

Zmiany struktury przestrzennej Białegostoku w latach 1967–2006 na podstawie analizy zdjęć lotniczych

Changes in the spatial structure of Białystok in 1967–2006 based on an analysis of aerial photographs

Joanna NOWOCIEŃ

Słowa kluczowe: Białystok, struktura przestrzenna, użytkowanie ziemi, mapa, zdjęcia lotnicze

Key words: *Białystok, spatial structure, land use, map, aerial photographs*

Otrzymano: 14 września 2010; **Zaakceptowano:** 4 stycznia 2011

Received: 14 September 2010; **Accepted:** 4 January 2011

The study aimed to offer an analysis of the spatial structure of Białystok in the period 1967–2006. The analysis was made using aerial photographs and a set of cartographic and geodesic data.

Białystok is the largest city of north-eastern Poland and the capital of the Podlaskie region. It is ranked second of all Polish regional capitals in terms of population density. Since the 1960s, Białystok has recorded an over twofold increase in the number of its population. The city has both expanded its area and changed its structure (GUS, 2009).

We investigated the materials from two years, 1967 and 2006; their choice was based on the availability of materials.

Based on the aerial photographs from 1967, J.R. Olędzki prepared a number of maps depicting the structure of Białystok. The findings from this research were presented in the paper entitled “Application of aerial photographs in the study of urbanised areas” (in Polish) and formed the basis for the research relating to the year 1967 (Olędzki, 1981).

The most recent aerial photographs of Białystok on the scale 1: 26 000 come from 2006, which allowed for analysing the city’s spatial structure at two points in a period spanning 40 years. Over this period, the city has undergone substantial changes. Our interpretation has proved that aerial photographs can be useful in making analyses of land use changes in the city.

For both these years, we analysed the area occupied by the city in 2006, which at that time was 10 212 hectares. We made two separate maps for either year, viz.: “Białystok – spatial structure in 1967”, and “Białystok – spatial structure in 2006”. On their basis, another map was produced: “Białystok – changes in the spatial structure in 1967–2006”. Using geoinformation software (QGIS, ArcMap), we were able to compile statistics to characterise these maps.

To prepare the aforementioned maps, we used the following materials: map “Białystok – spatial structure of land use in the city”, map “Białystok and compactness of its development”, aerial photographs, topographic maps, map of the Białystok district from the 1960s, city map and a 3D city development model.

In order to prepare the maps, we needed to convert the aerial photographs, which involved finding one system of coordinates for them. The geometrised, colour aerial photographs were subject to a visual interpretation. The photographs which were used were digitalised. The process of interpretation was carried out on a computer screen without using any ready-to-use patterns. The interpreted objects were drawn on the photographs as separate vector layers, with additionally coded polygons as their corresponding forms of land use. To compare the studies prepared on the basis of aerial photographs from 2006 and 1967, we used the key to the map “Białystok – spatial structure of land use” made by J.R. Olędzki (1981), which was however subject to slight modifications.

One of the elements distinguished on the maps was the division of buildings into five categories based on their height. Due to varied source materials for the two years in question, the height analysis was conducted in two ways, and on every such occasions the buildings were divided into categories: buildings to 7 m, buildings to 15 m, buildings to 20 m, buildings to 30 m and buildings taller than 30 m.

In order to define the characteristics of land use in 1967, we analysed the map “Białystok – spatial structure in 1967”. The largest area was at the time occupied by forests, meadows and arable land having a total of over 7 000 ha, which accounted for over 70% of the area in question. This can be viewed as a proof of the area’s rural character, which is also corroborated by a large share of low buildings (up to 15 metres).

This mainly included dispersed development, with residential and farms buildings as well as backyards. No parkings were shown on the map owing to their small size.

A quantitative characteristic of the land use in 2006 is shown on the map "Białystok – spatial structure in 2006" (Fig. 10). The map also shows the buildings in five categories of height. The largest areas were occupied by meadows (over 2 600 ha) and forests (over 2 200 ha), followed by buildings up to 15 metres in height.

In order to compare the land use in Białystok in the years 1967–2006, we prepared the map "Białystok – changes of spatial structure in 1967–2006" (Fig. 14.). This map was drawn on the basis of two maps depicting the city's spatial structure in 1967 and 2006. The map was produced by intersecting the two aforementioned maps. Then, in order to highlight the changes and make the map easier to read, we removed those polygons where the structure of land use in both years in question was similar. The remaining polygons were depicted in two

ways: for 1967 - with colours, and for 2006 – with hatching. Finally, the road and river network valid for 2006 was added. The most significant changes could be seen in the acreage of arable land: in 1967, it occupied 3 991 ha, which accounted for 39.08% of the city's area, and in 2006 – a mere 561 ha, i.e. 5.49%. This is a proof of the city's development and the change of its character from rural to urban.

Over the past 40 years, the spatial structure of Białystok has changed considerably. In the 1960s, a considerable part of the city's area within the present administrative boundaries was used as arable land, and urbanised areas made up only 23% of the area of the city. In 2006, nearly half of the area of Białystok was under land use having typically urban functions.

The application of aerial photographs and geoinformation methods opens many possibilities offered by such materials and methods in the study of the spatial structure of urbanised areas. They also make it possible to prepare a comprehensive q – quantitative analysis of the areas under research.

Wstęp

Celem opracowania była analiza zmiany struktury przestrzennej Białegostoku w latach 1967 – 2006. Wykonano ją na podstawie zdjęć lotniczych oraz różnego rodzaju danych kartograficznych i geodezyjnych.

Badaniu podlegały materiały z dwóch okresów, z roku 1967 i 2006. Wybór terminów uzasadniony został dostępnością materiałów.

Na podstawie zdjęć lotniczych z 1967 roku J. R. Olędzki opracował szereg map charakteryzujących strukturę Białegostoku. Wyniki tych badań zostały przedstawione w artykule „Zastosowanie zdjęć lotniczych w badaniach obszarów zurbanizowanych”. (Olędzki, 1981)

Najnowsze zdjęcia lotnicze Białegostoku w skali 1:26 000, pochodzą z roku 2006. Tak więc, możliwa była analiza struktury przestrzennej miasta w dwóch terminach obejmujących okres 40 lat. W tym czasie miasto uległo znacznym przemianom. Wykonana analiza dowiodła przydatność zdjęć lotniczych do przeprowadzenia analizy zmian użytkowania ziemi w mieście.

Dla obydwu terminów przeanalizowano obszar jaki miasto zajmowało w 2006 roku. Powierzchnia ta obejmowała 10212 ha. Wykonano dwie, osobne mapy dla każdego z terminów: „Białystok – struktura przestrzenna 1967”, „Białystok – struktura przestrzenna 2006”. Na ich podstawie opracowano mapę „Białystok- zmiany struktury przestrzennej 1967–2006”. Dzięki zastosowaniu oprogramowań geoinformatycznych (QGIS, ArcMap), możliwe było pozyskanie statystyk charakteryzujących powstałe mapy.

Przegląd literatury

Literaturę dotyczącą zmian struktury przestrzennej Białegostoku można podzielić na dwie grupy. Pierwsza dotyczy metodyki badania zmian struktury przestrzen-

nej obszarów zurbanizowanych, a druga zmian jakie zaszły w Białymstoku w ostatnich 40 latach.

W najnowszej literaturze teledetekcyjnej trudno jest znaleźć artykuły dotyczące analizy miast w oparciu o interpretację wizualną zdjęć lotniczych. Do analizy struktury miast głównie wykorzystuje się materiały statystyczne i geodezyjne. Nie mniej jednak zdjęcia lotnicze są dobrym materiałem wyjściowym do analiz przestrzennych terenów miejskich.

Aby móc przejść ze szczegółowego zdjęcia lotniczego na mapę tematyczną tworzy się tzw. klucze interpretacyjne, na podstawie których wyznacza się poszczególne kategorie z legendy mapy (Collins, 1971).

Materiały dotyczące struktury przestrzennej Białegostoku z 1967 roku narzuciły model postępowania podczas analizy zmian. Głównym opracowaniem, które poza mapami stanowiło podstawę wiedzy na temat postępowania jest opracowanie J.R. Olędzkiego (1981) – „Zastosowanie zdjęć lotniczych w badaniach obszarów zurbanizowanych”. W opracowaniu tym znajdują się informacje dotyczące możliwości wykorzystania zdjęć lotniczych w badaniu miast. Opisano w nim metodę stereomikrometryczną obliczania wysokości budynków na zdjęciach lotniczych. Przedstawiono również poszczególne etapy opracowywania map: „Białystok – stopień przestrzennej zwartości zabudowy”; „Białystok – stopień zainwestowania terenu”; „Białystok- struktura przestrzenna użytkowania ziemi w mieście”.

Specyfikę zastosowania zdjęć lotniczych w analizach struktury miast omówiła również M. Mycke – Dominko (1988). Aanalizowała ona zmiany struktury przestrzennej miast na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych w różnych okresach.

Druga część literatury dotyczy bezpośrednio miasta Białegostok.

W latach 70 Białystok był najszybciej rozwijającym się miastem w Polsce. To tutaj powstawało najwięcej nowych mieszkań. Ten okres wyraźnie zaznaczył się w fizjonomii miasta, w postaci blokowisk z tzw. wielkiej

plyty (Grycel, 2003). Wraz z rozwojem miasta zmieniały się funkcje poszczególnych dzielnic, wiele z nich zachowało się do dzisiaj jednak część została całkowicie zmieniona (Sawicki, 2002). Dodatkowo poszerzenie granic, a tym samym włączenie do miasta obszarów wiejskich, sprawił że tereny dawniej użytkowane rolniczo, ztraciły swój dawny charakter.

Charakterystyka terenu badań

Białystok jest największym miastem północno-wschodniej Polski i stolicą województwa podlaskiego – zajmuje powierzchnię 102,12 km². Wśród miast wojewódzkich Polski, zajmuje drugie miejsce pod względem gęstości zaludnienia (2886,7 os./km²). Liczba ludności w Białymstoku od lat sześćdziesiątych XX wieku wzrosła ponad dwukrotnie i na koniec 2009 roku wynosiła 294 685 osób. Miasto nie tylko powiększyło swoje terytorium ale również zmieniło swoją strukturę (GUS, 2009).



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań.

Fig.1. The location of study area.

Białystok usytuowany jest w dolinie rzeki Białej. Od północy i od południa ograniczony jest lasami Pietrasze i Solnickim.

Białystok jest miastem łączącym dynamiczny rozwój z historią i kulturą regionu. Niemalże w samym centrum miasta można spotkać brukowane ulice oraz wiejskie chaty wraz z zabudową gospodarczą ale powstają tu także nowoczesne osiedla o ciekawej architekturze. Miasto łączy ze sobą również inne skrajności. W centrum znajdują się malownicze kamienice, zabudowania pałacowe, teatry, wyższe uczelnie, parki oraz deptak na którym są organizowane liczne imprezy kulturalno- rozrywkowe. Dalej od centrum rozbudowane są osiedla bloków pochodzących głównie z lat 70, oraz

nowsze. Jeszcze dalej np. na osiedlu Zawady lub Dojłidy usytuowane są domy jednorodzinne, których tylko nieliczni mieszkańcy zajmują się działalnością rolniczą.

Metodyka pracy

Do opracowania przedstawionych tu map posłużyło się następującymi materiałami: mapą „Białystok – struktura przestrzenna użytkowania ziemi w mieście”, mapą „Białystok – stopień przestrzennej zwartości zabudowy”, zdjęciami lotniczymi, mapami topograficznymi, mapą powiatu białostockiego z lat 60 XX wieku, planem miasta oraz modelem zabudowy miasta 3D.

Mapa Białystok- struktura przestrzenna użytkowania ziemi w mieście. Mapa ta została opracowana przez J.R. Olędzkiego w roku 1981. Charakteryzuje ona miasto zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym. Wykonano ją na podstawie interpretacji wizualnej zdjęć lotniczych w skali 1:15 000 z 1967 roku. Wyróżniono na niej następujące użytki: ulice przelotowe, ulice drugorzędne, drogi gruntowe, przesieki w lasach, linie kolejowe i bocznicę, zabudowę mieszkaniową niską (do 15 m wysokości), zabudowę mieszkaniową wysoką (powyżej 15 m), zabudowę przemysłową, tereny kolejowe i składy, tereny w budowie, cmentarze, parki, place i skwery, stadiony i boiska, grunty orne, łąki, sady i ogrody przydomowe, ogródki działkowe, nieużytki, lasy, pojedyncze krzaki i kępy drzew, wyrobiska. Na tak opracowaną mapę nałożono siatkę kwadratów o powierzchni jednego hektara każdy i przypisano im barwę odpowiadającą jednemu z wydzieleni: zabudowa wysoka, zabudowa niska, tereny zieleni, grunty orne, łąki, tereny komunikacyjne i wody, tworząc w ten sposób mapę „Białystok – mapa użytkowania ziemi (uproszczona)”, prezentującą ilościowe charakterystyki użytkowania ziemi w mieście. Na podstawie tych map została opracowana mapa „Białystok – struktura przestrzenna 1967” (Olędzki, 1981).

Mapa Białystok- stopień przestrzennej zwartości zabudowy. Mapa ta została opracowana na podstawie zdjęć lotniczych w skali 1:15 000 z 1967 roku przez J.R. Olędzkiego. Przedstawia ona charakterystyki ilościowe takich wydzieleni jak: zabudowa, tereny zieleni, place i jezdnie, grunty orne oraz wody. W przypadku zabudowy zwrócono uwagę zarówno na jej powierzchnię jak i na wysokość. W tym celu wyróżniono pięć klas wysokościowych budynków: 1 – budynki do 7 m wysokości, 2 – budynki do 15 m wysokości, 3 – budynki do 20 m wysokości, 4 – budynki do 30 m wysokości, 5 – budynki powyżej 30m wysokości. Wysokości budynków zostały pomierzone za pomocą stereomikrometru, a uzyskane wartości paralaks zostały przeliczone na wielkości rzeczywiste. Pozostałe jednostki użytkowania ziemi analizowano wyłącznie pod względem powierzchniowym. Obszar miasta podzielono na kwadraty o bokach 0,5 x 0,5 km, a następnie w kwadratach obliczono powierzchnię zajęta przez każdą z wyróżnionych jednostek oraz procent powierzchni jaką zajmują. Przy obliczaniu po-

wierzchni zajętej przez zabudowę przyjęto takie zasady: dla domów jednorodzinnych do powierzchni zabudowanej włączono wewnętrzne podwórka oraz budynki gospodarcze, w przypadku zabudowy wielokondygnacyjnej do terenów zabudowanych włączono tereny między budynkami o szerokości mniejszej od budynków oraz podwórka (Olędzki, 1981).

Mapa topograficzna powiatu białostockiego.

Mapy topograficzne powiatów tzw. obrębówki, są serią map opracowanych po 1956 roku przez Służbę Topograficzną Wojska Polskiego. Są to kolorowe mapy w skali 1:25 000. Na mapach tych nie ma żadnych danych odnośnie odwzorowania w jakim zostały wykonane, a dodatkowo celowo usunięto z nich niektóre obiekty, a powierzchnia objęta poszczególnymi arkuszami została celowo zdeformowana. Obszar obecnych granic Białegostoku obejmuje jeden arkusz mapy. Ze względu na jej małą dokładność mapa ta została wykorzystana jedynie do uzupełnienia brakujących fragmentów miasta dla mapy „Białystok struktura przestrzenna”, wykonanej przez J.R. Olędzkiego (1981).

Zdjęcia lotnicze, mapy topograficzne, plan miasta.

Do opracowania mapy „Białystok – struktura przestrzenna 2006” wykorzystano zdjęcia lotnicze w skali 1:26 000. Badany obszar obejmuje 8 zdjęć. Wszystkie zostały poddane geometryzacji a następnie interpretacji wizualnej. Na ich podstawie wydzielono poszczególne kategorie użytkowania ziemi oraz elementy infrastruktury: drogi i linie kolejowe.

Informacje ze zdjęć zostały uzupełnione mapami topograficznymi. Użyto map topograficznych w skali 1:10 000 w układzie 1992. Obszar Białegostoku przedstawiony jest na 10 arkuszach tej mapy. Na ich podstawie uszczegółowiono sieć rzeczna.

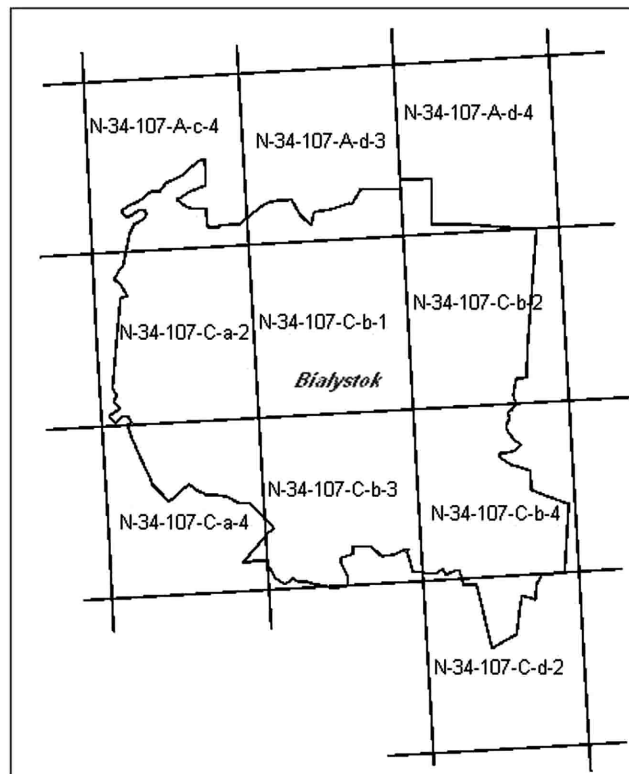
W celu dokładnego wyznaczenia granicy miasta posłużono się planem w skali 1:16 500 opracowanym przez Wydawnictwo Kartograficzne DAUN-POL sp. z o.o.

Model zabudowy miasta 3D.

Model zabudowy miasta 3D przedstawia sytuację z roku 2007¹. Tak więc, wszystkie budynki, które znajdują się na interpretowanych zdjęciach lotniczych są uwzględnione na modelu. Oprócz samej lokalizacji budynków są one również podzielone na klasy użytkowania, na przykład budynki mieszkalne, gospodarcze, sakralne itp. Model jest zgeometryzowany do Państwowego Układu Współrzędnych Geodezyjnych 2000.

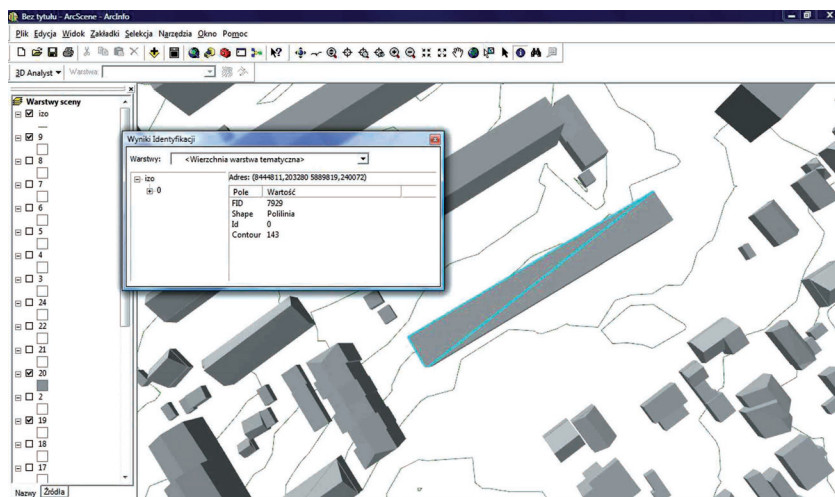
Model zabudowy miasta 3D jest wzbogacony poziomami, wykreślonymi co 1 m. Na jego podstawie wyznaczono wysokości budynków na mapie „Białystok – struktura przestrzenna 2006”.

¹ Model zabudowy miasta 3D został udostępniony dzięki uprzejmości urzędników z Wydziału Urbanistyki, Urzędu Miasta Białystok.



Ryc. 2. Skorowidz map topograficznych.

Fig. 2. The topographic maps index.



Ryc. 3. Model zabudowy miasta 3D.

Fig. 3. Model of city buildings in 3D.

Metodyka przekształcania zdjęć. Chcąc wykonać szereg map niezbędne było przekształcenie zdjęć lotniczych, które polegało na sprowadzeniu ich do jednego, układu współrzędnych.

Pierwszym elementem jaki wykonano podczas pracy na zdjęciach lotniczych była ich geometryzacja do układu WGS 84. W tym celu na każdym z 9 zdjęć zlokalizowano po 9 charakterystycznych punktów kontrolnych. Wybrane punkty należało w jednoznaczny sposób odna-

leżać na zdjęciach lotniczych oraz na materiałach z układem odniesienia. Następnie wprowadzono je oraz ich wartości do programu ENVI 4.5. Po wpisaniu wszystkich wartości dla poszczególnych zdjęć sprawdzono poprawność parametrów transformacji, tzn. błąd średniokwadratowy (*RMS error*), który w żadnym przypadku nie wynosił więcej niż połowa wielkości piksela zdjęcia. Kolejnym etapem przetwarzania było przepróbkowanie metodą najbliższego sąsiada. Wybrana została ta transformacja gdyż, „...nie uśrednia wartości a tym samym nie powoduje utraty wartości skrajnych. Nie wprowadza także zniekształceń w pikselach. Minusem metody jest możliwość pominięcia lub powielenia niektórych pikseli.”²

Geometryzacja sprawiła, że mapy które zostały opracowane na podstawie zdjęć są w pełni parametryczne, można na nich mierzyć długości odcinków oraz odczytywać pola powierzchni obiektów. Na podstawie tak zgeometryzowanych zdjęć opracowano warstwy wektorowe.

Metodyka interpretacji zdjęć lotniczych. Zgeometryzowane, barwne zdjęcia lotnicze w wersji cyfrowej zostały poddane interpretacji wizualnej. Interpretacji dokonano na monitorze komputera bez stosowania kalek interpretacyjnych. Zinterpretowane obiekty wyznaczano na ekranie monitora jako oddzielne warstwy wektorowe dodatkowo kodując powstające poligony w odpowiadające im formy użytkowania ziemi.

W celu porównania opracowań wykonanych na podstawie zdjęć lotniczych z lat 2006 i 1967, przy wyznaczaniu jednostek użytkowania ziemi, wzorowano się na legendzie mapy „*Białystok- struktura przestrzenna użytkowania ziemi*” wykonanej przez J.R. Olędzkiego (1981), jednak została ona nieco zmodyfikowana. Na podstawie zdjęć lotniczych wyróżniono: drogi, linie kolejowe, zbiorniki wodne, zabudowę, którą później na podstawie dodatkowych materiałów podzielono na 5 klas wysokościowych: zabudowa do 7 m, do 15 m, do 20 m, do 30 m i powyżej 30 m, tereny kolejowe, tereny w budowie, cmentarze, parkingi, parki, place i skwery, stadiony i boiska, grunty orne, łąki, sady i ogrody, ogródki działkowe, pozostałe użytki zielone, lasy i wyrobiska.

Zabudowę początkowo wektoryzowano bez podziału na klasy wysokościowe. Następnie podzielono je na podstawie mapy „*Stopnia przestrzennej zwartości zabudowy*” dla map z roku 1967 i na podstawie modelu zabudowy 3D dla materiałów z 2006 roku.

Elementy takie jak granica miasta oraz rzeki były interpretowane przez porównanie zdjęć lotniczych z planem miasta i mapami topograficznymi.

Metodyka wyznaczania wysokości budynków. Jednym z elementów wyróżnionych na opracowywanych mapach jest podział zabudowy na pięć klas wysokościowych. Ze względu na niejednorodne materiały źródłowe dla dwóch, analizowanych okresów, analizę wysokościową przeprowadzono na dwa różne sposoby, za każdym razem dzieląc zabudowę na klasy: zabudo-

wa do 7 m, zabudowa do 15 m, zabudowa do 20 m, zabudowa do 30 m i zabudowa powyżej 30 m.

Wysokości budynków w roku 1967. W celu odczytania wartości wysokości zabudowy porównano utworzoną (na podstawie interpretacji wizualnej zdjęć lotniczych) mapę wektorową z mapą „*Stopnia przestrzennej zwartości zabudowy*”, wykonanej przez J.R. Olędzkiego. Następnie na mapę wektorową wrysowano siatkę kwadratów o bokach 0,5 x 0,5 km – podobną do siatki która znajduje się na mapie referencyjnej. Siatka ta pomogła w orientacji w terenie podczas kodowania budynków. Na podstawie mapy stopnia przestrzennej zwartości zabudowy zakodowano wysokości grup budynków w pięciu klasach wysokościowych, tj. zabudowa do 7 m, do 15 m, do 20 m, do 30 m i powyżej 30 m (Olędzki, 1981).

Na podstawie tak przeniesionych danych, w opracowaniu mogły wystąpić drobne błędy, ze względu na to że z materiału bardziej ogólnego trzeba było przejść na bardziej szczegółowy.

Wysokości budynków w roku 2006. Wartości wysokości budynków dla mapy aktualnej na rok 2006 pozyskano z modelu zabudowy miasta 3D. Na początku odczytano wysokość wybranego budynku – najężdżając na niego kursorem i sprawdzając w informacji jaka jest jego wysokość. Następnie kursor ustawiano na poziomicy która przechodziła przez dany budynek i w analogiczny sposób odczytywano jej wartość. Wysokości budynków zostały obliczone z modelu wg następującego wzoru:

$$W = W_b - W_{n.p.m.}$$

gdzie:

W – wysokość budynków w danym poligonie,

W_b – wysokość budynku odczytana z modelu 3D,

$W_{n.p.m.}$ – wysokość terenu odczytana z warstwy poziomic.

Uzyskane wyniki zostały podzielone na pięć klas identycznych jak w przypadku mapy z roku 1967.

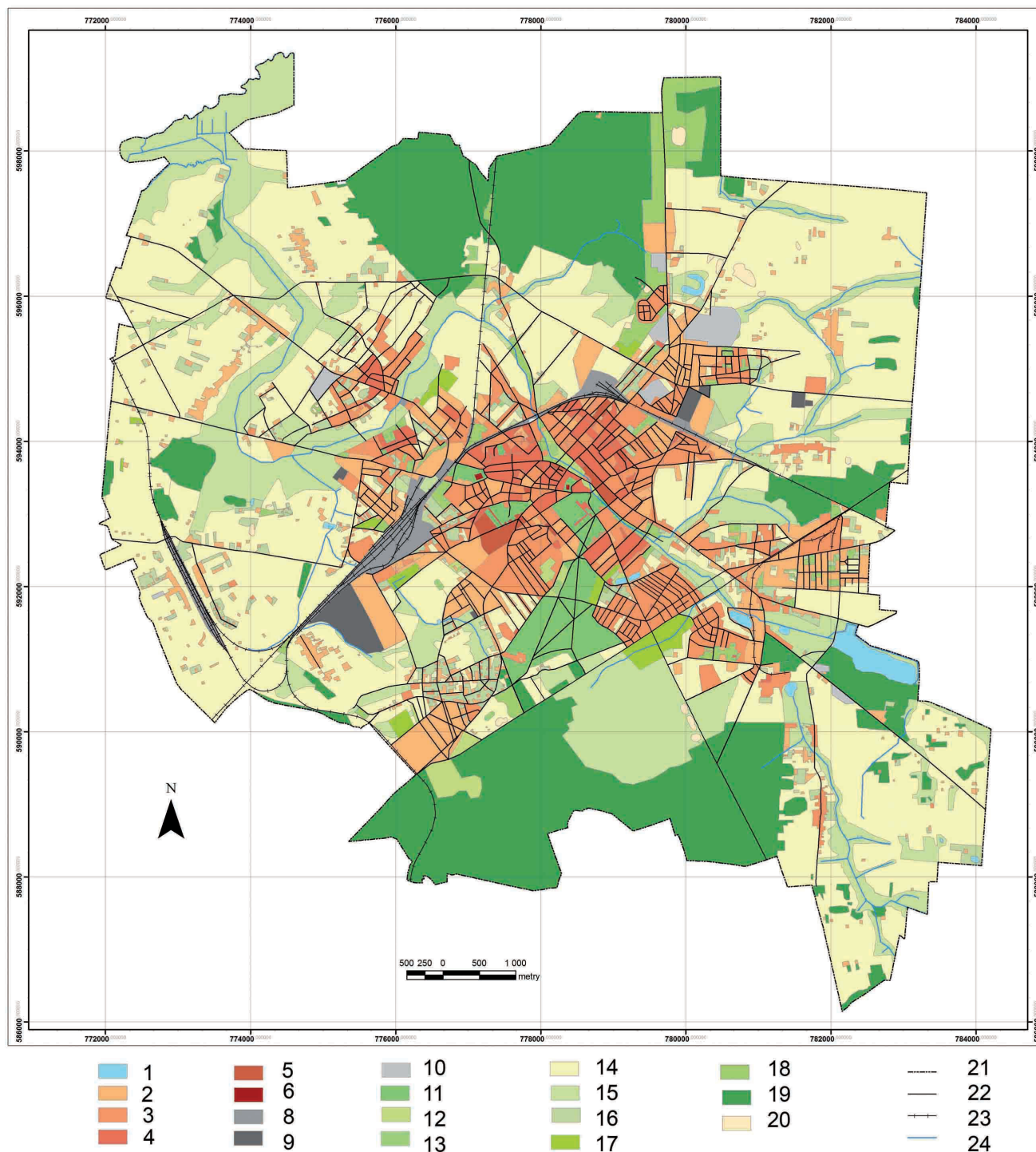
Analiza zmian użytkowania ziemi

Charakterystyka użytkowania ziemi w roku

1967. W celu określenia charakterystyki użytkowania ziemi w roku 1967 zanalizowano mapę „*Białystok – struktura przestrzenna 1967*”, ryc. 4. Analizie podlegało miasto w obecnych granicach, którego powierzchnia wynosi 10212 ha. Największą powierzchnię obejmowały: lasy, łąki i grunty orne w sumie ponad 7000 ha, co stanowi około 70% badanej powierzchni. Świadczy to o wiejskim charakterze terenu co podkreśla również duży udział zabudowy niskiej, do 15 metrów wysokości. Jest to głównie zabudowa rozproszona, mieszkalna wraz z budynkami gospodarczymi i podwórkami. Na powstałej mapie nie wyróżniono żadnego parkingu ze względu na małe ich powierzchnie.

Pięć największych jednostek użytkowania ziemi: grunty orne, lasy, łąki oraz zabudowa do 7 i do 15m

² B. Zagajewski, A. Jarocińska, D. Olesiuk, 2008



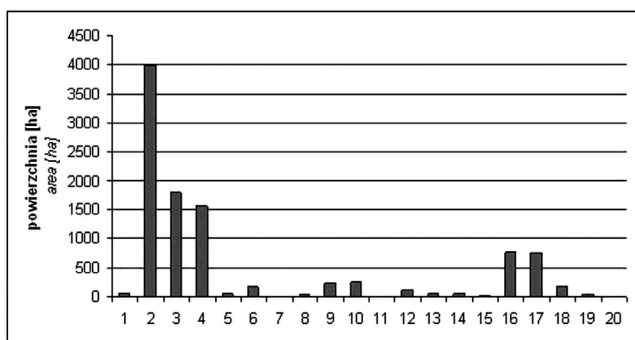
Ryc. 4. Białystok – struktura przestrzenna 1967: 1 – Zbiorniki wodne, 2 – Zabudowa do 7 m, 3 – Zabudowa do 15 m, 4 – Zabudowa do 20 m, 5 – Zabudowa do 30 m, 6 – Zabudowa pow. 30 m, 8 – Tereny kolejowe, 9 – Tereny w budowie, 10 – Cmentarze, 11 – Parki, 12 – Placze i skwery, 13 – Stadiony boiska, 14 – Grunty orne, 15 – Łąki, 16 – Sady i ogrody, 17 – Ogródki działkowe, 18 – Pozostałe użytki zielone, 19 – Lasy, 20 – Wyrobiska, 21 – Granica administracyjna, 22 – Drogi, 23 – Linie kolejowe, 24 – Rzeki.

Fig. 4. Białystok – spatial structure in 1967: 1 – Water reservoirs ponds and lakes, 2 – Buildings low 7 m, 3 – Buildings low 15 m, 4 – Buildings low 20 m, 5 – Buildings low 30 m, 6 – Buildings above 30 m, 8 – Railway areas, 9 – Building areas, 10 – Cemeteries, 11 – Parks, 12 – Squares and lawns, 13 – Stadiums and sport grounds, 14 – Arable lands, 15 – Meadows, 16 – Orchards and vegetable garden, 17 – Allotments, 18 – Other grasslands, 19 – Forests, 20 – Excavations, 21 – Administration boundary, 22 – Streets, 23 – Railway lines, 24 – Rivers.

objęły łącznie 87% terenu. Piętnaście pozostałych wydziałów to zaledwie 13% powierzchni Białegostoku.

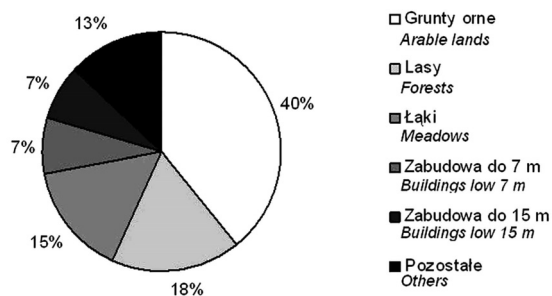
W celu zbadania stopnia zainwestowania terenu, wyznaczone jednostki użytkowania ziemi podzielono na dwie klasy, pokazujące tereny zainwestowane i niezainwestowane.

Do klasy terenów zainwestowanych włączono: cmentarze, ogródki działkowe, place i skwery, sady i ogrody, stadiony i boiska, tereny kolejowe, tereny w budowie, zabudowę do 7 m, do 15 m, do 20 m, do 30 m i zabudowę powyżej 30 m. Klasę terenów niezainwestowanych utworzyły: grunty orne, lasy, łąki, parki, pozostałe użytki zielone, zbiorniki wodne i wyrobiska. Zbiorniki wodne mogły by się wydawać obszarami niezmiennymi. Jednak na terenie Białegostoku wiele terenów podmokłych oraz zbiorników wodnych zostało osuszonych, co wpłynęło na zmianę ich charakteru a tym samym zostały zakwalifikowane do grupy terenów niezainwestowanych.



Ryc. 5. Powierzchnia klas użytkowania ziemi w roku 1967: 1 – Cmentarze, 2 – Grunty orne, 3 – Lasy, 4 – Łąki, 5 – Ogródki działkowe, 6 – Parki, 7 – Parkingi, 8 – Place i skwery, 9 – Pozostałe użytki zielone, 10 – Sady i ogrody, 11 – Stadiony boiska, 12 – Tereny kolejowe, 13 – Tereny w budowie, 14 – Zbiorniki wodne, 15 – Wyrobiska, 16 – Zabudowa do 7 m, 17 – Zabudowa do 15 m, 18 – Zabudowa do 20 m, 19 – Zabudowa do 30 m, 20 – Zabudowa pow. 30 m.

Fig. 5. Area of land use classes in 1967: 1 – Cemeteries, 2 – Arable lands, 3 – Forests, 4 – Meadows, 5 – Allotments, 6 – Parks, 7 – Parking, 8 – Squares and lawns, 9 – Other grasslands, 10 – Orchards and vegetable garden, 11 – Stadiums and sport grounds, 12 – Railway areas, 13 – Building areas, 14 – Water reservoirs, ponds and lakes, 15 – Excavations, 16 – Buildings up to 7 m, 17 – Buildings up to 15 m, 18 – Buildings up to 20 m, 19 – Buildings up to 30 m, 20 – Buildings above 30 m.



Ryc. 6. Procentowy udział największych jednostek użytkowania ziemi w roku 1967.

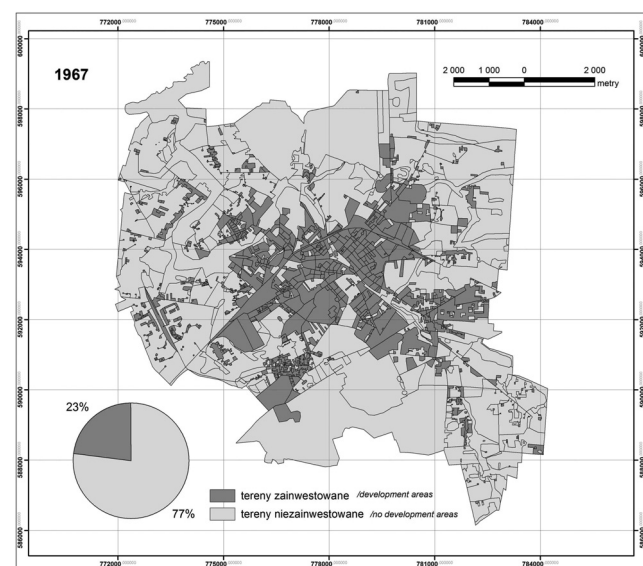
Fig. 6. Percentage of the largest units of land use areas in 1967.

Tabela. 1. Zainwestowanie terenu w roku 1967
Table. 1 Development area in 1967

Zainwestowanie terenu Development area	Powierzchnia Area [ha]	Powierzchnia Area [%]
Tereny zainwestowane Development areas	2367	23,18
Tereny niezainwestowane No development area	7845	76,82

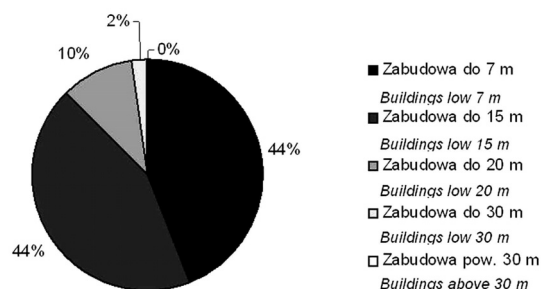
Tereny zainwestowane objęły 23% powierzchni miasta. Zlokalizowane były głównie w centrum i rozchodziły się od centrum na zewnątrz, wzdłuż głównych ulic miasta. Spore znaczenie miały również linie kolejowe oraz stacje, wokół których rozwijała się zabudowa niska, głównie sięgająca do 7 lub 15 m wysokości.

Spośród wszystkich terenów zabudowanych najliczniejsze i niemal równe były klasy zabudowy do 7 i do 15 m wysokości. W sumie stanowiły 88% terenów zabudowanych. W wielu przypadkach towarzyszyły im sady i ogrody, które w Białymstoku obejmowały łącznie około 250 ha. Zabudowa do 20 m wysokości stanowiła 10% terenów zabudowanych. Wyższe budynki były w zdecydowanej mniejszości i zajmowały około 2% powierzchni terenów zabudowanych.



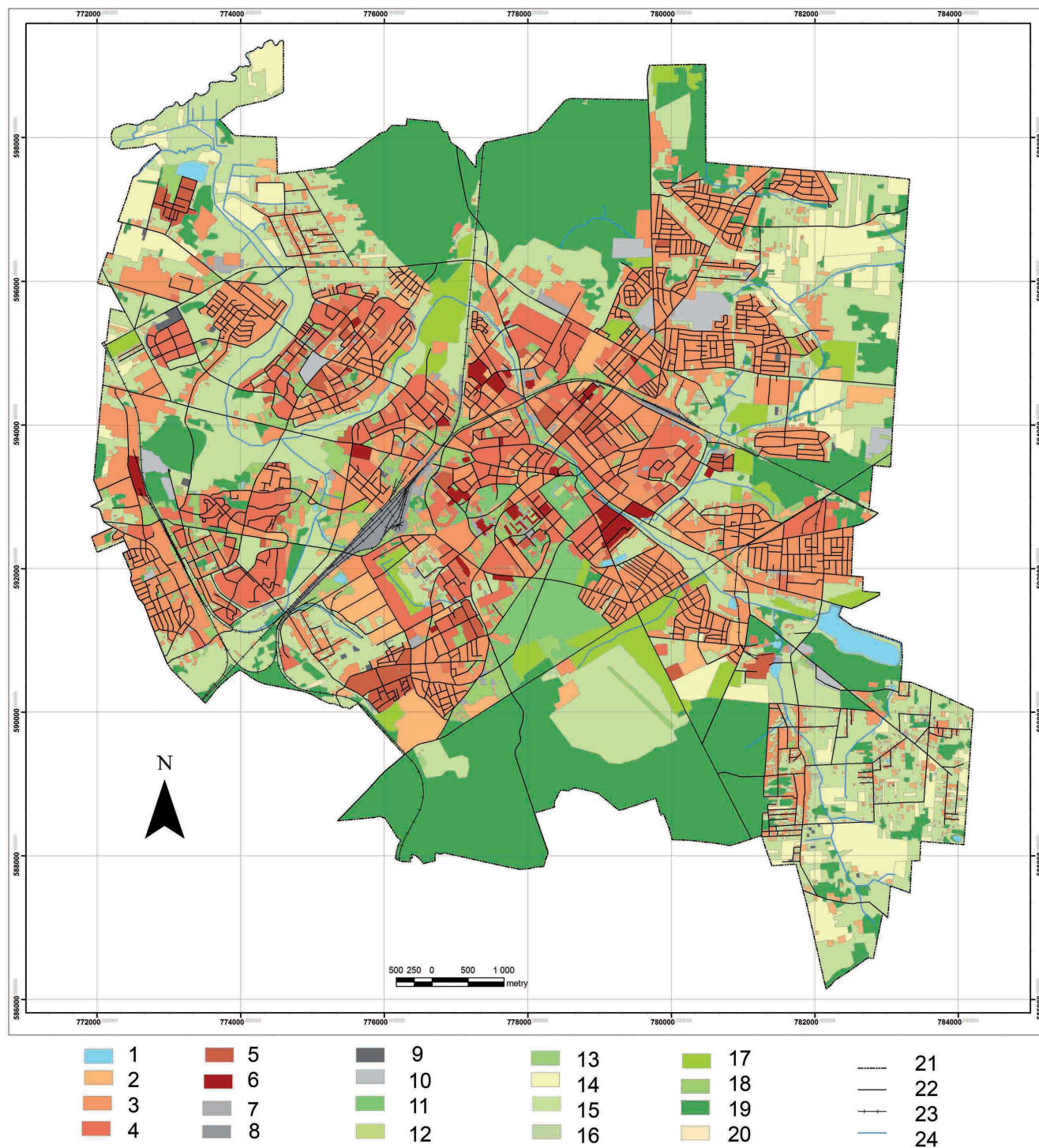
Ryc. 7. Zainwestowanie terenu w roku 1967.

Fig. 7. Development area in 1967.



Ryc. 8. Tereny zabudowane 1967.

Fig. 8. Built up areas in 1967.

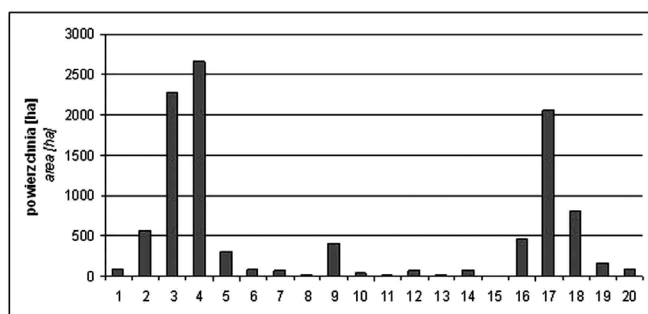


Ryc. 9. Białystok – struktura przestrzenna 2006: 1 – Zbiorniki wodne, 2 – Zabudowa do 7 m, 3 – Zabudowa do 15 m, 4 – Zabudowa do 20 m, 5 – Zabudowa do 30 m, 6 – Zabudowa pow. 30 m, 7 – Parkingi, 8 – Tereny kolejowe, 9 – Tereny w budowie, 10 – Cmentarze, 11 – Parki, 12 – Place i skwery, 13 – Stadiony boiska, 14 – Grunty orne, 15 – Łąki, 16 – Sady i ogrody, 17 – Ogródki działkowe, 18 – Pozostałe użytki zielone, 19 – Lasy, 20 – Wyrobiska, 21 – Granica administracyjna, 22 – Drogi, 23 – Linie kolejowe, 24 – Rzeki.

Fig. 9. Białystok – spatial structure in 2006: 1 – Water reservoirs ponds and lakes, 2 – Buildings low 7 m, 3 – Buildings low 15 m, 4 – Buildings low 20 m, 5 – Buildings low 30 m, 6 – Buildings above 30 m, 7 – Parking, 8 – Railway areas, 9 – Areas under construction, 10 – Cemeteries, 11 – Parks, 12 – Squares and lawns, 13 – Stadiums and sport grounds, 14 – Arable lands, 15 – Meadows, 16 – Orchards and vegetable garden, 17 – Allotments, 18 – Other grasslands, 19 – Forests, 20 – Excavations, 21 – Administration boundary, 22 – Streets, 23 – Railway lines, 24 – Rivers.

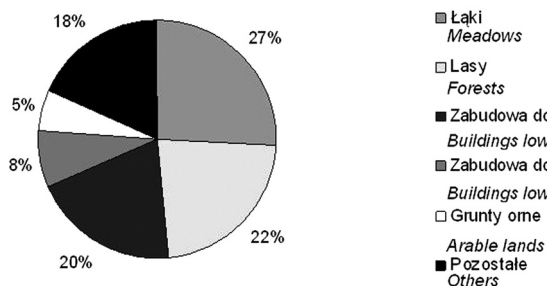
Charakterystyka użytkowania ziemi w roku 2006. Ilościową charakterystykę użytkowania ziemi w mieście przedstawia mapa „Białystok – struktura przestrzenna 2006” (Ryc. 9). Dodatkowo na mapie zaprezentowano zabudowę w pięciu klasach wysokościowych. Największą powierzchnią wyróżniły się łąki (ponad 2 600 ha) oraz lasy (ponad 2 200 ha). Trzecią klasą pod względem powierzchni była zabudowa do 15 m.

Lasy i łąki stanowiły blisko 50% powierzchni całego miasta, a zabudowa do 7 i do 15 metrów w sumie 28%. Stosunkowo niewielką powierzchnię zajmowały grunty orne. Pięć największych klas objęło w sumie 82% powierzchni całego Białegostoku a pozostałych 15 wyróżnień zaledwie 18%.



Ryc. 10. Powierzchnia klas użytkowania ziemi w roku 2006: 1 – Cmentarze, 2 – Grunty orne, 3 – Lasy, 4 – Łąki, 5 – Ogródki działkowe, 6 – Parki, 7 – Parkingi, 8 – Place i skwery, 9 – Pozostałe użytki zielone, 10 – Sady i ogrody, 11 – Stadiony boiska, 12 – Tereny kolejowe, 13 – Tereny w budowie, 14 – Zbiorniki wodne, 15 – Wyróbiska, 16 – Zabudowa do 7 m, 17 – Zabudowa do 15 m, 18 – Zabudowa do 20 m, 19 – Zabudowa do 30 m, 20 – Zabudowa pow. 30 m.

Fig. 10. Area of land use classes in 2006: 1 – Cemeteries, 2 – Arable lands, 3 – Forests, 4 – Meadows, 5 – Allotments, 6 – Parks, 7 – Parking, 8 – Squares and lawns, 9 – Other grasslands, 10 – Orchards and vegetable garden, 11 – Stadiums and sport grounds, 12 – Railway areas, 13 – Areas under construction, 14 – Water reservoirs, ponds and lakes, 15 – Excavations, 16 – Buildings up to 7 m, 17 – Buildings up to 15 m, 18 – Buildings up to 20 m, 19 – Buildings up to 30 m, 20 – Buildings above 30 m.



Ryc. 11. Procentowy udział największych jednostek użytkowania ziemi w roku 2006.

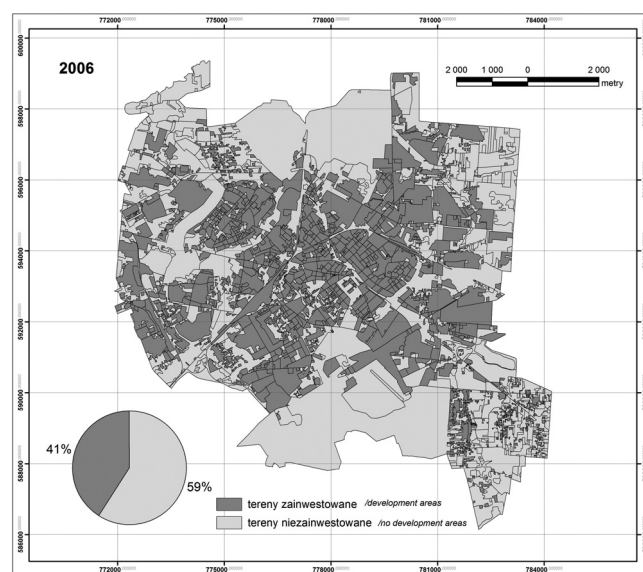
Fig. 11. Percentage of the largest units of land use areas in 2006.

Tabel. 2. Zainwestowanie terenu w roku 2006
Table. 2. Development area in 2006

Zainwestowanie terenu Development area	Powierzchnia Area [ha]	Powierzchnia Area [%]
Tereny zainwestowane Development areas	4186	40,99
Tereny niezainwestowane No development areas	6026	59,01

W celu zbadania zainwestowania terenu wszystkie wyróżnione jednostki użytkowania ziemi zostały podzielone na dwie klasy – w ten sam sposób jak w przypadku analizy zainwestowania terenu w roku 1967. Blisko 41% terenu zostało uznane za zainwestowane, a około 59% za niezainwestowane.

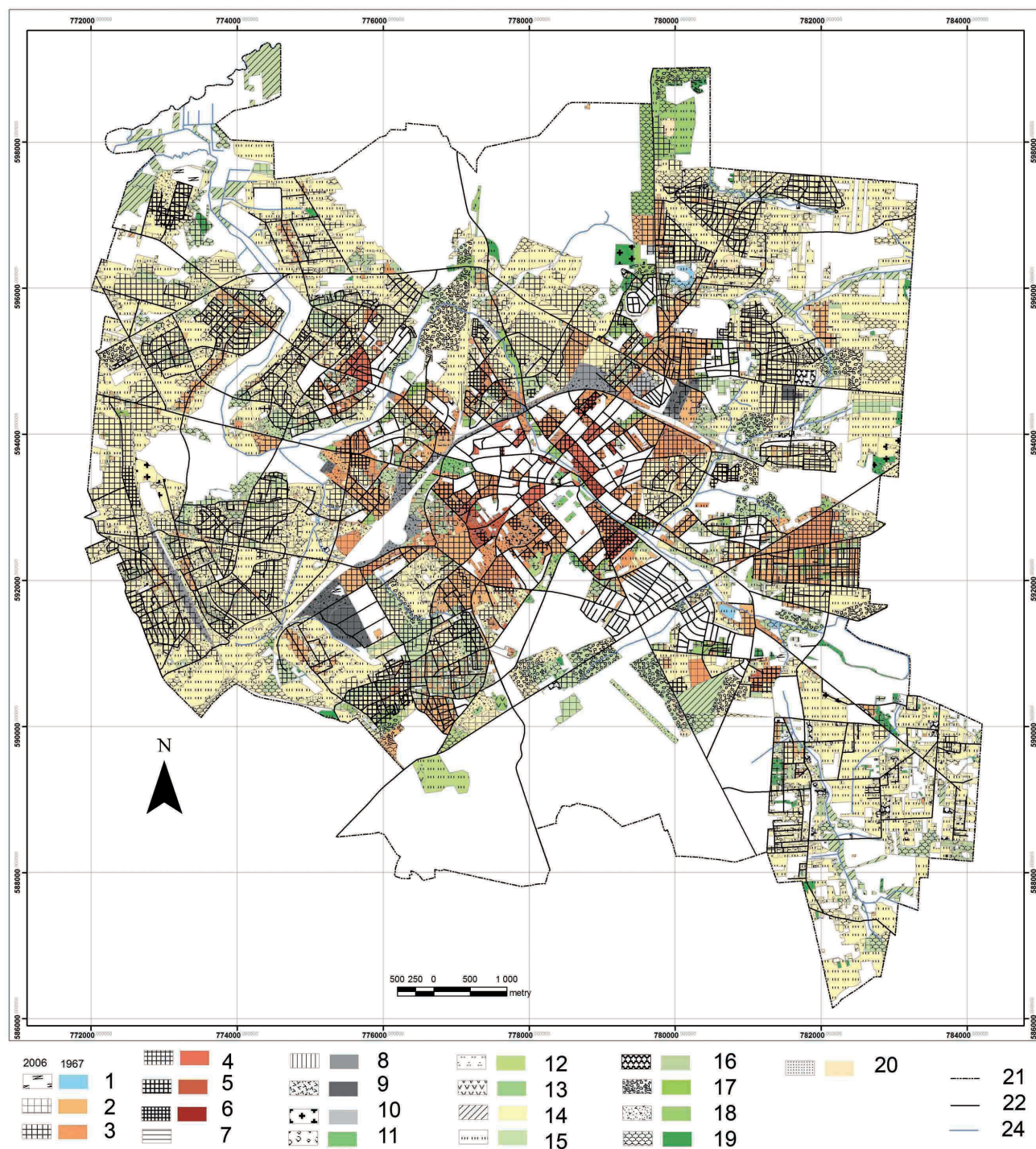
Tereny zainwestowane objęły zarówno centrum miasta jak i jego obrzeża. Na mapie wyróżniają się duże obszary niezainwestowane. Na północy – Las Pietrasze, a na południu: Las Solnicki, teren lotniska, nieliczne tereny gruntów ornych zlokalizowane głównie na południowym i północnym wschodzie miasta. Obszary zainwestowane były przedzielone łąkami znajdującymi się w dolinie rzeki Białej.



Ryc. 12. Zainwestowanie terenu w roku 2006.

Fig. 12. Development area in 2006.

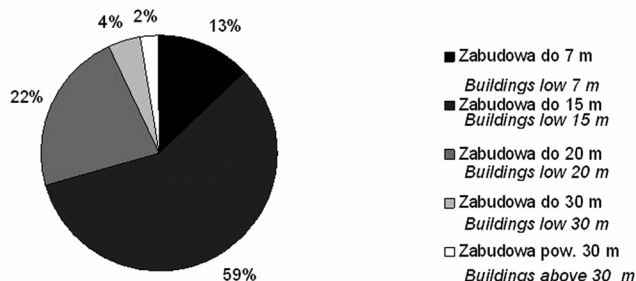
Zabudowa zajmowała około 35% powierzchni terenu. Największą grupę stanowiła zabudowa do 15 m (59% terenów zabudowanych), drugą w kolejności była zabudowa do 20 m (22% terenów zabudowanych), trzecią zabudowa do 7 m (13% terenów zabudowanych), a dwie pozostałe grupy, najwyższych budynków to 6% powierzchni zabudowanej. Duży udział zabudowy do 15 m może świadczyć o dużej ilości wysokich budynków jednorodzinnych lub niższych budynków wielorodzinnych. W Białymstoku znajdowało się również wiele osiedli wysokich domów wielorodzinnych (do 20 m wysokości) i są to głównie Osiedle Zielone Wzgórze, Leśna



Ryc. 13. Białystok – zmiany struktury przestrzennej 1967 – 2006: 1 – Zbiorniki wodne, 2 – Zabudowa do 7 m, 3 – Zabudowa do 15 m, 4 – Zabudowa do 20 m, 5 – Zabudowa do 30 m, 6 – Zabudowa pow. 30 m, 7 – Parkingi, 8 – Tereny kolejowe, 9 – Tereny w budowie, 10 – Cmentarze, 11 – Parki, 12 – Place i skwery, 13 – Stadiony boiska, 14 – Grunty orne, 15 – Łąki, 16 – Sady i ogrody, 17 – Ogródki działkowe, 18 – Pozostałe użytki zielone, 19 – Lasy, 20 – Wyrobiska, 21 – Granica administracyjna, 22 – Drogi, 24 – Rzeki.

Fig. 13. Białystok – changes in spatial structure 1967 – 2006: 1 – Water reservoirs ponds and lakes, 2 – Buildings up to 7 m, 3 – Buildings low 15 m, 4 – Buildings up to 20 m, 5 – Buildings up to 30 m, 6 – Buildings above 30 m, 7 – Parking, 8 – Railway areas, 9 – Areas under construction, 10 – Cemeteries, 11 – Parks, 12 – Squares and lawns, 13 – Stadiums and sport grounds, 14 – Arable lands, 15 – Meadows, 16 – Orchards and vegetable garden, 17 – Allotments, 18 – Other grasslands, 19 – Forests, 20 – Excavations, 21 – Administration boundary, 22 – Streets, 24 – Rivers.

Dolina, Słoneczny Stok w południowo- zachodniej części miasta, Osiedle Dziesięciny I, Dziesięciny II i Bacieczki w północno- zachodniej części miasta, Osiedle Białostoczek w północnej części miasta oraz w centrum.



Ryc. 14. Tereny zabudowane 2006.

Fig. 14. Built up areas in 2006.

Porównanie użytkowania ziemi w latach 1967 i 2006.

W celu porównania użytkowania ziemi w Białymstoku w latach 1967 – 2006 opracowano mapę „Białystok – zmiany struktury przestrzennej 1967–2006” (Ryc. 13). Mapa ta została opracowana na podstawie dwóch map, przedstawiających strukturę przestrzenną miasta w latach 1967 i 2006. Mapa powstała poprzez przecięcie dwóch wyżej wymienionych map. Następnie, w celu uwydatnienia zmian i zwiększenia czytelności mapy usunięto z niej poligony, na których struktura użytkowania ziemi o obu badanych okresach była taka sama. Pozostałe poligony zostały przedstawione w dwójaki sposób, dla roku 1967 za pomocą barw, a dla roku 2006 – szrafu. Na koniec nałożono siatkę dróg i sieć rzeczną aktualną dla roku 2006. W ten sposób powstała mapa, z której można odczytać gdzie w przeciągu 40 lat zaszły zmiany w użytkowaniu ziemi, oraz jak one wyglądały.

Dzięki opracowywaniu map w programach QGIS i ArcMap, możliwe było wygenerowanie statystyk dotyczących powierzchni wszystkich wyrysowanych poligonów.

Największe zmiany widoczne były w powierzchni gruntów ornych. W 1967 roku zajmowały one 3991 ha co stanowiło 39,08% powierzchni miasta, a w 2006 roku zaledwie 561 ha czyli 5,49% powierzchni. Świadczy to o rozwoju miasta oraz zmianach jego charakteru z wiejskiego na miejski.

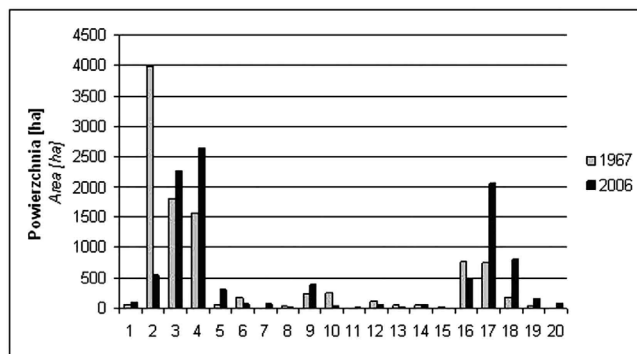
Największy ubytek pod względem powierzchniowym zanotowały grunty orne, niewielki ubytek miały również zabudowa do 7 m i sady i ogrody. Zdecydowanie powiększyły się obszary zajmowane przez zabudowę do 15 m, łąki oraz zabudowę do 20 m.

Tabela. 3. Porównanie powierzchni użytkowania ziemi
Table. 3. Comparison of land use areas

Kategorie Classes	1967		2006	
	ha	%	ha	%
Cmentarze Cemeteries	68	0,66	92	0,91
Grunty orne Arable lands	3991	39,08	561	5,49
Lasy Forests	1802	17,65	2270	22,23
Łąki Meadows	1563	15,30	2652	25,97
Ogródki działkowe Allotments	67	0,66	306	3,00
Parki Parks	171	1,67	76	0,75
Parkingi Parkings	0	0,00	72	0,70
Place i skwery Squars and lawns	48	0,47	13	0,13
Pozostałe użytki zielone Other grasslands	240	2,35	403	3,95
Sady i ogrody Orchards and vegetable gardens	251	2,45	44	0,43
Stadiony i boiska stadiums and sport grounds	9	0,09	11	0,11
Tereny kolejowe Railway areas	127	1,25	62	0,61
Tereny w budowie Building areas	63	0,61	15	0,15
Zbiorniki wodne Water reservoirs, ponds and lakes	55	0,54	60	0,59
Wyrobiska Excavation	24	0,23	4	0,04
Zabudowa do 7 m Buildings low 7 m	761	7,45	465	4,55
Zabudowa do 15 m Buildings low 15 m	759	7,43	2056	20,13
Zabudowa do 20 m Buildings low 20 m	176	1,73	802	7,85
Zabudowa do 30 m Buildings low 30 m	38	0,37	158	1,55
Zabudowa pow. 30 m Buildings above 30 m	1	0,01	89	0,87
Suma Sum	10212	100,00	10212	100,00

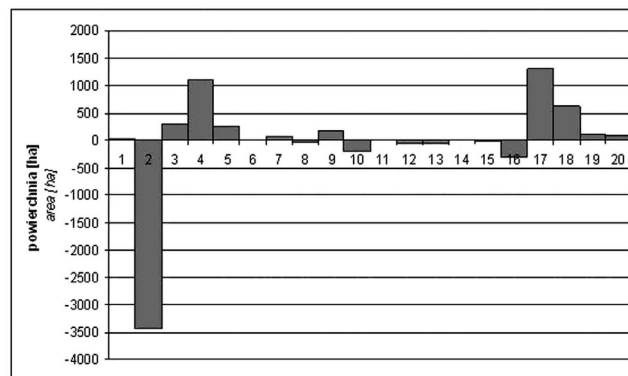
Tabela 4. przedstawia wartości poszczególnych kierunków zmian, wyrażonych w hektarach i procentowym udziale wszystkich zmian.

W celu pokazania głównych kierunków zmian użytkowania ziemi wybrano wszystkie zmiany których powierzchnia przekraczała wielkość 100 ha. Widać tu zdecydowany odpływ gruntów ornych na korzyść łąk (aż 978 ha). Wśród wybranych zmian żadna z klas użytkowania ziemi nie przekształciła się w grunty orne. Zabudowa do 7 m wysokości powiększyła się kosztem łąk i gruntów ornych natomiast część jej powierzchni przejęła zabudowa do 15 m, z czego można wnioskować że stare, niskie budynki o charakterze wiejskim zostały



Ryc. 15. Porównanie powierzchni klas użytkowania ziemi: 1 – Cmentarze, 2 – Grunty orne, 3 – Lasy, 4 – Łąki, 5 – Ogródki działkowe, 6 – Parki, 7 – Parkingi, 8 – Place i skwery, 9 – Pozostałe użytki zielone, 10 – Sady i ogrody, 11 – Stadiony boiska, 12 – Tereny kolejowe, 13 – Tereny w budowie, 14 – Zbiorniki wodne, 15 – Wyrębiska, 16 – Zabudowa do 7 m, 17 – Zabudowa do 15 m, 18 – Zabudowa do 20 m, 19 – Zabudowa do 30 m, 20 – Zabudowa pow. 30 m.

Fig. 15. Comparison of the surface of the land use classes: 1 – Cemeteries, 2 – Arable lands, 3 – Forests, 4 – Meadows, 5 – Allotments, 6 – Parks, 7 – Parking, 8 – Squares and lawns, 9 – Other grasslands, 10 – Orchards and vegetable garden, 11 – Stadiums and sport grounds, 12 – Railway areas, 13 – Areas under construction, 14 – Water reservoirs, ponds and lakes, 15 – Excavations, 16 – Buildings up to 7 m, 17 – Buildings up to 15 m, 18 – Buildings up to 20 m, 19 – Buildings up to 30 m, 20 – Buildings above 30 m.



Ryc. 16. Zmiany użytkowania ziemi w Białymstoku: 1 – Cmentarze, 2 – Grunty orne, 3 – Lasy, 4 – Łąki, 5 – Ogródki działkowe, 6 – Parki, 7 – Parkingi, 8 – Place i skwery, 9 – Pozostałe użytki zielone, 10 – Sady i ogrody, 11 – Stadiony boiska, 12 – Tereny kolejowe, 13 – Tereny w budowie, 14 – Zbiorniki wodne, 15 – Wyrębiska, 16 – Zabudowa do 7 m, 17 – Zabudowa do 15 m, 18 – Zabudowa do 20 m, 19 – Zabudowa do 30 m, 20 – Zabudowa pow. 30 m.

Fig. 16. Changes in land use areas in Białymstoku: 1 – Cemeteries, 2 – Arable lands, 3 – Forests, 4 – Meadows, 5 – Allotments, 6 – Parks, 7 – Parking, 8 – Squares and lawns, 9 – Other grasslands, 10 – Orchards and vegetable garden, 11 – Stadiums and sport grounds, 12 – Railway areas, 13 – Areas under construction, 14 – Water reservoirs, ponds and lakes, 15 – Excavations, 16 – Buildings low 7 m, 17 – Buildings low 15 m, 18 – Buildings low 20 m, 19 – Buildings low 30 m, 20 – Buildings above 30 m.

Tabela. 4. Zmiany w użytkowaniu ziemi
Table. 4. Changes in land use areas

Z From:	Na To:	Powierzchnia Area [ha]	% wszystkich zmian In all changes	Z From:	Na To:	Powierzchnia Area [ha]	% wszystkich zmian (All changes)
1	4	32,9	0,44	10	2	1,3	0,02
	5	9,3	0,13		3	8,9	0,12
	17	10,4	0,14		4	36,6	0,49
2	1	3,6	0,05		5	1,6	0,02
	3	236,4	3,19		6	1,7	0,02
	4	977,9	13,18		7	4,5	0,06
	5	82,5	1,11		9	16,3	0,22
	6	3,1	0,04		10	5,2	0,07
	7	111,8	1,51		16	19,3	0,26
	8	3,3	0,04		17	88,0	1,19
	9	169,6	2,29		18	17,4	0,23
	10	44,3	0,60		19	4,3	0,06
	11	1,9	0,03		20	3,4	0,05
	12	2,0	0,03	11	4	2,3	0,03
	13	15,2	0,21		9	1,0	0,01
	14	11,6	0,16		17	3,8	0,05
	15	2,0	0,03	12	3	4,7	0,06
	16	300,8	4,05		4	60,9	0,82
	17	860,8	11,60		7	12,2	0,16
	18	257,9	3,48		8	2,4	0,03
	19	46,8	0,63		9	6,0	0,08
	20	40,5	0,55		16	5,2	0,07
3	4	153,9	2,07		17	7,9	0,11
	5	19,6	0,26		18	10,1	0,14
	9	7,2	0,10		20	10,3	0,14
	13	1,9	0,02	13	3	2,7	0,04
	14	4,0	0,05		4	13,1	0,18
	16	19,3	0,26		9	2,1	0,03
	17	691,9	9,32		16	6,5	0,09
	18	1,2	0,02		17	18,9	0,25
4	2	48,9	0,66		18	11,4	0,15

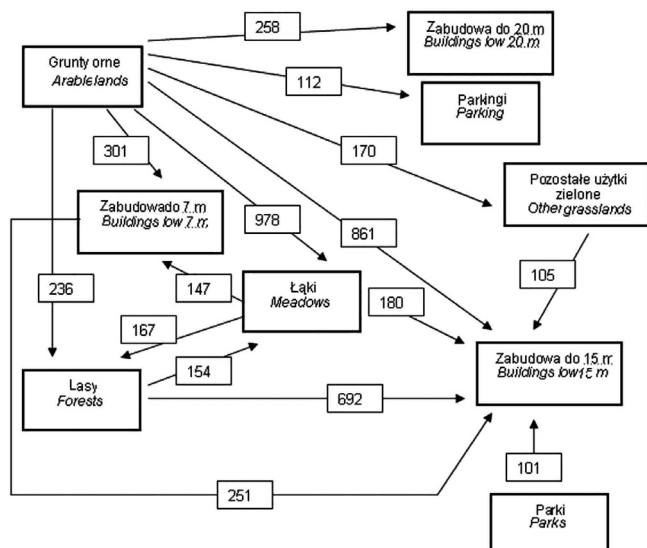
Z From:	Na To:	Powierzchnia Area [ha]	% wszystkich zmian In all changes	Z From:	Na To:	Powierzchnia Area [ha]	% wszystkich zmian (All changes)
	3	167,2	2,25	14	4	6,1	0,08
	5	64,4	0,87		17	41,5	0,56
	6	1,9	0,03		18	2,1	0,03
	7	41,8	0,56	15	2	3,2	0,04
	9	45,9	0,62		3	1,0	0,01
	10	9,7	0,13		4	3,5	0,05
	11	1,3	0,02		5	3,6	0,05
	13	1,5	0,02		16	1,9	0,03
	14	4,0	0,05		17	6,4	0,09
	15	1,8	0,02	16	2	26,4	0,36
	16	146,7	1,98		3	20,2	0,27
	17	180,4	2,43		4	80,5	1,08
	18	55,0	0,74		5	11,2	0,15
	19	31,0	0,42		7	13,8	0,19
	20	11,0	0,15		9	45,0	0,61
5	7	7,0	0,09		10	3,3	0,04
	9	1,0	0,01		13	2,4	0,03
	16	4,5	0,06		17	250,5	3,38
	17	37,6	0,51		18	63,5	0,86
	18	6,8	0,09		19	5,1	0,07
	20	23,2	0,31		20	16,1	0,22
6	4	5,4	0,07	17	1	3,0	0,04
	5	1,1	0,01		3	17,0	0,23
	7	9,9	0,13		4	54,2	0,73
	9	22,1	0,30		6	11,8	0,16
	16	4,5	0,06		7	60,1	0,81
	17	100,8	1,36		8	9,4	0,13
	18	6,8	0,09		9	69,5	0,94
	20	23,2	0,31		10	4,0	0,05
8	3	3,7	0,05		11	1,1	0,02
	4	25,3	0,34		13	17,6	0,24
	9	1,9	0,03		16	95,0	1,28
	11	1,2	0,02		18	46,9	0,63
	16	1,1	0,02		19	16,6	0,22
	17	3,8	0,05		20	24,8	0,33
	18	3,4	0,05	18	3	1,1	0,02
9	3	11,5	0,16		4	22,0	0,30
	4	21,8	0,29		7	1,5	0,02
	5	3,5	0,05		8	3,0	0,04
	7	9,3	0,13		9	19,2	0,26
	10	1,1	0,02		16	16,8	0,23
	11	2,8	0,04		17	44,8	0,60
	14	1,2	0,02	19	4	1,9	0,03
	16	22,8	0,31		6	1,8	0,02
	17	104,9	1,41		9	1,7	0,02
	18	10,4	0,14		16	10,2	0,14
	19	7,1	0,10		17	8,5	0,11
	20	1,9	0,03		18	7,1	0,10

1 – Cmentarze, 2 – Grunty orne, 3 – Lasy, 4 – Łąki, 5 – Ogródki działkowe, 6 – Parki, 7 – Parkingi, 8 – Place i skwery, 9 – Pozostałe użytki zielone, 10 – Sady i ogrody, 11 – Stadiony boiska, 12 – Tereny kolejowe, 13 – Tereny w budowie, 14 – Zbiorniki wodne, 15 – Wyrobiska, 16 – Zabudowa do 7 m, 17 – Zabudowa do 15 m, 18 – Zabudowa do 20 m, 19 – Zabudowa do 30 m, 20 – Zabudowa pow. 30 m.

1 – Cemeteries, 2 – Arable lands, 3 – Forests, 4 – Meadows, 5 – Allotments, 6 – Parks, 7 – Parking, 8 – Squares and lawns, 9 – Other grasslands, 10 – Orchards and vegetable garden, 11 – Stadiums and sport grounds, 12 – Railway areas, 13 – Areas under construction, 14 – Water reservoirs, ponds and lakes, 15 – Excavations, 16 – Buildings up to 7 m, 17 – Buildings up to 15 m, 18 – Buildings up to 20 m, 19 – Buildings up to 30 m, 20 – Buildings above 30 m.

przekształcone w wyższe budynki jednorodzinne. Spośród wybranych jednostek, najbardziej powiększyła się klasa zabudowy do 15 m. Najbardziej wpłynęły na to grunty orne (861 ha), lasy (692 ha) oraz zabudowa do 7 m (251 ha).

Różnice w użytkowaniu ziemi widać również na podstawie analizy liczby poligonów podzielonych według formy użytkowania ziemi. W 1967 roku tylko nieliczne klasy takie jak grunty orne lub sady i ogrody przeważały liczbą poligonów te same jednostki z roku 2006.

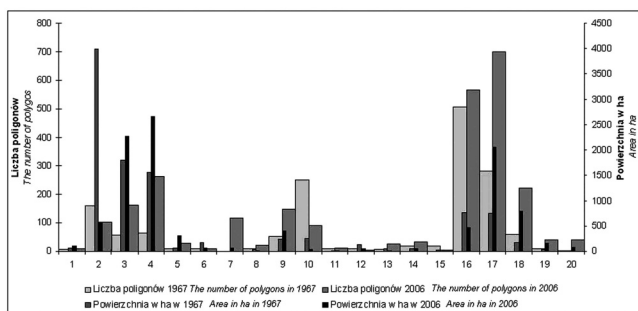


Ryc. 17. Główne kierunki zmian (w ha).

Fig. 17. The main directions of changes (in ha).

Może to świadczyć o postępującej mniejszej homogeniczności terenu, zwiększeniu jego ziarnistości a tym samym jego urozmaiceniu.

Ryc. 18. przedstawia wykres porównujący liczby poligonów danej formy użytkowania ziemi i jej powierzchnię wyrażonej w hektarach. Z wykresu wynika, że takie klasy jak grunty orne, lasy i łąki obejmowały duże powierzchnie i były to obszary bardzo homogeniczne w 1967 roku, natomiast w 2006 liczba poligonów wzrosła (w przypadku lasów i łąk), co może świadczyć o roz-



Ryc. 18. Porównanie zajmowanej powierzchni z liczbą poligonów: 1 – Cmentarze, 2 – Grunty orne, 3 – Lasy, 4 – Łąki, 5 – Ogródki działkowe, 6 – Parki, 7 – Parkingi, 8 – Plac i skwery, 9 – Pozostałe użytki zielone, 10 – Sady i ogrody, 11 – Stadiony boiska, 12 – Tereny kolejowe, 13 – Tereny w budowie, 14 – Zbiorniki wodne, 15 – Wyróbiska, 16 – Zabudowa do 7 m, 17 – Zabudowa do 15 m, 18 – Zabudowa do 20 m, 19 – Zabudowa do 30 m, 20 – Zabudowa pow. 30 m.

Fig. 18. Comparison of the occupied area with the number of polygons: 1 – Cemeteries, 2 – Arable lands, 3 – Forests, 4 – Meadows, 5 – Allotments, 6 – Parks, 7 – Parking, 8 – Squares and lawns, 9 – Other grasslands, 10 – Orchards and vegetable garden, 11 – Stadiums and sport grounds, 12 – Railway areas, 13 – Areas under construction, 14 – Water reservoirs, ponds and lakes, 15 – Excavations, 16 – Buildings up to 7 m, 17 – Buildings up to 15 m, 18 – Buildings up to 20 m, 19 – Buildings up to 30 m, 20 – Buildings above 30 m.

drobnieniu tych form. Inaczej sytuacja wygląda z zabudową. We wszystkich przypadkach wzrosła zarówno jej powierzchnia jak i liczba poligonów, jedynie w zabudowie do 7 m zauważalny jest niewielki spadek powierzchni tej kategorii użytkowania ziemi.

Podsumowanie

W przeciągu ostatnich 40 lat struktura przestrzenna Białegostoku uległa istotnym zmianom. W latach 60-tych ubiegłego wieku znaczna część powierzchni miasta, w obecnych granicach administracyjnych, użytkowana była to tereny rolnicze. Obszar zurbanizowany stanowił jedynie 23% powierzchni miasta. W roku 2006 niemal połowę powierzchni Białegostoku zajmowały użytki o charakterze typowo miejskim.

Ogółem przemianom uległo ponad 70% powierzchni miasta. Zaobserwowano proces postępującego zróżnicowania się przestrzeni miasta, wyrażający się stosunkiem liczby poligonów, poszczególnych użytków do zajmowanej przez daną kategorię ogólnej powierzchni.

Zastosowanie zdjęć lotniczych oraz metod geoinformatycznych wskazuje na znaczne możliwości, tkwiące w tego typu materiałach i metodach, w badaniu struktury przestrzennej obszarów zurbanizowanych. Dają one jednocześnie możliwość wszechstronnej charakterystyki ilościowej badanych obszarów.

Literatura

- Ciołkosz A., Miszański J., Ołędzki J.R., 1999, *Interpretacja zdjęć lotniczych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Collins G.W., El-Beik A.H., 1971, The acquisition of urban land use information from photographs of the city of Leeds. *Photogrammetria*, vol. 27, No 2.
- GUS, 2009, *Białystok na tle innych miast wojewódzkich; Stan geodezyjny i kierunki wykorzystania przestrzeni miasta*. www.stat.gov.pl.
- Grycel J., 2003, Zachować tożsamość, czy współczesna architektura mieszkaniowa Białegostoku ma szansę na odnalezienie swojej tradycji? *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej Architektura*, zeszyt 19.
- Kowalski J. 2002, *Zastosowanie wieloczasowych zdjęć lotniczych w badaniach zmian w zagospodarowaniu przestrzennym Gminy Bielany (Warszawa) w latach 1935 – 1997*. Praca magisterska, WGiSR UW.
- Łapko A., 2002, Rynek Sienny w Białymstoku i jego najbliższe otoczenie. *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej Architektura*, zeszyt 19, str. 69 –79.
- Mycke-Dominko M., 1980, Zastosowanie zdjęć lotniczych przy sporządzaniu „map dla zarządzania” w skali 1:50 000 na przykładzie powiatu Wyszaków. *Fotointerpretacja w Geografii*, T.14.
- Mycke-Dominko M., 1985, Analiza struktury funkcjonalnej Elku na podstawie diachronicznych zdjęć lotniczych. *Fotointerpretacja w geografii*, Nr 18, str. 127–139.
- Mycke-Dominko M., 1988, *Zmiany układu przestrzennego wybranych miast województwa suwalskiego w latach 1969 – 1981 na tle środowiska przyrodniczego (studium z zastosowaniem analizy fotointerpretacyjnej)*. Praca doktorska, WGiSR UW.

- Olędzki J.R., Mycke M., 1977, Fotointerpretacyjna metoda badania struktury przestrzennej miasta. *Fotointerpretacja w Geografii*, Nr 10, str. 59 – 71.
- Olędzki J.R., 1981, Zastosowanie zdjęć lotniczych w badaniach obszarów zurbanizowanych. *Prace i studia Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Warszawskiego*, zeszyt 24, Geografia ekonomiczna, zeszyt 4, Warszawa.
- Sawicki P., 2002, *Białystok na progu XXI wieku*. Instytut Wydawniczy Kreator, Białystok.
- Tokajuk A., 2007, Próba identyfikacji elementów tożsamości miasta na przykładzie Białegostoku. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej Architektura i Urbanistyka*, zeszyt 12, str. 11 – 22.
- Wojciechowski M., 2007, *Relacje między fizjonomią obrazu satelitarnego a strukturą funkcjonalną miasta Białegostoku*. Praca licencjacka, WGiSR UW.
- Zagajewski B., Jarocińska A., Olesiuk D., 2008, *Metody i techniki badań geoinformatycznych*. www.telegeo.wgsr.uw.edu.pl.
- www.codgik.gov.pl, 2010, *Skorowidz map topograficznych*.



Joanna Nowocień, absolwentka Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego ze specjalnością geoinformatyka i teledetekcja. Zainteresowania naukowe wiąże z zastosowaniem technologii GIS w ochronie i kształtowaniu środowiska. Kontakt: email: nowocien.joanna@gmail.com.