



# Ortofotomapa po polsku

**Z Zenonem Parzyńskim**, kierownikiem Pracowni Zastosowań Numerycznych Warszawskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego S.A., rozmawiają Anna Wardziak i Zbigniew Leszczewicz

**Zainspirowani seminarium w Rygi zorganizowanym niedawno przez WPG S.A. nt. „Informacja przestrzenna i kataster jako podstawa zarządzania miastem i gminą” (któremu towarzyszyły regaty żeglarskie) postanowiliśmy odwiedzić jedną z pracowni, gdzie zapoznaliśmy się z autorskimi rozwiązaniami technicznymi przedsiębiorstwa. Pracownia Zastosowań Numerycznych powstała w 1995 r. w odpowiedzi na wzrost zapotrzebowania na opracowania numeryczne.**

**Czym aktualnie zajmujecie się w pracowni?**

Zgodnie z założeniami głównym profilem naszej działalności są opracowania numeryczne map zasadniczych, tematycznych, topograficznych, planów archeologicznych, a także fotogrametria lotnicza (np. ortofotomapa) i naziemna (elewacje architektoniczne). Obecnie w pracowni wykonujemy mapę średnich cen gruntów dla Warszawy i województwa warszawskiego, mapę numeryczną „Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu”, a także opracowa-

nie numeryczne „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Wieliszew”. Właśnie otrzymaliśmy zlecenie na wykonanie fotomapy dla Dzielnicy Żoliborz.

### Kto jest odbiorcą waszych map? Gminy?

Zleceniodawcy są różni: gminy, dzielnice, różnego rodzaju firmy. Na przykład zleceniodawcą studium dla gminy Wieliszew jest Biuro Rozwoju w Łodzi, które opracowało to studium na mapach topograficznych w skali 1:10 000. My w pracowni przetwarzamy je na postać numeryczną obiektową w formacie ARC/INFO. Pozwoli to w przyszłości podłączyć bazę danych do poszczególnych obiektów znajdujących się na mapie.

### A mapa cen gruntów warszawskich?

Mapa cen wykonywana jest drugi czy trzeci raz z rzędu na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego w Warszawie. Ma to być opracowanie cykliczne – gminy wysyłają do Urzędu Wojewódzkiego kopie aktów notarialnych, na podstawie których są tworzone specjalne karty na temat zawartych transakcji. W 1997 r. zawarto ich 8,5 tys. i każdą z nich należy nanieść na mapę. Bardzo często, zwłaszcza na terenie województwa, jedyną wskazówką odnoszącą się do „adresu” transakcji jest numer działki obrebu. W takim przypadku, aby nanieść transakcję na mapę, trzeba przejść przez dane z ewidencji gruntów. Z numeryką będzie to miało tyle wspólnego, że wszystkie dane są wprowadzane do komputera i końcowe opracowanie, czyli mapa powstanie w komputerze. Tak jak w każdym systemie – zbieranie danych zajmuje 80-90% czasu i stwarza największe problemy.

### Jak ostatecznie wygląda opracowanie graficzne takiej mapy?

Na podstawie naniesionych na mapę transakcji z konkretnymi cenami oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego zostaną określone rejon o zbliżonych cenach za metr kwadratowy. Będą one zamknięte granicami administracyjnymi, głównymi ulicami

lub drogami oraz granicami wynikającymi z różnego przeznaczenia terenów w planie zagospodarowania. Każdy z rejonów będzie oznaczony kolorem, a na nim zostanie umieszczony diagram w postaci prostopadłościanu, którego wielkość będzie zależała od wartości jednego metra kwadratowego.

### Z jaką dokładnością jeśli chodzi o lokalizację?

Tam, gdzie ewidencja gruntów jest odnowiona, udaje nam się dobrać do współrzędnych. Na terenie Warszawy dla ok. 90% transakcji zostały określone współrzędne. Natomiast na terenie województwa w większości przypadków dokładność lokalizacji odpowiada dokładności graficznej, tzn. na podstawie istniejących map ewidencyjnych (nakładek) lokalizacja transakcji jest przenoszona na mapę topograficzną w skali 1:25 000.

### Czy wykonujecie jakieś inne prace dla administracji?

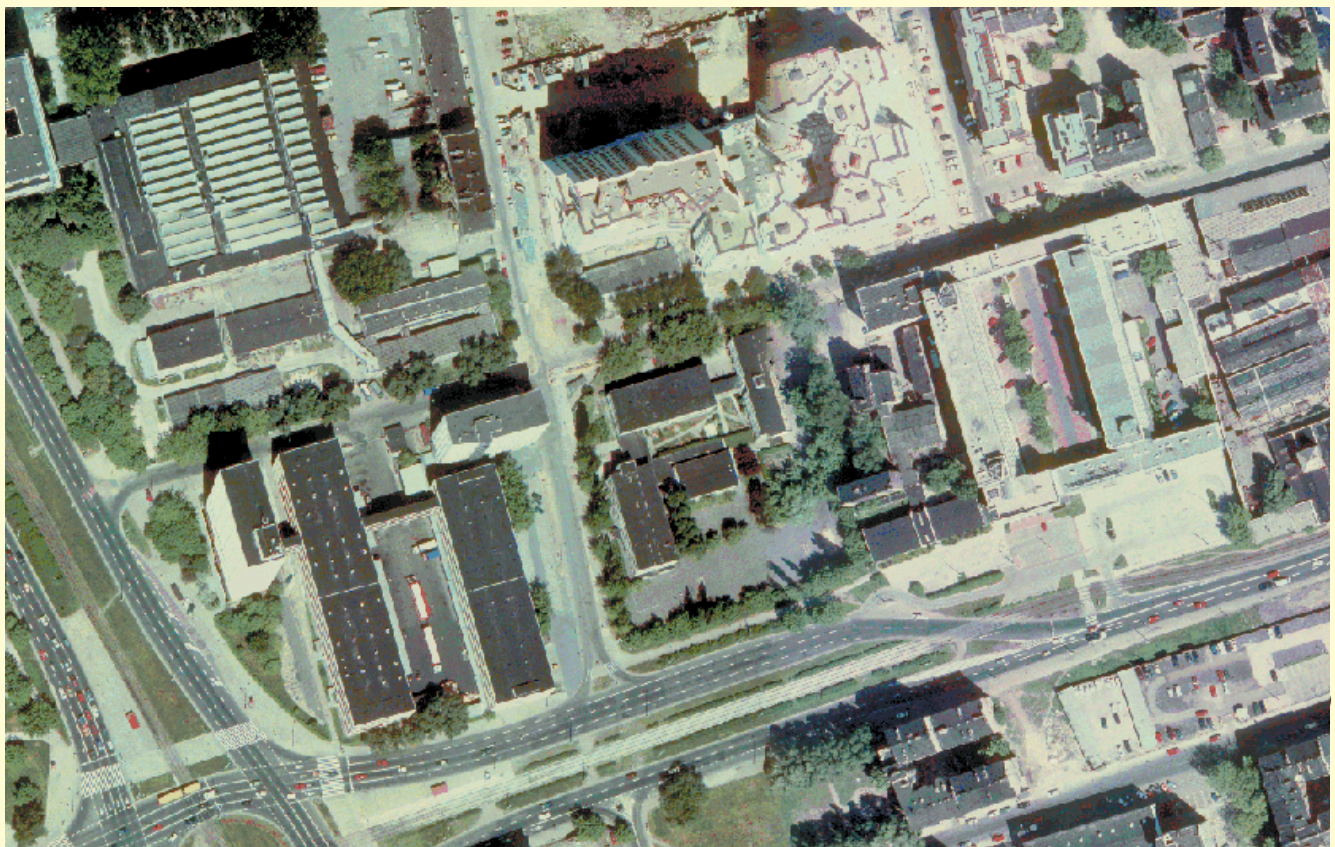
Pośrednio na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego w Warszawie (jesteśmy podwykonawcą), opracujemy granice Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Opracowanie obejmuje całe województwo warszawskie, łącznie z Warszawą. W efekcie powstanie obiektowa mapa numeryczna połączona z systemem, który pozwoli na zaznaczenie na mapie obszarów znajdujących się w odległości mniejszej niż np. 100 m od granicy chronionego krajobrazu. W takich obszarach prowadzenie działalności inwestycyjnej jest zakazane lub w znacznej mierze ograniczone.

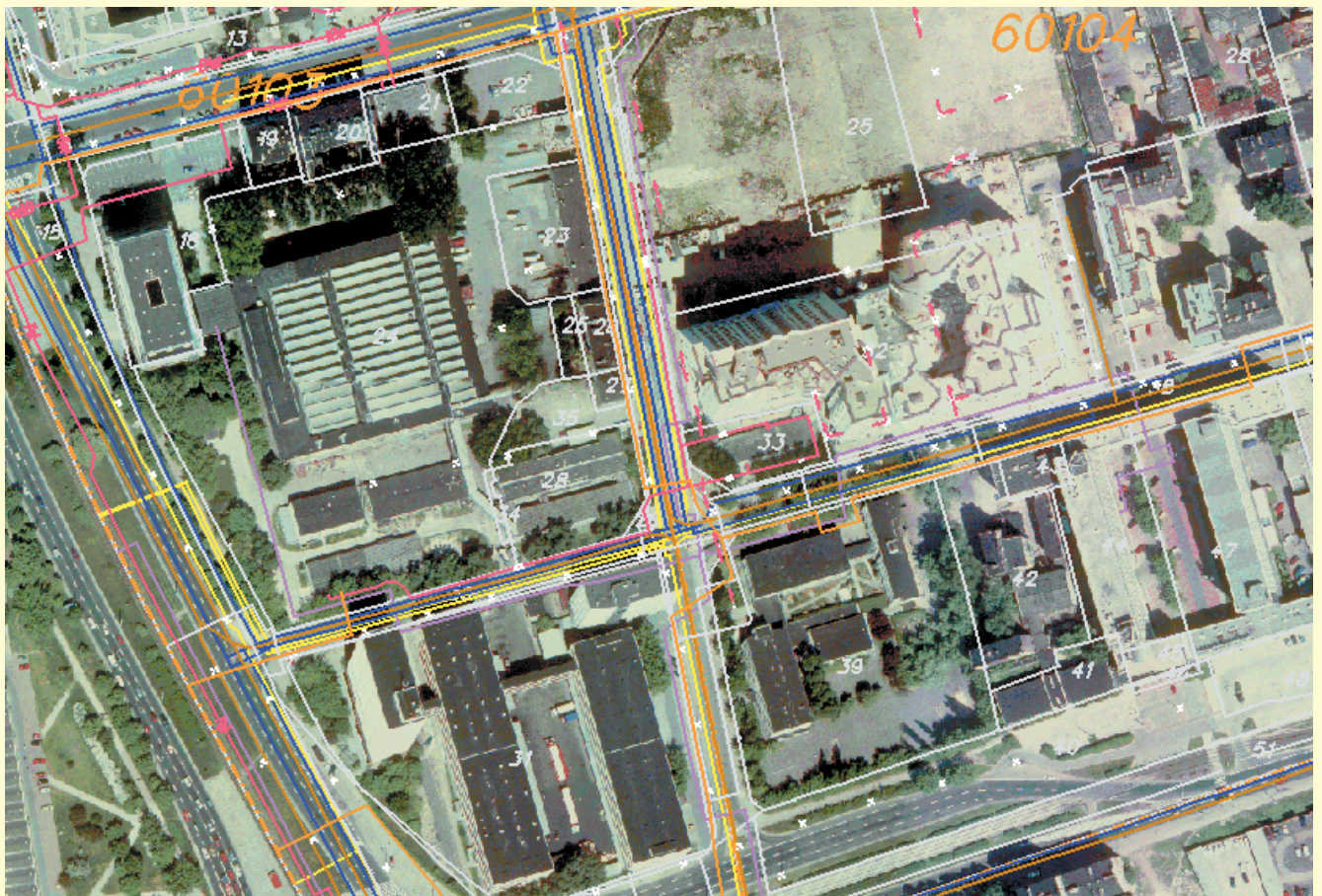
### Skąd w waszej pracowni zainteresowanie ortofotomapa?

Będąc firmą geodezyjną mamy ambicje wykonywać wszelkiego rodzaju mapy. Nie bez znaczenia był fakt, że w ramach programu PHARE zostały wykonane zdjęcia lotnicze Polski w skali 1:26 000, w tym wybranych miast w skali 1:5000, które można i trzeba wykorzystywać. Na nasze zainteresowanie ortofotomapa wpłynęły też wyniki porównania cech istniejących map w postaci tradycyjnej (niezależnie od tego, czy te mapy są na papierze czy na nośnikach

**Ortofotomapa jest przekształconym zdjęciem lotniczym lub satelitarnym, przy czym najczęściej na ortofotomapę składa się więcej niż jedno zdjęcie. Przekształcanie zdjęcia w ortofotomapę składa się z dwóch części. Ponieważ zdjęcie jest rzutem środkowym, a mapa jest rzutem ortogonalnym terenu i różnych obiektów z nim związanych na pewną płaszczyznę odniesienia, należy w pierwszej kolejności przekształcić rzut środkowy na rzut ortogonalny. Dalszym etapem jest wyeliminowanie wpływu deniwelacji (ukształtowania terenu), bowiem w rzucie środkowym położenie pionowe punktu (na wierzchołku wzniesienia, na stoku czy w zagłębieniu) ma wpływ na położenie jego obrazu na zdjęciu.**

▼ Fragment ortofotomapy jednej z dzielnic Warszawy – Woli





▲ Ortofotomapa z nałożoną ewidencją i urządzeniami podziemnymi

magnetycznych) i ortofotomapy. Te pierwsze charakteryzuje przede wszystkim różna dokładność. Podczas ich tworzenia i uaktualniania były używane różne narzędzia, różne technologie pomiaru. W przypadku ortofotomapy nie ma szczegółów bardziej lub mniej dokładnie pomierzonych. Przeciwnie wszystkie zostały umieszczone na zdję-



▲ Zenon Parzyński wyjaśnia tajniki tworzenia ortofotomapy

ciu z taką samą dokładnością. Obecnie, przy wykorzystaniu nowoczesnej technologii (GPS do rejestracji położenia środka rzutów kamery podczas ekspozycji oraz technik komputerowych), na punktach sygnalizowanych osiągnięte są dokładności centymetrowe. W przypadku naszego opracowania ostateczna dokładność wpasowania bloku w osnowę połową wyniosła  $\pm 6,69 \mu\text{m}$ , co odpowiada  $\pm 3,3 \text{ cm}$  w terenie. Na punktach nie sygnalizowanych te dokładności będą rzędu kilkunastu, kilkudziesięciu centymetrów. Dokładność ta zależy w dużej mierze od dokładności identyfikacji szczegółów na zdjęciu. Ponadto nie ulega dla mnie wątpliwości, że nie wszystkie roboty, które – zgodnie z przepisami – powinny być zgłoszone do ośrodka dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, są rzeczywiście zgłaszane. Nie wszystkie wyniki pomiarów terenowych trafiają do ośrodka w odpowiednim czasie i nie wszystkie zostają od razu wkartowane na zasadniczą mapę miasta. A gdy w terenie nic się nie buduje, nie wykonuje się najczęściej również pomiarów aktualizacyjnych. Widziałem dane z ewidencji gruntów nałożone na ortofotomapę. Różnice pomiędzy stanem faktycznym, widocznym na ortofotomapie, a stanem uwidocznionym w ewidencji gruntów wynosiły nawet do kilkunastu metrów. Z kolei ortofotomapę cechuje stu procentowa aktualność na moment wykonania zdjęć. Poza tym na mapie tradycyjnej, zwłaszcza w miastach, liczba szczegółów terenowych, ich zagęszczenie jest tak duże, że na mapie zasadniczej niewiele widać. Przy czym kłopoty z odbiorem mają nie tylko osoby z niewielkim doświadczeniem, ale także fachowcy. Z kolei na ortofotomapie odfotografowany budynek wygląda dokładnie jak budynek w terenie. Oglądając ortofotomapę, mogą spróbować rozróżnić rodzaj zieleni, jej wysokość, sposób ukształtowania terenu, a zwłaszcza sposób zagospodarowania terenu.



▲ Maria Kędziora podczas przetwarzania danych z autografu A10

### Jak szybko możecie wykonać taką mapę?

Czas zależy od wielkości terenu, skali opracowania. Od momentu otrzymania zdjęć (diapozytywów) wykonamy ortofotomapę w ciągu kilku miesięcy. W ogóle ortofotomapa jest technologią najszybszą do wykonania mapy terenu całej gminy czy dzielnicy. Im teren większy, tym czas relatywnie jest krótszy. Żadna inna technika wykonania mapy pod tym względem nie może się z ortofotomapą równać. Większość prac przy ortofotomapie wykonuje się przy użyciu komputerów. Komputery się nie mylą, nie strajkują, nie chorują, nie biorą urlopów, wykonują miliardy operacji na sekundę. Chcę tu zwrócić uwagę na jeszcze jedną kwestię: jednym z etapów pośrednich w tworzeniu ortofotomapy jest zbudowanie Numerycznego Modelu Terenu (DTM), czyli odtworzenie w postaci numerycznej przestrzennego ukształtowania terenu. Jest to etap niezbędny i nie można go pominąć. Bez DTM nie ma ortofotomapy. Równocześnie DTM można wykorzystać do innych celów. Standardowo wykorzystuje się go do budowy dróg (a w zasadzie głównie na etapie projektowania), w planowaniu przestrzennym, łączności (problem rozchodzenia się fal i wysokości przeszkód terenowych – naturalnych i sztucznych). Ostatnio bardzo dużo mówiło się o DTM w związku ochroną środowiska i zeszłoroczną tragedią – powodzią, ale można go też wykorzystać rozpatrując np. skutki hipotetycznej awarii zakładu chemicznego i możliwości ewentualnego skażenia środowiska. DTM może wspomagać działania wojska czy służb ratowniczych.

### Z jaką dokładnością wysokościową możecie wykonać taki model?

W ortofotomapie Woli wykorzystaliśmy siatkę 10x10 m, która jest stosunkowo gęsta i ma zapewnić dokładność wysokościową między 0,5 m a 1 m. Dla celów ortofotomapy jest to dokładność zupełnie

wystarczająca. Natomiast jeśli trzeba osiągnąć dokładność 5-10 cm, należy wziąć pod uwagę skalę zdjęć, liczbę pomiarów terenowych, a głównie pieniędzy i czasu.

DTM budowany jest na podstawie siatki pomierzonych punktów, które program interpoluje, tworząc siatkę regularną. Teoretycznie jesteśmy w stanie zapewnić dokładność, jaką kto sobie życzy. Kwestia dopasowania technologii. Technicznie jest dla mnie bez różnicy, czy siatka będzie co 10 m czy co 1 m. Musi tu być sensowne połączenie pracochłonności i kosztów z ewentualnymi zyskami dokładności i spełnieniem życzeń zleceniodawcy.

### Wspomniał Pan, że DTM może być wykorzystywany m.in. do symulacji zagrożenia falą powodziową. W jaki sposób?

Na DTM należy „nałożyć” matematyczny model rozchodzenia się fali, która ma swoją dynamikę. Jest do tego potrzebne odpowiednie oprogramowanie. W wyniku końcowym tej operacji otrzymujemy obszary, które zostaną zalane. Dokładność identyfikacji tych obszarów zależy od dokładności DTM i trafności przyjętych założeń dla modelu rozchodzenia się fali.

### Jakie oprogramowanie stosujecie do budowy ortofotomapy?

Wykorzystanych było kilka programów. MicroStation i GeoMapa do zbierania danych, SiteWorks do zbudowania DTM, Phodis do wykonania samej ortofotomapy. Tak więc trudno w tym wypadku mówić o jednym oprogramowaniu. Zupełnie inną rzeczą jest sprzedanie produktu końcowego w formacie, jaki sobie życzy zleceniodawca.

### Dotychczas wymieniał Pan tylko zalety ortofotomapy. Czy rzeczywiście ten rodzaj map jest bez wad?

Tak nie jest. Największą wadą ortofotomapy jest to, że nie wszystkie szczegóły są na niej widoczne. Drzewo czy budynek zawsze coś zasłania – źródło (zdjęcie) to jednak jest rzut środkowy. Żeby mieć pełną treść, wszystkie szczegóły na ortofotomapie, trzeba wykonać skanowanie fragmentu mapy i wektoryzować te niewidoczne kawałki, albo iść w teren i mierzyć. Uważam, że jest to największa wada.

Ortofotomapa jest lepsza niż mapa zasadnicza pod względami, które wymieniłem wcześniej, natomiast jej nie zastępuje. Wymaga nakładów z urządzeniami podziemnymi, nie ma też stanów prawnych.

Ortofotomapa również sporo kosztuje, ale wykonanie mapy od podstaw zawsze kosztowało. W tej chwili największy problem, i jeden z najdroższych etapów wykonania mapy, praktycznie nie istnieje –

### ▼ Katarzyna Nosal i Jolanta Popielarska nad studium zagospodarowania przestrzennego gminy Wieliszew





▲ Katarzyna Nosal prezentuje wydruk z plotera

zdjęcia zostały wykonane, są w CODGiK-u. Kilka miesięcy i jest ortofotomapa. Pozostaje wykonaną ortofotomapę wykorzystać.

#### **GUGiK przecież organizuje kursy w zakresie interpretacji zdjęć lotnicznych, m.in. dla decydentów.**

Interpretacja zdjęć lotnicznych to jest jedna rzecz (niewątpliwie potrzebna), a drugą rzeczą jest to, aby decydenci umieli, wiedzieli i chcieli z tego skorzystać, np. przygotowując się do podjęcia decyzji o miejscowym planie zagospodarowania mogli sobie popatrzeć: „Tyle mamy naszego terenu, a tyle jest terenu prywatnego, w poprzednim planie to był teren górniczy czy zwałowisko, to trudno teraz przeznaczać go na teren rekreacyjny”. W takim systemie wystarczy, że kliknę kilka razy myszą i uzyskam informacje, które będę chciał, i to dla terenu całej gminy. Trzeba tylko umieć wydać odpowiednie polecenia.

#### **W krajach rozwijających się, np. w Afryce czy na Bliskim Wschodzie, ortofotomapa jest rozwiązaniem tańszym. Natomiast unas całej szafy są zapchane mapami analogowymi, robienie od zera będzie zatem droższe niż korzystanie z istniejących materiałów.**

Jest to jedna z najczęściej podnoszonych kwestii: po co robić ortofoto, skoro są już jakieś mapy? Tylko że w większości przypadków nie ma ich w postaci numerycznej i jak zaczęlibyśmy wektoryzować „pięćsetki”, to okazałoby się, że koszt jest porównywalny.

#### **Jeśli ortofotomapa będzie robiona ze zdjęć satelitarnych, to będzie tańsza.**

Tylko wtedy raczej nie można już mówić o mapach zasadniczych. Ale kto powiedział, że jedyną możliwą skalą dla ortofotomap jest skala mapy zasadniczej? Twierdzę, że mapa zasadnicza jest potrzebna do konkretnego projektowania, a nie do przeprowadzania analiz. Jest potrzebna projektantowi, który ze swoim projektem ma się zmieścić pomiędzy danym krawężnikiem a budynkiem, i on musi wiedzieć, co jest pod ziemią. Natomiast do sprawdzania koncepcji, gdzie, w jakim kierunku gmina powinna się rozwijać, gdzie są jakieś

zagrożenia, skażenia, nie jest niezbędna mapa zasadnicza. Ortofotomapa w mniejszej skali jest dedykowana raczej radnym, władzom gminy, zarządom, burmistrzom.

#### **Jak wygląda wyposażenie sprzętowe waszej pracowni?**

Najwięcej mamy komputerów Pentium 133 albo 166 MHz i 32 MB RAM. Mamy skaner bębnowy, ploter atramentowy HP 750 o rozdzielczości 300 dpi. Na tym sprzęcie została wykonana większość prac związanych z ortofotomapą. Ortofotomapa nie wymaga stacji graficznych. Uważam, że pod tym względem jest doskonałą ofertą na polskie warunki. Aby ją wykorzystywać, wystarczy wyposażenie w standardowy sprzęt (za taki uważam dzisiaj komputery Pentium 133). Nie powinno to stanowić bariery sprzętowej dla gminy.

#### **Jakie oprogramowanie wykorzystujecie do prowadzenia ewidencji gruntów?**

W Ryni prezentowaliśmy wstępną wersję systemu naszego autorstwa WuPeG, który będzie zgodny z rozporządzeniem z 17 grudnia 1996 r. i będzie obejmował zarówno część opisową, jak i graficzną ewidencji gruntów. Czekamy na WuPeG-a, bo mało jest w tej chwili w Polsce systemów do prowadzenia ewidencji gruntów i budynków z prawdziwego zdarzenia. Gdyby był odpowiedni system, to najprawdopodobniej my z naszą propozycją byśmy się nie pchali.

#### **Czy WuPeG powstaje w oparciu o jakąś istniejącą na rynku aplikację?**

Nie, to jest nasze od zera. Dane opisowe i graficzne zgromadzone są w bazie danych MS Access, a podsystem graficzny opracowany został w języku Visual Basic. Autorem jest zespół analityczno-projektowy, w skład którego z jednej strony wchodzi informatycy, z drugiej zaś geodeci znający problem ewidencji gruntów i budynków. Dopiero taki zespół jest w stanie stworzyć system, który powinien spełniać wymagania jednostek organizacyjnych zajmujących się ewidencją.

#### **Czy rysunek jest generowany z bazy, czy też tylko towarzyszy bazie?**

Oczywiście, że zmiana w grafice spowoduje konsekwencje w bazie danych, a zmiana w bazie będzie uwidaczniana w grafice. Bez tego nie jest możliwe funkcjonowanie systemu, który obsługuje ewidencję.

#### **Kogo zatrudniacie w pracowni, raczej geodetów czy informatyków?**

Barierą nie jest wykształcenie, ale użyteczna wiedza informatyczna, a właściwie znajomość jakiegoś konkretnego oprogramowania. My głównie pytamy o to, co kandydat umie, a nie, jaki ma papier. Skończenie geodezyjnej szkoły czy politechniki nie jest głównym argumentem, natomiast niewątpliwie nie jest przeszkodą. W przedsiębiorstwie stosujemy taką technikę, że nowy pracownik przechodzi staż w kilku pracowniach, wtedy okazuje się, do czego on tak naprawdę się nadaje. Mnie są potrzebni ludzie znający oprogramowanie, szybko się uczący, bo, tak jak w geodezji, kwestie informatyczne znacznie szybciej się zmieniają niż technologiczne. Co roku są nowe wersje programów. I albo się człowiek będzie uczył, albo się będzie cofał.

**Zdjęcia Anna Wardziak**

Niektóre prace wykonane w pracowni: ■ inwentaryzacja pomieszczeń PKiN oraz sporządzenie systemu zarządzania zasobami lokalowymi; ■ opracowanie mapy numerycznej Zlewni Bezpośredniej Jez. Zegrzyńskiego; ■ mapa hybrydowa (wektorowo-rastrowa) miasta Wrocławia; ■ numeryczna mapa dla potrzeb metra na odcinku B14-B16; ■ mapa numeryczna do projektu Trasy Siekierkowskiej wraz z inwentaryzacją zieleni w układzie 3D; ■ geodezyjne opracowanie granic Mazowieckiej Strefy Ekonomicznej „Technopark-Modlin”; ■ inwentaryzacja fotogrametryczna elewacji zewnętrznych obiektów zabytkowych w Piastowie; ■ fotomapa zmontowana ze zdjęć lotnicznych wykonanych w ramach programu PHARE dla gminy Warszawa-Białoleka; ■ założenie i wdrożenie informatycznej bazy danych ewidencji gruntów w systemie ISEG-M dla gminy Warszawa-Włochy.