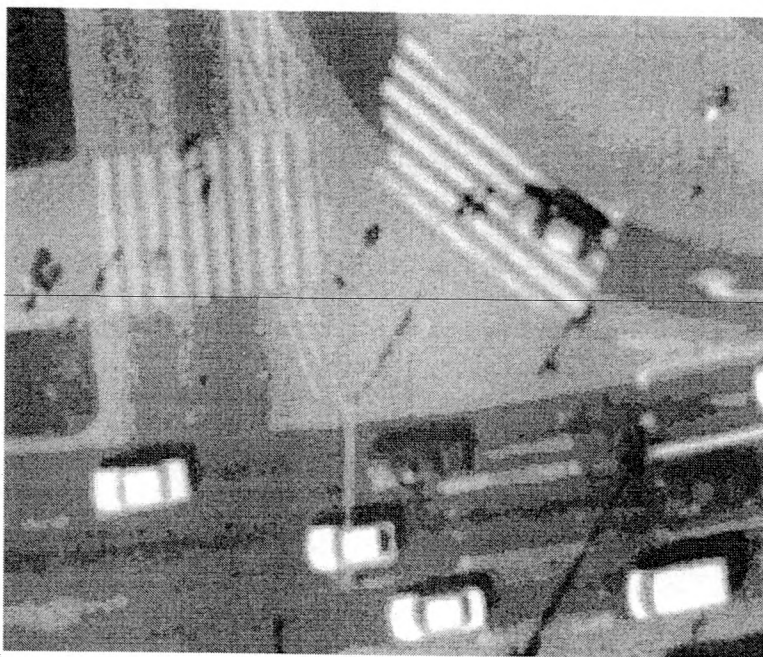
Nazwa	Długość [m]	Klasa drogi	Rodzaj nawierz- chni	Liczba jezdni	Min/Max liczba pasów	Rodzaj ulicy
Rondo Jazdy Polskiej		lokalna	asfalt	2	2/3	
ul. Waryńskiego	674,9	lokalna	asfalt	2	2/3	Dwukierunkowa
Al. Armii Ludowej	1231,3	główna	asfalt	2	3/4	Dwukierunkowa
Plac Zbawiciela		lokalna	asfalt	1	2/2	
ul. Polna	72,4	lokalna	asfalt	1	1/1	Dwukierunkowa
ul. Marszałkowska	265,3	lokalna	asfalt	1	2/3	Dwukierunkowa
ul. Jaworzyńska	164,2	lokalna	asfalt	1	1/1	Dwukierunkowa
ul. Noakowskiego	77,9	lokalna	asfalt	1	1/1	Jednokierunkowa
ul. Lwowska	12,1	lokalna	asfalt	1	1/1	Jednokierunkowa
ul. Śniadeckich	33,4	lokalna	asfalt	1	1/1	Dwukierunkowa
Plac Politechniki		lokalna	asfalt	1	1/1	
bez nazwy	292,5	osiedl.	asfalt	1	1/1	Dwukierunkowa
ul. Nowowiejska	424,5	lokalna	asfalt	1	1/1	Dwukierunkowa
bez nazwy	26,4	osiedl.	asfalt	1	1/1	Dwukierunkowa
ul. Mokotowska	246,4	lokalna	asfalt	1	1/1	Dwukierunkowa



Rys. 2.3 Warstwa z ulicami

Część atrybutów zamieszczonych w tabeli 2.1 określono na podstawie interpretacji obrazu ortofotografii. Dodatkowo, zbadano przydatność kolorowych zdjęć lotniczych dla analizy stanu nawierzchni ulic oraz znaków na jezdni. Wartości radiometryczne obrazu ulicy z dobrą jakością nawierzchni powinny się znacznie różnić od wartości charakteryzujących obrazy nawierzchni o różnym zniszczeniu. W wyniku badań stwierdzono, że w rzeczywistości na zmianę wartości tonalnej obrazu wpływają także inne czynniki które zakłócają prawidłową interpretację stanu nawierzchni, takie jak, różna wilgotność nawierzchni która powoduje zróżnicowanie tonalne obrazu lub zgromadzony przy krawężnikach piach i pył powodujący znaczne rozjaśnienie obrazu. Łatwe do interpretacji są koleiny powstałe w nawierzchni ulicy, jednakże pęknięcia czy ubytki asfaltu są trudne do analizy.

Dobra i obiektywna może być natomiast ocena stanu namalowanych na jezdni znaków w oparciu o interpretację ich obrazów na zdjęciach lotniczych. Szczególnie ważna ze względu na bezpieczeństwo pieszych jest kontrola jakości namalowanych pasów na przejściach dla pieszych. W niniejszym projekcie zbadano, że na 27 przejść dla pieszych aż 14 jest w bardzo złym stanie. Na rysunku 2.4 porównano nawierzchnie ulicy z dobrą i złą jakością namalowanych znaków (pasów).



Rys. 2.4. Dobra jakość pasów na przejściach dla pieszych (górny fragment rysunku) oraz pasy zniszczone (dolna część zdjęcia)

Innym uzupełnieniem bazy danych związanej z infrastrukturą komunikacyjną może być warstwa zawierająca informacje dotyczące miejsc parkingowych, zarówno wzdłuż ulic jak i na placach parkingowych. Określając ze zdjęć lotniczych pole powierzchni parkingu oraz średnią powierzchnię zajmowaną przez pojedynczy

samochód można oszacować przybliżoną liczbę parkowanych jednocześnie samochodów. W tabeli 2.2 umieszczono atrybuty (takie jak, położenie, pole powierzchni, maksymalna liczba zaparkowanych samochodów, nawierzchnia), dla sześciu wybranych parkingów znajdujących się na pilotażowym terenie.

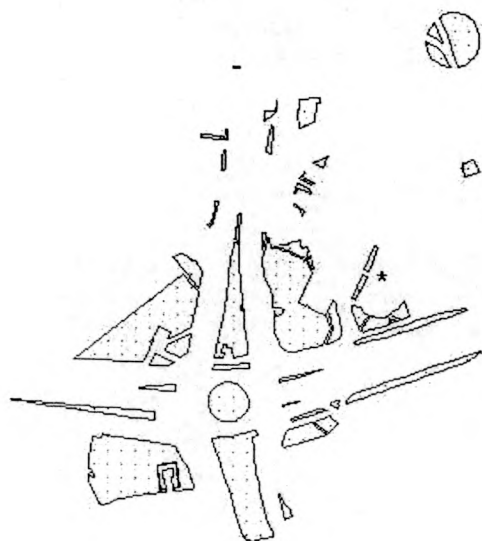
Tabela 2.2
Tabela atrybutów dla warstwy 'parking'

Położenie	Pole powierzchni [m ²]	Liczba samochodów	Rodzaj nawierzchni
Plac Politechniki	1439,8	95	kostka brukowa
Ulica Nowowiejska (1)	405,0	34	asfalt
Ulica Nowowiejska (2)	669,8	55	asfalt
Plac Zbawiciela (1)	104,0	8	asfalt
Plac Zbawiciela (2)	72,6	6	asfalt
Plac Zbawiciela (3)	161,1	13	asfalt

Dostępność aktualnej informacji dotyczącej terenów zielonych, ich rozmieszczenia i jakości, w otoczeniu ulic jest również istotna przy tworzeniu bazy danych dla infrastruktury komunikacyjnej. W przypadku oceny trawników istotnymi są ich położenie w stosunku do jezdni, powierzchnia a także ocena jakości. Badania wykonane na obszarze analizowanym w ramach niniejszego projektu (przy zastosowaniu ortofotografii i cyfrowych kolorowych zdjęć lotniczych) wykazały, że około 18 % trawników jest zniszczonych (analizowano 21037 m² trawników) [Roszczyński, 2002]

Przykład rozmieszczenia fragmentu trawników oraz analizowanych atrybutów przedstawia rysunek 2.5 i tabela 2.3. Obraz zniszczonego trawnika na zdjęciu jest pokazany na rysunku 2.6.

Podobnie jak dla trawników oceniono stopień zniszczenia zadrzewienia na badanym terenie. Jednakże dla kontroli stopnia zniszczenia roślinności (trawników, drzew, itp.) bardziej przydatne niż zdjęcia kolorowe byłyby zdjęcia wykonywane w bliskiej podczerwieni lub obrazy wielospektralne.

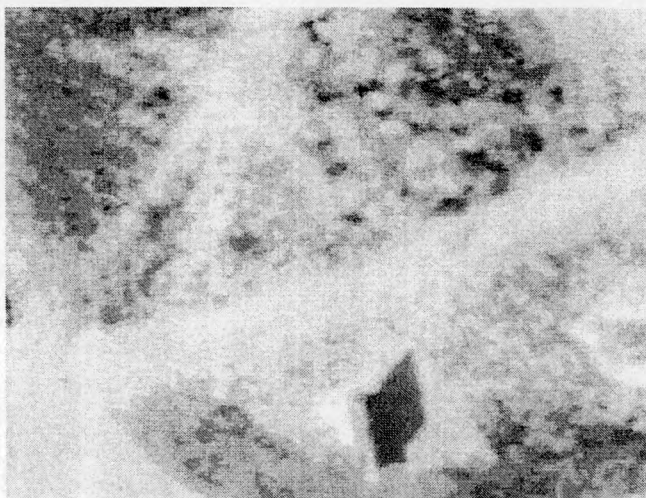


Rys. 2.5 Widok warstwy z trawnikami

Fragment tabeli z atrybutami dla trawników.

Tabela 2.3

Położenie trawnika	Powierzchnia trawnika [m ²]	Stan trawnika
Pole Mokotowskie	203	dobry
Pole Mokotowskie	3384	dobry
Ul. Waryńskiego	2374	dobry
Rondo Jazdy Polskiej	878	dobry
Ul. Waryńskiego	1422	dobry
Rondo Jazdy Polskiej	123	dobry
Ul Mokotowska	138	dobry
Al. Armii Ludowej	10	zniszczony
Al. Armii Ludowej	191	dobry
Al. Armii Ludowej	467	zniszczony
Al. Armii Ludowej	136	dobry
Ul Mokotowska	261	zniszczony



Rys. 2.6 Obraz pokazujący zniszczony trawnik

3. Wnioski końcowe

Zobrazowania fotogrametryczne i teledetekcyjne, jako źródła szybkiego i obiektywnego pozyskiwania informacji o przestrzeni wykorzystywane mogą być zarówno dla zakładania jak i aktualizacji baz danych dotyczących infrastruktury przestrzennej miasta. Dotyczy to zobrazowań wykonanych z pułapu satelitarne, lotniczego oraz stanowisk naziemnych. Współczesna technika komputerowa pozwala na wzajemną integrację informacji uzyskanych z wyżej wspomnianych zobrazowań oraz połączenia ich z danymi pozyskanymi z innych źródeł. Dynamika zmian w przestrzeni miasta wymaga utrzymywania miejskich baz danych w stałej aktualności. Fotogrametryczne i satelitarne dane obrazowe pozyskiwane są w określonych interwałach czasowych. W celu ich wykorzystania dla aktualizacji miejskich baz danych należy:

- dostosować częstotliwość pozyskiwania obrazów do dynamiki zmian zachodzących w mieście
- opracować procedury przetwarzania informacji źródłowych pozyskanych z tych obrazów w jednolitej zintegrowanej bazie danych miasta.

Przedstawione w niniejszym referacie przykłady wykorzystania fotogrametrii i teledetekcji w zarządzaniu infrastrukturą komunikacyjną miasta jest ilustracją możliwości zastosowania wyżej wspomnianych metod do zakładania i aktualizacji miejskich baz danych.

Literatura:

Bujakiewicz A., Jachimski J., 2001, *'Fotogrametria i teledetekcja a geoinformatyka'*, Teledetekcja Środowiska, nr 32, Warszawa, ISSN 0071 8076.

Hazarika M., Honda K., Samarakoon L., Murai S., 2000, 'Extraction of road information using Multisensor data' Archives of XIX ISPRS Congress, Com. III, Amsterdam.

Kurczyński Z., Wolniewicz W., 2002, 'Wysokorozdzielcze systemy obrazowania satelitarnego', Geodeta, nr . 7.

Kański D., 2001, 'Wykorzystanie danych fotogrametrycznych dla tworzenia Systemu Informacji Przestrzennej Miasta'. Praca dyplomowa magisterska, Instytut Fotogrametrii i Kartografii, PW.

Roszczyński M., 2002, 'Badanie przydatności fotogrametrii dla tworzenia bazy danych dróg i otoczenia'. Praca dyplomowa magisterska, Instytut Fotogrametrii i Kartografii, PW.

Neokart GIS, 1999, 'Wstępna koncepcja Systemu Informacji Przestrzennej dla Gminy Warszawa Centrum '

URISA, 1995, 'San Diego Regional Urban Regional System (RUIS)'

Ustawa o samorządzie gminnym z dnia 8 marca 1990 r. (Dz.U. nr 142 z 2001 r. poz.1591 z późniejszymi zmianami)

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U nr 43 z dn.15 maja 1999 r. poz.430)

Recenzował: prof. dr hab. Adam Linsenbarth