

Trendy rozwoju systemów obrazowania powierzchni Ziemi

# GIS POTRZEBUJE DANYCH



Zupełnie nowa sytuacja na rynku danych obrazowych powstała z chwilą zaistnienia lotniczych kamer cyfrowych oraz satelitarnych systemów obrazowania o bardzo dużej rozdzielczości (VHRS – Very High Resolution Satellites). Zdolność rozdzielcza tych systemów zbliżyła się bowiem do możliwości tradycyjnych zdjęć lotniczych, a w zakresie zdjęć drobnoskalowych nastąpiło nawet ich zrównanie.

ZDZISŁAW KURCZYŃSKI

Lotnicze kamery cyfrowe i systemy satelitarne dużej rozdzielczości pozwalają ponadto na obrazowanie w kilku zakresach spektralnych z podczerwienią włącznie. Dodatkowo do praktyki produkcyjnej wdrażane są całkowicie nowe techniki obrazowania Ziemi:

- lotniczy skaning laserowy (LIDAR), który z powodzeniem konkuruje ze zdjęciami lotniczymi w zakresie tworzenia dokładnego NMT oraz budowy przestrzennych modeli miast;

- obrazowanie w zakresie mikrofalowym (radarowym) zarówno z pułapu lotniczego, jak i satelitarnego, w tym interferometria radarowa (InSAR), stanowiąca bardzo wydajną technikę tworzenia NMT na dużych obszarach;

- zapowiadane zaawansowane systemy umieszczone na bezzałogowych obiektach latających (UAV – Unmanned Aerial Vehicles) zasilanych energią słoneczną i operujących na wysokich pułapach.

W tej sytuacji potencjalni użytkownicy zdjęć mogą czuć się zdezorientowani i przytłoczeni nadmiarem informacji. Postrzeganie zasygnalizowanych problemów we właściwych relacjach wymaga odpowiedzi na pytanie o obecne i prognozowane zapotrzebowanie rynku GIS na zobrazowania.

## ● RYNEK GIS ROŚNIE

Szacunki amerykańskie mówią o wzroście rynku GIS do 2012 roku w tempie 9% rocznie, co stawia go wśród przodują-

cych gałęzi gospodarki narodowej (Mondello Ch., Hepner G., Williamson A., 2004). „Lokomotywą” rozwoju będą zastosowania komercyjne, których udział do roku 2005 wzrósł 5-krotnie w stosunku do 1996.

Na tych prognozach opierał się zakładany sukces kilku komercyjnych programów satelitarnych, które dostarczają stereoskopowych obrazów o terenowym wymiarze piksela zbliżonym do 1 m. Łatwy dostęp do takich danych znacznie poszerzył krąg odbiorców i upowszechnił aplikacje GIS.

Udział w nowym podziale rynku mają również opracowania GIS średnio- i wielkoskalowe, oparte na zdjęciach i obrazach pozyskiwanych z pułapu lotniczego. Spowodowało to wzrost zapotrzebowania na zdjęcia i obrazy, a co ciekawsze, istotne przesunięcia w jego strukturze. Wyraźnie wzrósł udział teledetekcji satelitarnej, ale np. zredukowany został udział kartograficznych opracowań drobnoskalowych (skala 1:25 000 i mniejsze) bazujących dotychczas na zdjęciach lotniczych. Jakość wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych jest zbliżona do jakości drobnoskalowych zdjęć lotniczych, co spowodowało „przejęcie” przez nie tego rynku. Obrazy „metrowe” pozwalają na tworzenie i aktualizację map topograficznych w skali 1:25 000, a nawet 1:10 000 (w zakresie produkcji ortofotomapy – 1:5000).

Przewiduje się stagnację (a nawet kurczenie się) klasycznych opracowań fotogrametrycznych, takich jak mapy i NMT, bazujących na zdjęciach lotniczych.

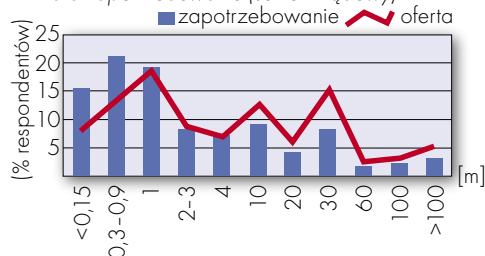
Obok obrazów satelitarnych przyczyni się do tego choćby lotniczy skaning laserowy. Wzrost będzie natomiast obserwowany w zakresie opracowań tematycznych bazujących na danych satelitarnych i lotniczych.

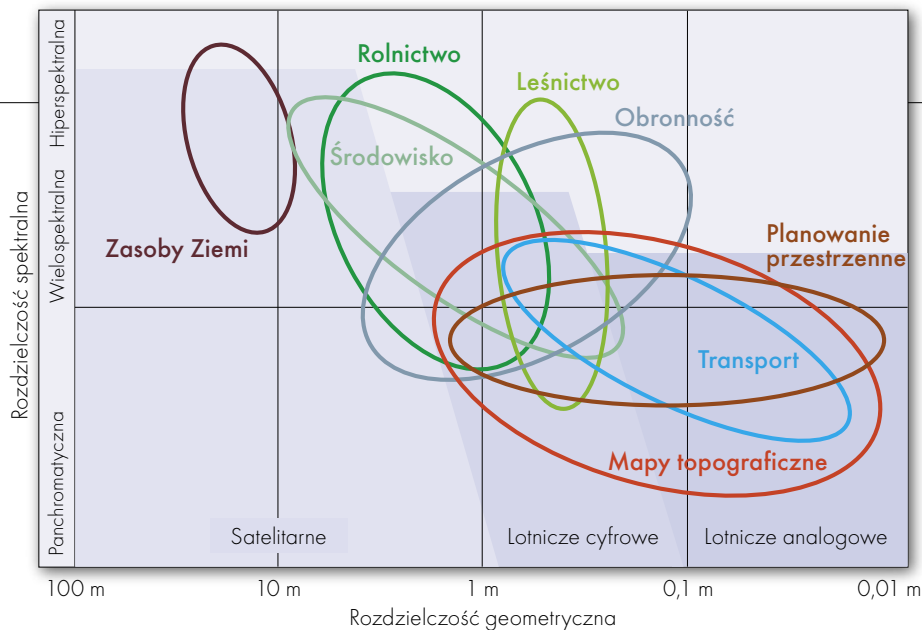
## ● PROGNOZY POPYTU I PODAŻY

Przy dokładniejszej analizie wymagań rynku GIS w stosunku do zdjęć i obrazów uderza bardzo duże zróżnicowanie potrzeb poszczególnych sektorów użytkowników. Z rysunku 1 wynika, że aż połowa zapotrzebowania lokuje się w przedziale rozdzielczości między 0,1 a 1,0 m. Zarówno tradycyjne, jak i cyfrowe kamery lotnicze, a także systemy satelitarne dostarczają zdjęć i obrazów istotnie różniących się przestrzenną zdolnością rozdzielczą oraz możliwością obrazowania wielospektralnego. Pod względem podstawowych parametrów użytkowych te trzy podstawowe źródła wzajemnie się uzupełniają, znajdując właściwe sobie miejsce na rynku obrazowania.

Bardzo interesujące i wiarygodne dane na temat przyszłego rozwoju rynku GIS, można znaleźć w 10-letniej prognozie opracowanej na zlecenie rządu USA przez agencje NASA, NOAA i ASPRS (Mondello Ch., Hepner G., Williamson A., 2004). Ten obszerny i wyczerpujący raport ujmuje prognozę w różnych aspektach, oddzielnie dla trzech głównych sektorów odbiorców: naukowo-badawczego, komercyjnego i rządowego. Zapotrzebowanie na zdjęcia i obrazy w funkcji ich zdolności rozdzielczej pokazuje rys. 2,

Rys. 2. Rozdzielczość przestrzenna obrazowania a zapotrzebowanie (sektor rządowy)





Rys. 1. Oczekiwana rozdzielczość geometryczna i radiometryczna głównych branżowych sektorów zastosowań zdjęć i obrazów na tle technicznych środków obrazowania powierzchni Ziemi

z rozróżnieniem na dane pożądane przez klientów i faktycznie wykorzystywane. Niezależnie od sektora, większość potrzeb lokuje się w zakresie dużych rozdzielczości. Aż 37% klientów potrzebuje danych obrazowych o rozdzielczości lepszej niż 0,9 m, ale tylko 20% z nich korzysta. Zapotrzebowanie znacznie przewyższa więc ofertę, wskazując na kierunki rozwoju w tym zakresie. Sytuację odwrotną obserwuje się w przedziale rozdzielczości 10 m i niższej.

Rozdzielczość wiąże się z dokładnością opracowania (rys. 3a). Tu jeszcze wyraźniej widać wzrost zapotrzebowania na opracowania o większej dokładności sytuacyjnej (błąd mniejszy od 1 m) i malejące zainteresowanie opracowaniami mniej dokładnymi (błąd powyżej 2 m). Około 55% klientów oczekuje dokładności sytuacyjnej lepszej niż 1,0 m, ale tylko 35% ma dostęp do opracowań o takiej dokładności. Podobne tendencje obserwuje się w zakresie wymagań dokładności opracowań wysokościowych (rys. 3b). Duże dysproporcje w popycie i podaży są szczególnie widoczne w sektorze rządowym i komercyjnym. Około 60% klientów oczekuje opracowań o do-

kładności wysokościowej wyższej niż 1,0 m, ale tylko 33% korzysta z takich danych. Odwrotna sytuacja występuje w przedziale dokładności 2 m i niższej, gdzie potrzeby są mniejsze od podaży.

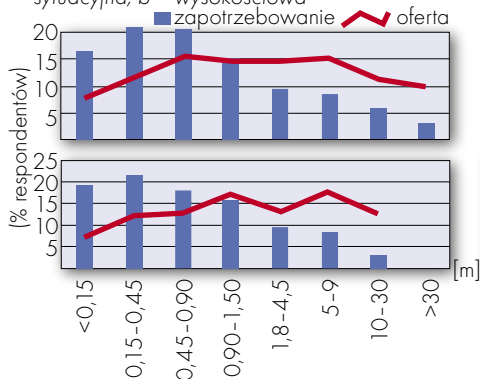
#### ● ZAPOTRZEBOWANIE NA DANE WEDŁUG TYPU

Wchodzenie na rynek kamer cyfrowych, zaistnienie wysokorozdzielczych systemów satelitarnych oraz rozwój innych technik obrazowania spowodował w minionych pięciu latach istotne zmiany zapotrzebowania i podziału rynku według rodzajów danych obrazowych (rys. 4). Na rynku amerykańskim zaobserwowano spadek zapotrzebowania na tradycyjne zdjęcia lotnicze oraz na czarno-białe obrazy cyfrowe. Ciekawe, że zmniejszonego zainteresowania zdjęciami tradycyjnymi nie kompensuje stosunkowo niewielki wzrost zapotrzebowania po stronie obrazów cyfrowych. Zdecydowany wzrost zapotrzebowania deklarują klienci w zakresie:

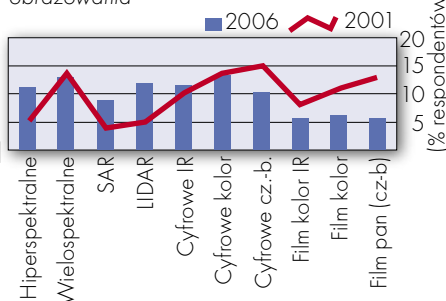
- satelitarnych obrazów hyperspektralnych,
- danych lotniczego skaningu laserowego (LIDAR),
- danych radarowych SAR (lotniczych i satelitarnych).

To potwierdza wcześniejszą obserwację, że rozwój techniki LIDAR i SAR przejmuje część rynku zdjęć w zakresie

Rys. 3. Dokładność opracowania a zapotrzebowanie (sektor rządowy): a - dokładność sytuacyjna, b - wysokościowa



Rys. 4. Trendy rozwoju technicznych środków obrazowania



ich wykorzystania dla tworzenia NMT. Planowane na najbliższe lata satelitarne systemy radarowe SAR mogą tę tendencję pogłębić.

#### ● LOTNICZE CZY SATELITARNE?

Zaistnienie po roku 1999 długo oczekiwanych systemów satelitarnych o bardzo dużej rozdzielczości (VHRS) spowodowało początkowo spekulacje o wypieraniu z rynku danych obrazowych z pułapu lotniczego. Tak się jednak nie stało. Przewiduje, że obrazy satelitarne nie tylko nie wyprą danych lotniczych, ale oba źródła będą się wzajemnie uzupełniać i wzmacniać. Cytowany już raport wskazuje na stabilną do końca obecnego dziesięciolecia tendencję wzrostu zarówno danych lotniczych, jak i satelitarnych. Stała pozostanie także relacja wartości obu części rynku, tj. satelitarnego i lotniczego, jak 1:2 [Mondello Ch. i inni, 2004].

#### ● CYFROWA KAMERA LOTNICZA ZASTĄPI KLASYCZNA

Dla potrzeb kartograficznych wykorzystuje się zdjęcia lotnicze w skalach od 1:5000 do 1:40 000, ale z tego przedziału skal aż 70% przypada na zakres do 1:15 000. Kamera cyfrowa wpisuje się właśnie w zakres przestrzennej rozdzielczości (pokrywany do tej pory przez średnioskalowe zdjęcia lotnicze), na którą jest najwyższe zapotrzebowanie (0,1-1,0 m). Na etapie pozyskiwania danych początkowych łączy więc zapotrzebowanie dotychczas rozłącznych zadań: pomiarowych (fotogrametrycznych) i interpretacyjnych (tematycznych). Przewiduje się, że aż w 50% kamery cyfrowe będą wykorzystywane właśnie dla opracowań tematycznych.

Jesteśmy świadkami rosnącej konkurencji między wchodzącą na rynek lotniczą kamerą cyfrową a tradycyjną kamerą na film. Wynik końcowy tego współzawodnictwa jest z góry przesądzony. Pozostaje jednak pytanie: jaki będzie harmonogram wypierania kamery tradycyjnej przez kamerę cyfrową? Odpowiedź jest ważna nie tylko dla firm planujących inwestycje i strategię rozwoju na najbliższe lata, ale również dla instytucji publicznych (jak GUGiK), odpowiedzialnych za sformułowanie strategii rozwoju GIS co najmniej z kilkuletnim wyprzedzeniem oraz kreowanie technologii przez wydawanie aktualnych standardów technicznych.

Tabela na następnej stronie prezentuje dane dotyczące liczby sprzedanych kamer cyfrowych. Ciekawy jest również

## DYSTRYBUCJA LOTNICZYCH KAMER CYFROWYCH – STAN: KWIECIEŃ 2005 r.

Kamera	Liczba sprzedanych systemów	Data wprowadzenia na rynek
ADS 40 (Leica)	27	2001
DMC (Intergraph)	22	2003
UltraCam D (Vexcel)	19	2003
DSS (Applanix)	33	2002

ZŹRÓDŁO: CRAMER M., 2005

podział geograficzny tego rynku: większość urządzeń trafiła do Ameryki Północnej i na Daleki Wschód.

Warto dodać, że obecnie w świecie używanych jest około 850 kamer fotogrametrycznych. Dla tradycyjnej kamery lotniczej jej produkcyjna używalność zakładana jest na kilkanaście lat. Nadal wytwarzane są (i ocenia się, że potrwa to jeszcze przez blisko 5 lat) kamery analogowe RC30 (Leica) w liczbie 8-12 sztuk rocznie oraz RMK-Top (Z/I Imaging) – 6-8 sztuk rocznie. Ta produkcja będzie maleć na korzyść kamer cyfrowych, ale dopiero za mniej więcej 5 lat ich udział w rynku stanie się znaczący.

Patrząc na uwarunkowania związane z włączeniem kamery cyfrowej w proces produkcji fotogrametrycznej, należy zauważyć, że nie jest to proste „wyjęcie” z tego procesu zdjęć tradycyjnych i zastą-

pienie ich obrazami cyfrowymi. Firmy fotolotnicze i fotogrametryczne zainwestowały w obecnie używane ciągi technologiczne duże kwoty oraz czas potrzebny na opanowanie technologii. Muszą zatem zaistnieć nie tylko techniczne, ale i ekonomiczne powody, skłaniające je do dalszych dużych inwestycji. I nie chodzi tu tylko o cenę kamery cyfrowej, która kosztuje ponad 1 mln euro(!), czyli tylko dwa razy tyle co kamera tradycyjna.

### • OBRAZOWANIE Z BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW

Interesującą alternatywę dla obrazowania lotniczego i satelitarnego mogą stanowić bezzałogowe obiekty latające HALE UAV (High Altitude Long Endurance Unmanned Aerial Vehicles). Na uwagę zasługują UAV operujące w stratosferze, na wysokości kilkunastu km, i zasilane bateriami słonecznymi, dzięki czemu mogą pozostawać nad Ziemią nawet przez kilka miesięcy. Obecnie realizowany jest belgijski projekt PEGASUS (Policy support European Governments by Acquisition of information from Satellite and UAV Sensors), w którym udział biorą Holandia, Niemcy, Francja i Włochy. Pegasus będzie latał na wysokości 12-20 km i ma być docelowo wyposażony w 4 systemy obrazowania (Everaerts J. et al., 2005):

- wielospektralną kamerę cyfrową z pasem obrazowania 2,4 km i pikselem 20 cm,

- LIDAR z pasem obrazowania 2,4 km o dokładności wysokościowej 15 cm i gęstości 1 punkt laserowy/2-4 m<sup>2</sup>,

- cyfrową kamerę termalną pracującą w dwóch oknach atmosferycznych, z pikselem w zakresie 1,13-2,25 m,

- system radarowy SAR pracujący w kanale X z pasem obrazowania 4,5 km i rozdzielczością 2,5 m.

System ten ma łączyć elastyczność obrazowania lotniczego z globalnym obrazowaniem satelitarnym. Przemierzając się nawet do 1700 km na dobę, będzie mógł szybko reagować na występujące zachmurzenie. Pozwoli to zbierać obrazy do bardzo różnych zastosowań, szczególnie związanych z kłękami żywiołowymi, bezpieczeństwem narodowym, monitorowaniem stref przybrzeżnych czy upraw. System wpisuje się w potrzeby GMES (Global Monitoring for Environment and Security) oraz inicjatywę INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Pierwszy lot przewidywany jest na wiosnę 2006 r.

### • PERSPEKTYWY OBRAZOWANIA SATELITARNEGO

W ostatnich kilku latach rysuje się kilka trendów rozwoju obrazowania satelitarnego:

1. Przechodzenie od systemów subsydiowanych przez państwo na komercyjne.

2. Przechodzenie od satelitów ciężkich i drogich na małe, które mogą dostarczyć 95% korzyści przy 5% kosztów lub 70% korzyści przy 1% kosztów satelitów dużych.

3. Łączenie w projektowanych systemach zarówno potrzeb wojskowych, jak i cywilnych (tzw. systemy dualne).

4. Rozwój obrazowania w zakresie mikrofalowym (SAR).

Efektorem tych zmian będzie zakończenie dużych programów LANDSAT i SPOT. SPOT zostanie zastąpiony przez program ORFEO będący wynikiem porozumienia Francji z Włochami. W ramach tego porozumienia Francja będzie rozwijać wysokorozdzielcze obrazowanie w zakresie optycznym (Pléiades HR), a Włochy – mikrofalo-

ZŹRÓDŁO: JACOBSEN K., 2005

## WYBRANE OPTYCZNE SATELITARNE SYSTEMY OBRAZOWANIA

System (kraj, firma)	Rok wystrzelenia	Piksel [m] Pan/MS	Szer. pasa obrazowania [km]	Uwagi
SPOT 5 (Francja)	2002	5/10/2,5 HRS 5x10	60 120	± 27° 23° przód, 23° wstecz
IRS P6, Resourcesat (Indie)	2003	5,7 MS	24/70	± 26° w poprzek orbity
Ikonos-2 (USA, SpacelMaging)	1999	0,82/3,24	11	swobodne wychylenie
EROS A1 (Izrael)	2000	1,8 pan	12,6	swobodne wychylenie
TES (Indie)	2001	1 pan	15	swobodne wychylenie
QuickBird-2 (USA, DigitalGlobe)	2002	0,62/2,48	17	swobodne wychylenie
OrbView-2 (USA, OrbImage)	2003	1/4	8	swobodne wychylenie
FORMOSAT-2, ROCSAT-2 (Tajwan)	2004	2/8	24	swobodne wychylenie
IRS-P5, Cartosat-1 (Indie)	2005	2,5 pan	30	-5°, +26° 2 kamery w orbicie
IRS, Cartosat-2 (Indie)	2005	1 pan	10	swobodne wychylenie
Resurs DK1 (Rosja)	2005	1/2,5-3,5	28	swobodne wychylenie
EROS B (Izrael)	2005	0,7 pan	14	swobodne wychylenie
EROS C (Izrael)	2009	0,7/2,8	11	swobodne wychylenie
CBERS 2B (Chiny, Brazylia)	2005/2006	2,5/20	brak danych	± 32° w poprzek orbity
WorldView1 (USA, DigitalGlobe)	2006	0,5/2	brak danych	swobodne wychylenie
OrbView 5 (USA, OrbImage)	2006	0,41/1,64	15	swobodne wychylenie
THEOS (Tajlandia)	2007	2/15	brak danych	swobodne wychylenie
Pleiades 1 (Francja)	2008	0,7/2,8	20	swobodne wychylenie
Pleiades 2 (Francja)	2009	0,7/2,8	20	swobodne wychylenie

# TACHIMETRY

# GPT-3000LN



**Zasięg  
bezlustrowy  
1200m!**

**Rozbudowana klawiatura!**  
**Pamięć na 24000 punktów!**  
**Nowe oprogramowanie!**  
**Ubezpieczenie GRATIS!**  
**Wpis danych o właścicielu!**  
**Diody do tyczenia GRATIS!**  
**Program TRASY!**  
**Dwie baterie w standardzie!**



Bezpłatna  
prezentacja  
i szkolenie  
u klienta



Wypożyczalnia  
sprzętu



Raty  
Leasing



Pełna instrukcja  
oraz szkolenie



Wspólne  
projekty



Bezpłatne  
konsultacje



Najwyższa  
jakość



Serwis

we (SAR) w ramach programu COSMO-SkyMed. W latach 2008-09 przewiduje się uruchomienie dwóch satelitów z serii Pléiades HR, które będą dostarczać obrazy z pikselem 0,7 m (Kurczyński Z., Wolniewicz W., 2002). W ramach programu NextView firmy DigitalGlobe i OrbImage mają zbudować systemy z pikselem 0,5 m.

Do niedawna na rozwój techniki satelitarnej mogły sobie pozwolić tylko najbogatsze kraje. Dzisiaj zbudowanie i umieszczenie na orbicie satelity tele-detekcyjnego to koszt rzędu 10-20 mln dolarów. Już 13 krajów zbudowało systemy o dużej i średniej rozdzielczości. Przed końcem dekady liczba ta wzrosła do 20 (Stoney W., 2004). Już teraz mamy więc bogatą ofertę różnych systemów (Stoney W., 2004), a niektóre z nich można znaleźć w tabelach na stronie 32 i 34.

Wkrótce zostaną uruchomione satelitarne systemy radarowe SAR o rozdzielczości nawet do 1 m. Wśród nich należy wyróżnić dwa systemy europejskie pracujące w zakresie X (3,1 cm): niemiecki TerraSAR-X oraz włoski SAR-X Cosmo-SkyMed-1. Umieszczenie dwóch satelitów TerraSAR-X pozwoli tworzyć NMT o zasięgu globalnym o dokładności wysokościowej 2 m (tzw. projekt TANDEM-X). Rozpatrywana jest możliwość współdziałania dwóch systemów SAR-X Cosmo-SkyMed z 3-4 pasywnymi mikrosatelitami, co umożliwiłoby generowanie NMT o dokładności 1 m – tzw. projekt Cartwheel (Jacobsen K., 2005).

## • STAN OBRAZOWANIA W POLSCE

Jeszcze na początku lat 90. Polska nie była pokryta żadnym z podstawowych produktów cyfrowych takich jak NMT, ortofotomapa czy baza danych wektorowych. Program PHARE 9206 pozwolił w latach 1995-98 na objęcie całego obszaru kraju kolorowymi zdjęciami w skali 1:26 000 oraz dodatkowo 20 aglomeracji miejskich – w skali 1:5000. Zdjęcia te umożliwiły rozwój wykonawstwa i technologii cyfrowych, ale nie przełożyło się to na systematyczne pokrywanie kraju produktami pochodnymi.

W ostatnich latach wiele się w tym zakresie zmieniło. Obecnie mamy pełne pokrycie nowymi zdjęciami w skali 1:26 000, a dla 25% powierzchni – 1:13 000. Z tych zdjęć wytworzono ortofotomapy odpowiednio z pikselem 0,5 m i 0,25 m. Dodatkowo powstał NMT o dokładności wysokościowej lepszej niż 1,5 m. Było to możliwe dzięki współpracy GUGiK z ARiMR, w wyniku której bazy LPIS oparto na ortofotomapie odpowiadającej parametrami technicznymi również innym potrzebom państwowej służby geodezyjnej. Rozbudowywany jest nowoczesny system archiwizacji i udostępniania produktów. Jesienią ubiegłego roku uruchomiono Satelitarne Centrum Operacji Regionalnych (SCOR), stawiające nasz kraj w czołówce europejskiej. W wyniku porozumienia między GUGiK a Zarządem Geografii Wojskowej rozpoczęto prace nad aktualizacją VMap 2, tzw. Szczegółowej Mapy Wojskowej (SMW), bazującej

na nowych ortofotomapach. Jest to optymistyczny obraz budowy krajowej infrastruktury informacji przestrzennej.

Do realizacji tych zadań wykonawstwo krajowe wystawiło znaczny potencjał produkcyjny. Powszechny jest jednak stan oczekiwania i niepewności jutra. Dotychczasowe duże zadania zostały zrealizowane w wyniku „odgórných” decyzji, za którymi poszły środki finansowe. Otwarte pozostaje pytanie, czy potencjalni użytkownicy, do których trafiają nasze produkty, w tym administracja publiczna, potrafią je wykorzystywać i wygenerować zapotrzebowanie na nowe i sukcesywnie aktualizowane produkty. W krajach zachodnich to właśnie „oddolne” zapotrzebowanie lokalnej administracji napędza rozwój GIS. Czy uruchomiony w Polsce potencjał produkcyjny będzie zagospodarowany? Odpowiedź na to trudne pytanie może być kluczowa dla przetrwania i rozwoju polskich firm fotogrametrycznych.

Do tej pory w kraju nie pojawiła się jeszcze kamera cyfrowa, nie był produkcyjnie wykorzystany LIDAR ani obrazy radarowe. Najbliższe lata pokażą, czy rodzimą „produkcję” stać będzie na wdrożenie tych technik. Wydaje się, że warunkiem zaistnienia takiej szansy byłyby zadania umożliwiające poniesienie kosztów koniecznych inwestycji w nowe techniki.

DR ZDZISŁAW KURCZYŃSKI

jest pracownikiem dydaktycznym Instytutu Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Publikowany materiał był prezentowany podczas Ogólnopolskiego Sympozjum „Krakowskie spotkania z INSPIRE”, Kraków, 2-4 czerwca

### WYBRANE RADAROWE SATELITARNE SYSTEMY OBRAZOWANIA

System (kraj)	Rok wystrzelenia	Piksel [m]	Szer. pasa obrazowania [km]	Uwagi
ERS-1 (ESA)	1991	10-30	100	kanał C, 5,6 cm
ERS-2 (ESA)	1995	10-30	100	kanał C, 5,6 cm
JERS-1 (Japonia)	1992	18	75	brak danych
RADARSAT-1 (Kanada)	1995	9-100	50-500	kanał C, 5,6 cm
SRTM (USA, Niemcy, Włochy)	2000	30 30	225 45	kanał C, 5,6 cm kanał X, 3 cm IfSAR
Envisat (ESA)	2002	30-1000	100-405	kanał C, 5,6 cm pełna polaryzacja
SAR-X, CosmoSkyMed-1 (Włochy)	2006	1-kilkadziesiąt	10-kilkaset	kanał X, 3,1 cm
RADARSAT-2 (Kanada)	2006	3-100	20-500	kanał C, 5,6 cm pełna polaryzacja
TerraSAR-X (Niemcy)	2006	1/3/16	10/30/100	kanał X, 3,1 cm
RISAT (Indie)	2006	3-50	10-240	kanał C
Surveyor SAR (Chiny)	2007	10/25	100/250	kanał C, 5 satelitów

#### Literatura:

- Cramer M., 2005: Digital Airborne Cameras – Status and Future, ISPRS Hannover Workshop 2005: High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information, Hannover, Germany, 17-20 May 2005;
- Everaerts J. et al, 2005: A Stratospheric Platform for Remote Sensing and Photogrammetry, ISPRS Hannover Workshop 2005: High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information, Hannover, Germany, 17-20 May 2005;
- Jacobsen K., 2005: High Resolution Satellite Imaging Systems – Overview, ISPRS Hannover Workshop 2005: High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information, Hannover, Germany, 17-20 May 2005;
- Kurczyński Z., 2000: Lotnicza cyfrowa kamera fotogrametryczna. Nowe wyzwania i szanse, GEODETA 12/2000;
- Kurczyński Z. Wolniewicz W., 2002: Wysokorozdzielcze systemy obrazowania satelitarne, część 1 – Piksel schodzi poniżej metra, GEODETA 7/2002; część 2 – Co oznacza piksel poniżej metra?, GEODETA 8/2002;
- Mondello Ch., Hepner G., Williamson A., 2004: 10-Year Industry Forecast. Study Documentation prepared for ASPRS, January 2004;
- Stoney W.E., 2004: ASPRS Guide to Land Imaging Satellites. Updated 10/07/04, <http://www.asprs.org>

ZDRODŁO: JACOBSEN K., 2005

