

NOWE TELEDETEKCYJNE MISJE SATELITARNE I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ICH WYNIKÓW DO ZASILANIA BAZ DANYCH PRZESTRZENNYCH

NEW REMOTE SENSING SATELLITE MISSIONS AND THE OPPORTUNITIES TO USE THEIRS RESULTS FOR FEEDING SPATIAL DATABASES

Dariusz Dukaczewski, Elżbieta Bielecka

Instytut Geodezji i Kartografii

Słowa kluczowe: nowe misje teledetekcyjne, dane optyczne wysokiej rozdzielczości, dane SAR, informacja przestrzenna, bazy danych przestrzennych

Keywords: new remote sensing missions, high resolution optical data, SAR data, spatial information, spatial databases

Wstęp

W lipcu 2009 roku na orbicie okołozemskiej funkcjonowało 128 cywilnych satelitów teledetekcyjnych Ziemi. 47 spośród nich stanowiły wielozadaniowe satelity obserwacji terenów lądowych, dostarczające regularnie ogólnie dostępne, standardowe i powtarzalne dane o bogatym zakresie tematycznym, wykorzystywane do pozyskiwania informacji tematycznej zasilającej bazy danych przestrzennych. Obecnie są prowadzone prace zmierzające do umieszczenia na orbicie do 2015 r. kolejnych 85 satelitów, spośród których 34 mają stanowić wielofunkcyjne satelity obserwacji terenów lądowych. Część spośród nich dzięki zastosowaniu innowacyjnych rozwiązań technicznych będzie pozwalała na rejestrację danych w nowych zakresach spektralnych, niejednokrotnie o bardzo wysokiej rozdzielczości, bądź na rejestrację danych w wielu zakresach przestrzennych, w tym również w różnych rozdzielczościach. Dane i produkty pochodzące z nowych misji satelitarnych umożliwią pozyskanie różnorodnych danych tematycznych, przy czym należy zaznaczyć, że możliwości ich wykorzystania nie są pełni rozpoznane.

Celem artykułu jest analiza możliwości wykorzystania danych z nowych, prowadzonych od roku 2008, teledetekcyjnych misji satelitarnych oraz misji planowanych w latach 2009 – 2015 do zasilania baz danych przestrzennych. Analiza parametrów danych satelitarnych uwzględniająca m.in.: zakresy spektralne, częstotliwości, rozdzielczość przestrzenną, spo-

sób obrazowania i powtarzalność rejestracji pozwoliła na opracowanie typologii misji teledetekcyjnych. W obrębie wydzielonych typów zbadano możliwości pozyskiwania informacji przestrzennej i jej przydatności do zasilania baz danych przestrzennych.

Współczesne misje teledetekcyjne

Komitet do spraw Satelitów Obserwacji Ziemi (CEOS) wyróżnia 27 typów misji teledetekcyjnych (Earth Observation..., 2008). W wielu przypadkach to samo urządzenie satelitarne może być wykorzystywane do realizacji więcej niż jednego typu misji. Biorąc pod uwagę możliwości zastosowania danych rejestrowanych przez urządzenia satelitarne do prowadzenia różnych typów badań i zasilania ich wynikami baz danych dokonano agregacji typów misji do 7 grup (tab.1).

Wśród 128 cywilnych satelitów teledetekcyjnych Ziemi 47 posiadało urządzenia do rejestracji stanu środowiska na terenach lądowych (w tym: 15 – wspomaganie kartowania topograficznego, 14 – tematycznego kartowania zasobów środowiska, 6 – kompleksowego kartowania stanu środowiska, 5 – monitoringu radarowego, 5 – wspomaganie zarządzania kryzysowego, 2 – obserwacji Ziemi, 1 – badań hyperspektralnych). 63 satelity (w tym 19 geostacjonarne) rejestrowało dane meteorologiczne. Na uwagę zasługuje wzrastający udział satelitów specjalistycznych: hydrometeorologicznych (6), dynamiki atmosfery (4), wiatrów (2), aerozoli (2), chmur (2), składu chemicznego atmosfery (1), jonosfery (1), wiatrów stratosfery i ozonu (1), koncentracji dwutlenku węgla (1) i gazów cieplarnianych (1). W lipcu 2009 r. działało 9 satelitów oceanograficznych, 5 geofizycznych, 3 geodezyjne i 1 glaciologiczny. Jak wynika z zestawienia zawartego w tabeli 1, znaczna część misji była realizowana przez wielofunkcyjne satelity obserwacji terenów lądowych Ziemi. Analizując typy rejestracji i rozdzielczości można wśród nich wyróżnić 27 satelitów o urządzeniach pasywnych średniej i dużej rozdzielczości (Landsat 5; SPOT 2, 4, 5; IRS 1C, 1D, P5, P6, Formosat-2; CBERS 2, 2B; AISat-1; Bilsat-1; DEIMOS-1; Nigeriasat-1; UK-DMC-Sat-1; UK-DMCSat-2; Beijing-1; TopSat; RapidEye 1, 2, 3, 4, 5; THEOS; EO-1; SAC-C), 8 satelitów pasywnych o bardzo dużej rozdzielczości (Ikonos-2; QuickBird-2; GeoEye-1; Kompsat-2; IRS; Cartosat-2; WorldView-1; EROS-A, B), 3 satelity hybrydowe (Terra-ASTER, Alos, Envisat) i 9 satelitów o urządzeniach aktywnych (ERS-2; Radarsat-1, 2; COSMO-SkyMed-1, 2, 3; TerraSAR-X; RISAT-2; SAOCOM 1A).

Nowe misje teledetekcyjne i możliwości wykorzystania ich wyników

W lipcu 2009 r. były prowadzone prace koncepcyjne lub konstrukcyjne, mające na celu umieszczenie na orbicie 85 cywilnych satelitów teledetekcyjnych w okresie do 2015 r. oraz kolejnych 24 w okresie od 2016 do 2025 r. Do roku 2015 mają rozpocząć pracę 34 wielofunkcyjne satelity obserwacji terenów lądowych Ziemi oraz 38 satelitów meteorologicznych, 7 oceanograficznych, 3 geofizyczne, 2 glaciologiczne oraz 1 geologiczny.

Wśród 34 planowanych wielofunkcyjnych satelitów obserwacji terenów lądowych Ziemi wyróżniono 4 grupy różniące się sposobem obrazowania oraz rozdzielczością przestrzenną:

Tabela 1. Możliwości wykorzystania danych z misji satelitarnych do prowadzenia badań i zasilania baz danych. Wyłuszczone wielofunkcyjne satelity obserwacji terenów lądowych Ziemi (opracowanie własne)

Nazwa grupy/ nazwa misji	Liczba misji
1. BADAŃ I ZASILANIA BAZ DANYCH METEOROLOGICZNYCH	
<i>aerozoli:</i> ERS, POES, OCEANSAT, Terra , GOES, SAC, Odin, Proba, Envisat , Aqua, FY-A, ICESat, SCISAT-1, Aura, PARASOL, CALIPSO, EPS, Meteor, SumbandilaSat, GLORY;	20
<i>temperatur atmosfery:</i> ERS , DMSP, POES, Terra , GOES, CHAMP, SAC, Odin, Proba, TIMED, Envisat , Aqua, Meteosat, SCISAT-1, Aura, FY-2, CloudSat, CALIPSO, EPS, FY-3, OCEANSAT, Meteor, GOMS, SumbandilaSat, Megha-Tropiques;	25
<i>pary wodnej:</i> Meteosat; ERS , DMSP, TRMM, GFO, POES, Terra , GOES, CHAMP, SAC, Odin, Jason, TIMED, Envisat , Aqua, Aura, PARASOL, CALIPSO, EPS, FY-3, Meteor, GOMS, COMS, Megha-Tropiques, SARAL;	25
<i>wiatrów:</i> Meteosat, POES, OCEANSAT, Terra , GOES, Kalpana, SCISAT-1, MTSAT, CALIPSO, GOMS, COMS;	11
<i>typu chmur, liczby i temperatury górnych partii chmur:</i> Landsat , Meteosat; ERS , DMSP, TRMM, POES, INSAT, Terra , GOES, Envisat , Aqua, FY-1, Kalpana, ICESat, Aura, FY-2, MTSAT, CloudSat, CALIPSO, EPS, FY-3, RapidEye , HJ, Meteor, GOMS, GOSAT, COMS, Megha-Tropiques;	28
<i>właściwości cząsteczek chmur i profilu chmur:</i> DMSP, TRMM, POES, Terra , Envisat , Aqua, ICESat, SCISAT-1, FY-2, CloudSat, CALIPSO, EPS, FY-3, Meteor, Megha-Tropiques, GLORY;	16
<i>wód i opadów:</i> Meteosat; ERS , DMSP, TRMM, POES, INSAT, OCEANSAT, GOES, Envisat , Aqua, Kalpana, MTSAT, CloudSat, FY-3, Meteor, GOMS, COMS, Megha-Tropiques, SAC, NPP;	20
<i>ozonu:</i> ERS , POES, Terra , GOES, Odin, TIMED, Envisat , Aqua, CALIPSO, EPS, FY-3, GOMS;	12
<i>gazów śladowych (poza ozonem):</i> ERS, Terra , Odin, TIUMED, Envisat , Aqua, SCISAT-1, Aura, CALIPSO, EPS, OCO, GOSAT;	12
<i>powierzchniowej temperatury lądu:</i> Landsat , SPOT , ERS, POES, INSAT, Terra , GOES, NMP, Envisat , Aqua, FY-1, Meteosat, Kalpana, CBERS , Aura, FY-2, EPS, FY-3, Meteor, GOMS;	20
<i>albedo i promieniowania odbitego:</i> Landsat , SPOT , ERS , Radarsat-2 , IRS , POES, INSAT, Terra , NMP, SAC, PROBA, Envisat , Aqua, FY-1, UK-DMC , Nigeriasat-1 , Resourcesat, CBERS , FY-2, PARASOL, CARTOSAT, MONITOR, TopSat , BJ, Alos , Resurs, KOMPSAT, EPS, Meteor, Sicz, COMS, SumbandilaSat, HY-1, COSMO-SkyMed , TerraSAR-X , IMS-1, FY-3, THEOS, RapidEye , HJ, RISAT ;	41
2. BADAŃ I ZASILANIA BAZ DANYCH RADIOLOGICZNYCH	
<i>promieniowania:</i> ERS , TRMM, SPOT , POES, INSAT, Landsat , Terra , ACRIMSAT, GOES, NMP, PROBA, Envisat , Aqua, FY-1, Meteosat, Kalpana, SORCE, UK-DMC , FY-2, MTSAT, TopSat , CloudSat, CALIPSO, EPS, FY-3, HJ, Meteor, GOMS, PICARD, Megha-Tropiques, GLORY;	31
3. BADAŃ I ZASILANIA BAZ DANYCH GEOFIZYCZNYCH	
<i>grawimetrii, pomiarów magnetycznych i geodynamicznych:</i> Diadème 1, 2, Starlette, Lageos, Stella, ERS , DMSP, Ørsted, CHAMP, SAC, Jason, Envisat , GRACE A, B, DEMETER, Resurs, GOCE, Meteor, GOMS, SARAL;	19
4. BADAŃ I KARTOWANIA TERENÓW LĄDOWYCH	
<i>wielozadaniowego obrazowania terenów lądowych:</i> Landsat , SPOT , ERS , Radarsat-2 , IRS , POES, INSAT, Terra , GOES, NMP, SAC, PROBA, Envisat , Aqua, FY-1, UK-DMC , Nigeriasat-1 , Resourcesat, CBERS , FY-2, PARASOL, CARTOSAT, MONITOR, TopSat , BJ, Alos , Resurs, KOMPSAT, EPS, HY-1, COSMO-SkyMed , Terra SAR-X , IMS-1, FY-3, THEOS, RapidEye , HY, Meteor, GOMS, Sicz, COMS, RISAT , TanDEM-X , QuickBird , Ikonos , GeoEye , WorldView ;	47

cd. tabeli 1

Nazwa grupy/nazwa misji	Liczba misji
<i>topografii krajobrazu:</i> Landsat, SPOT, ERS, Radarsat-2, IRS, GFO, Terra, TES, Jason, Envisat, ICESat, Resourcesat, MONITOR, Alos, Resurs, KOMPSAT, CARTOSAT, COSMO-SkyMed, TerraSAR-X, THEOS, HJ, TanDEM-X, Resourcesat;	23
<i>roślinności:</i> Landsat, SPOT, ERS, Radarsat-2, IRS, POES, INSAT, Terra, NMP, SAC, PROBA, Envisat, Aqua, FY-1, Meteosat, UK-DMC, Resourcesat, CBERS, FY-2, PARASOL, TopSat, Alos, KOMPSAT, EPS, COSMO-SkyMed, Terra SAR-X, IMS-1, FY-3, THEOS, RapidEye, HJ, Meteor, GOMS, Sicz, RISAT, TanDEM-X;	36
5. BADAŃ I ZASILANIA BAZ DANYCH O GLEBACH	
<i>wilgotności gleb:</i> ERS, Radarsat-2, DMSP, POES, Envisat, Alos, EPS, FY-3, RISAT, MIRAS;	10
6. BADAŃ I ZASILANIA BAZ DANYCH OCEANOGRAFICZNYCH	
<i>wielozadaniowego obrazowania terenów morskich i oceanicznych:</i> Landsat, SPOT, ERS, Radarsat-2, GFO, POES, OCEANSAT, Terra, GOES, SAC, Envisat, Aqua, FY-1, FY-2, Alos, EPS, COSMO-SkyMed, Terra SAR-X, HJ, Meteor, Sicz, COMS, RISAT, TanDEM-X, SARAL;	25
<i>topografii oceanów i prądów:</i> ERS, Radarsat-2, GFO, OCEANSAT, Jason, Envisat, GRACE A, B, COSMO-SkyMed, Terra SAR-X, HJ, Megha-Tropiques, RISAT, TanDEM-X;	14
<i>koloru i biologii oceanów:</i> OCEANSAT, Terra, SAC, PROBA, Envisat, Aqua, HY-1, FY-3, HJ, COMS;	10
<i>zasolenia oceanów:</i> SMOS;	1
<i>wiatrów przypowierzchniowych oceanów:</i> ERS, Radarsat-2, DMSP, TRMM, GFO, POES, OCEANSAT, QuikSCAT, Jason, Envisat, Aqua, CORIOLIS, Alos, EPS, FY-3, Meteor, SARAL;	17
<i>temperatury powierzchni oceanów:</i> Meteosat, ERS, POES, OCEANSAT, Terra, GOES, Envisat, Aqua, FY-2, EPS, HY-1, FY-3, GOMS, COMS;	14
<i>wysokości i spektrum fal:</i> ERS, Radarsat-2, GFO, Jason, Envisat, SARAL;	6
7. BADAŃ I ZASILANIA BAZ DANYCH GLACJOLOGICZNYCH	
<i>zasięgu i grubości pokrywy śnieżnej:</i> Landsat, ERS, Radarsat-2, DMSP, IRS, POES, Terra, NMP, Envisat, Aqua, FY-1, Resourcesat, Alos, EPS, COSMO-SkyMed, Terra SAR-X, FY-3, RapidEye, HJ, Meteor, Sicz, RISAT, TanDEM-X;	23
<i>kartowania terenów lodowych:</i> ERS, Radarsat-2, IRS, Terra, Envisat, SPOT, ICESat, Alos, RISAT;	9
<i>zasięgu i grubości pokrywy lodowej mórz:</i> Landsat, SPOT, ERS, Radarsat-2, POES, OCEANSAT, Terra, NMP, Envisat, Aqua, FY-1, ICESat, Alos, EPS, HY-1, COSMO SkyMed, Terra SAR-X, FY-3, RapidEye, HJ, Meteor, Sicz, RISAT, SumbandilaSat, TanDEM-X.	25

1. satelity o systemach obrazowania pasywnych średniej i dużej rozdzielczości (CBERS-3, 4; NX; Nigeriasat-2, Astroterra (SPOT-6); LDCM; Sentinel 2A, 2B, AlSat 2A i 2B);
2. satelity o urządzeniach pasywnych bardzo dużej rozdzielczości (WorldView-2; GeoEye-2; Pléiades 1, 2; Kompsat-3; EROS-C, SSOT);
3. satelity hybrydowe (Sentinel 3A, 3B, Seosat);
4. satelity wyposażone w urządzenia aktywne (COSMO-SkyMed-4; RISAT-1; SABRI-NA; Sentinel 1A, 1B; SAOCOM 1B; TanDEM-X; Kompsat-5, 7; COSMO-SkyMed 2 generacji 1, 2, 3, 4).

Satelity o urządzeniach pasywnych średniej i dużej rozdzielczości

W grupie tej (poza nowymi koncepcyjnie satelitami Sentinel 2A, 2B i Nigeriasat-2) zdecydowaną większość stanowią satelity o urządzeniach mających zapewnić ciągłość misji. Chińsko-brazylijskie satelity CBERS-3 i 4 będą wyposażone w zmodyfikowane urządzenia PANMUX, MUXCAM, IRMSS, rejestrujące dane w zakresach podobnych, jak w satelitach CBERS-1 i 2 (lecz z uwzględnieniem trzech dodatkowych kanałów podczerwieni) o analogicznej rozdzielczości, jak w starszych satelitach tej serii (tab. 2). Za pomocą urządzeń PANMUX (o rozdzielczości 5 m, 10 m) i MUXCAM (20 m) możliwe będzie rejestrowanie obrazów stereoskopowych. Dane o rozdzielczości 80 m i dużym zasięgu scen ułatwią szybką detekcję zmian pokrycia terenu i zagrożeń naturalnych. Dane o rozdzielczości 5 m, 10 m pozwolą na szybką aktualizację baz danych topograficznych w skalach średnich, jak również mogą zasilić bazy: użytkowania ziemi, stanu zdrowotnego i sanitarnego lasów, stanu upraw oraz wspomaganie planowania kryzysowego.

Satelita NX budowany przez Surrey Satellite Technology Ltd. dla NASRDA ma zapewnić kontynuację gromadzenia danych o parametrach analogicznych, jak w mikrosatelicie Nigeriasat-1. Dane te pozwolą na prowadzenie analiz zmian stanu roślinności w czasie. Ułatwią one także programowanie pracy mikrosatelity Nigeriasat-2, mającego rejestrować dane panchromatyczne o rozdzielczości 2,5 m oraz dane multispektralne o rozdzielczości 5 m i 32 m. Tym samym dane z satelity NX przyczynią się do usprawnienia wypełniania i aktualizacji baz danych dla leśnictwa, rolnictwa, hydrografii o stopniu szczegółowości odpowiadającemu skalom przeglądowym.

Dane rejestrowane przez mikrosatelitę Nigeriasat-2 będą wykorzystywane do zasilania baz danych miejskich, baz danych zmian użytkowania ziemi, baz topograficznych, katastralnych, hydrograficznych, geologicznych, transportu, jak również baz danych demograficznych, produkcji rolnej, leśnych, technicznych (m.in. infrastruktury ropociągów), samowoli budowlanych i baz danych planowania kryzysowego (Chizea, Ejimanya, 2008).

Satelita Astroterra jest projektowany jako kontynuator misji SPOT 5 oraz jego następców (SPOT 6 i SPOT 7). Jego zakresy spektralne będą analogiczne jak w SPOT 5, zaś rozdzielczość przestrzenna zostanie w niewielkim stopniu zwiększona, przy równoczesnym zachowaniu dotychczasowych rozmiarów scen (Rigal, 2007). Podobnie jak satelity SPOT, będzie on dostarczał obrazy stereoskopowe. Rejestrowane zakresy i rozdzielczość przestrzenna danych pozyskiwanych z jego urządzeń sprawiają, iż będą one mogły być wykorzystywane do zasilania baz danych o użytkowania ziemi o stopniu szczegółowości odpowiadającemu skali 1:25 000, aktualizacji baz danych topograficznych, baz danych o lasach, łąkach i terenach podmokłych.

Misja LDCM ma zapewnić kontynuację gromadzenia danych o rozdzielczości i zakresach spektralnych zbliżonych do rejestrowanego przez urządzenie Landsat ETM+ (Behrens, 2009). Zakresy spektralne urządzenia OLI (*Operational Land Imager*) zostały jednak w niewielkim stopniu zmodyfikowane (Murphy-Morris, 2007). Zmieniono zakres kanału podczerwieni bliskiej, SWIR i MIR. Wprowadzono kanał mający ułatwić badanie środowisk strefy brzegowej i aerozoli (0,433–0,453 μm) oraz detekcję cirrusów (1,36–1,39 μm). Dane z urządzenia OLI mogą być wykorzystane do zasilania i aktualizacji baz danych: użytkowania ziemi, stanu zdrowotnego lasów i procesów brzegowych o stopniu szczegółowości odpowiadającemu mapom w skali 1: 100 000.

Tabela 2. Zakresy spektralne i rozdzielczość danych z nowych satelitów o urządzeniach pasywnych średniej i dużej rozdzielczości (opracowanie własne)

Zakres spektralny	[μm]	CBERS - 3 i 4	NX	Nigeriasat-2	Astroterra	LDCM	Sentinel 2A, 2B	AlSat 2A, 2B
		rozdzielczość [m]						
Panchromatyczny	0,45–0,90							2,5
	0,50–0,68					15		
	0,50–0,75				>2			
	0,51–0,75	10		2,5				
	0,51–0,85	5						
Niebieski	0,433–0,453					30		
	0,443						60	
	0,450–0,515					30		
	0,45–0,52	20		5; 32				10
	0,49						10	
Zielony	0,50–0,59				8			
	0,52–0,59	10, 20						
	0,52–0,60		32	5; 32		30		
	0,52–0,62							
	0,56						10	
	0,53–0,60							10
Czerwony	0,61–0,68				8			
	0,62–0,69							10
	0,63–0,68					30		
	0,63–0,69	10, 20	32	5; 32				
	0,665						10	
Bliiska podczerwień	0,705						20	
	0,740						20	
	0,76–0,89							10
	0,76–0,90	40	32	5; 32				
	0,76–1,10	40						
	0,775						20	
	0,77–0,89	10, 20						
	0,78–0,89				8			
	0,842						10	
	0,845–0,865					30		
	0,865						20	
0,940						60		
Środkowa podczerwień	1,36–1,39					30		
	1,375						60	
	1,55–1,75	20, 40						
	1,56–1,66					30		
	1,61						20	
SWIR	2,08–2,35	80						
	2,10–2,30					30		
	2,190						20	
TIR	10,40–12,50	80						

Satelity Sentinel 2A i 2B wyposażone w urządzenie MSI (*Multi Spectral Imager*) są przeznaczone do monitoringu stanu środowiska lądowego i wybrzeży w ramach programu GMES. 13 kanałów spektralnych o rozdzielczości od 10 do 60 m umożliwi prowadzenie analiz zmian zasięgu i właściwości biofizycznych pokrycia roślinnego. Uzyskane tą drogą dane będą mogły zostać wykorzystane w bazach: użytkowania ziemi, stanu zdrowotnego lasów, terenów podmokłych, łąk, ochrony środowiska, wykrywania zagrożeń naturalnych. Planowany czas ponownego obrazowania tego samego obszaru wynosi 1 dobę.

Mikrosatelity AlSat 2A i 2B (przygotowywane we współpracy Algierskiej Agencji Kosmicznej ASAL z EADS Astrium) mają za zadanie zapewnić kontynuację i rozwój misji prowadzonej przez mikrosatelitę AlSat-1. Dane rejestrowane przez urządzenie NAOMI mogą być wykorzystywane do tworzenia i aktualizacji bazy danych topograficznych o szczegółowości odpowiadającej skali 1:25 000, baz danych użytkowania ziemi, leśnych, hydrograficznych, zasobów i eksploatacji minerałów (w tym ropy naftowej) oraz do wykrywania samolotów budowlanych, ochrony upraw i systemów zarządzania kryzysowego (Maliet, Brooker, Pawlak, 2008).

29 lipca 2009 r. na orbicie zostały umieszczone mikrosatelity DEIMOS-1 oraz UK-DMC-Sat-2, rejestrujące dane w 3 zakresach (0,52–0,62 μm ; 0,63–0,69 μm ; 0,76–0,90 μm) o rozdzielczości terenowej 22 m i szerokim pasie obrazowania, umożliwiającym dwukrotne pokrycie terenu Europy podczas tygodnia. Zwraca również uwagę uruchomiona jesienią 2008 r. konstelacja 5 mikrosatelitów RapidEye, rejestrująca dane w 5 zakresach (0,44–0,51 μm ; 0,52–0,62 μm ; 0,63–0,69 μm ; 0,69–0,73 μm ; 0,76–0,85 μm) o rozdzielczości 6,5 m w cyklu 1-dniowym. Na przełomie lipca i sierpnia 2009 r., poza wstępną koncepcją polskiego satelity o dużej rozdzielczości Mazovia, brak było informacji o planach umieszczenia na orbicie nowych mikrosatelitów. Oferta Surrey Satellite Technology Ltd. w zakresie satelitów typu SSTL100, 150, 300 oraz Eads Astrium (NAOMI) pozwala przypuszczać, iż w ciągu kilku lat można liczyć się z umieszczeniem na orbicie nowych mikrosatelitów o średniej rozdzielczości i krótkim czasie rewizyty.

Satelity o urządzeniach pasywnych bardzo dużej rozdzielczości

6 października 2009 r. przewidywany jest start satelity WorldView-2. Satelita ten, poza rejestracją danych panchromatycznych o rozdzielczości 0,46 m, będzie dostarczał dane w 8 zakresach o rozdzielczości 1,84 m (2 m po resamplingu), w tym m.in. w zakresie tzw. „niebieskim wybrzeży” (ang. *blue coastal*), żółtym, „skrajnie czerwonym” (ang. *red edge*) oraz „bliskiej podczerwieni/SWIR” (Bersan, 2008) (tab. 3).

Zakres „niebieski wybrzeży” umożliwi rozróżnienie roślinności, badanie strefy przybrzeżnej wód, wreszcie łatwiejsze przeprowadzanie korekcji atmosferycznych. Kanał żółty oraz „czerwony brzegowy” umożliwią natomiast uzyskanie dodatkowych charakterystyk ułatwiających detekcję stanu zdrowotnego i sanitarnego roślinności (Oddone, 2008), zaś zakres „bliskiej podczerwieni/SWIR” ułatwi prowadzenie szczegółowych analiz wilgotności i produkcji biomasy. Duża rozdzielczość przestrzenna danych w połączeniu z bogatym zakresem spektralnym sprawia, iż mogą być one cennym materiałem źródłowym do tworzenia i aktualizacji danych tematycznych, w tym: topograficznych (o stopniu szczegółowości 1:10 000), hydrograficznych, użytkowania ziemi, rolniczych (m.in. LPIS), o infrastrukturze komunikacyjnej i technicznej, jak również danych wykorzystywanych w planowaniu przestrzennym, zarządzaniu kryzysowym oraz monitoringu stanu zdrowotnego lasów, terenów podmokłych

Tabela 3. Zakresy spektralne i rozdzielczość danych z nowych satelitów o urządzeniach pasywnych bardzo dużej rozdzielczości (opracowanie własne)

Zakres spektralny	[μm]	WorldView-2	Pléiades 1, 2	GeoEye-2	Kompsat-3	EROS C	SSOT
		rozdzielczość [m]					
Panchromatyczny	0,45–0,80	0,46		0,25			
	0,45–0,90						1,45
	0,48–0,83		0,5				
	0,50–0,90				0,7	0,7	
Niebieski wybrzeży	0,400–0,450	1,84					
Niebieski	0,45–0,51	1,84		1,5 ?			
	0,45–0,52				2,8		5,8
	0,45–0,55		2				
	0,48–0,52					2,8	
Zielony	0,49–0,61		2				
	0,51–0,58	1,84		1,5 ?			
	0,52–0,60				2,8		
	0,53–0,60						5,8
	0,54–0,58					2,8	
Żółty	0,585–0,625	1,84					
Czerwony	0,60–0,72		2				
	0,62–0,69						5,8
	0,63–0,69	1,84			2,8		
	0,64–0,68					2,8	
	0,655–0,920			1,5 ?			
Czerwony brzegowy	0,705–0,745	1,84					
Bliska Podczerwień	0,75–0,95		2				
	0,76–0,89						5,8
	0,76–0,90				2,8		
	0,76–0,89	1,84					
	0,78–0,92			1,5 ?			
	0,82–0,90					2,8	
	0,86–1,040	1,84					

i linii, brzegowej. Możliwa stanie się jednoznaczna detekcja niemal wszystkich obiektów powierzchniowych, uwzględnianych w bazach danych topograficznych o szczegółowości 1:10 000. Poważne ograniczenie stanowi degradacja rozmiaru pikseli (niezgodna z *Traktatem o Przestrzeni Kosmicznej* z 27 stycznia 1967 r.). Dane o jeszcze większej rozdzielczości przestrzennej – do 25 cm (lecz skromniejszym zakresie spektralnym) będą rejestrowane przez satelitę GeoEye-2. Będą one również poddawane degradacji. Mogą być one wykorzystywane do zasilania baz danych topograficznych, rolniczych, użytkowania ziemi, planowania przestrzennego, infrastruktury komunikacyjnej i technicznej, monitoringu stanu zdrowotnego i sanitarnego lasów, terenów podmokłych oraz baz systemów zarządzania kryzysowego.

Sieć satelitów Pléiades 1, 2 (CNES) przygotowywana przez EADS/ASTRIUM i Alcatel ma za zadanie dostarczanie pokrycia danymi o rozdzielczości 50 cm w zakresie panchromatycznym i 2 m w zakresie multispektralnym (z możliwością stereoskopii), o czasie rewizyty wynoszącym 1 dzień w skali całej Ziemi. Ograniczenie ich wykorzystania będzie stanowił brak kanału SWIR. Będzie się odbywać natomiast rejestracja danych w zakresie widma niebieskiego, co wynika z potrzeby współpracy z satelitami radarowymi sieci COSMO SkyMed w ramach cywilno-wojskowego programu ORFEO. Planuje się redukcję cyklu satelitów Pléiades do 3 godzin. Zakres danych oraz ich rozdzielczość predysponują je do wykorzystania w bazach danych topograficznych (o stopniu szczegółowości 1:5000 – 1:10 000), planowania przestrzennego, bezpieczeństwa narodowego, planowania kryzysowego, monitoringu i zarządzania wybrzeżami, monitoringu upraw, lasów oraz do wspomagania analiz zmian klimatycznych.

Mniejszą rozdzielczość będą miały dane rejestrowane przez satelitę Kompsat-3 południowokoreańskiej agencji KARI, który jest przygotowywany przez EADS/ASTRIUM. Jego zadaniem będzie kontynuacja misji satelitów Kompsat-1 i 2. Zakres spektralny danych oraz ich rozdzielczość pozwolą na ich wykorzystanie do monitoringu lasów i upraw, kartowania użytkowania ziemi, detekcji samowoli budowlanych, wspomaganie planowania przestrzennego i zarządzania kryzysowego. Dzięki rejestracji danych w zakresie niebieskim możliwe będzie prowadzenie badań hydrologicznych i monitoring strefy brzegowej. Uzyskiwane tą drogą dane przestrzenne mogą być również wykorzystane w bazach danych topograficznych (o szczegółowości 1:10 000).

Podobną rozdzielczość, lecz nieco inny zakres spektralny będą miały dane rejestrowane przez izraelskiego satelitę EROS-C, wykonywanego przez IAI. Będzie on cywilną wersją satelity wywiadowczego Ofeq 3. Przesunięcie zakresu spektralnego kanału bliskiej podczerwieni umożliwi uniknięcie problemów związanych z rejestracją pary wodnej. Dane pochodzące z tego satelity mogą być wykorzystywane do generowania informacji przeznaczonych do baz danych topograficznych (1:10 000), planowania przestrzennego, bezpieczeństwa narodowego, planowania kryzysowego, hydrograficznych, monitoringu upraw, roślinności w warunkach klimatu suchego, wreszcie do wspomaganie analiz zmian klimatycznych i monitoringu strefy brzegowej. Czas rewizyty (15 dni) może zostać zredukowany do 3 dni dzięki rejestracji danych z sąsiednich orbit.

Chilijski satelita SSOT (*Sistema Satelital para Observación de la Tierra*), którego umieszczenie na orbicie jest planowane na listopad 2009 r., będzie również posiadał możliwość rejestracji danych z sąsiednich orbit, na skutek czego czas rewizyty zostanie zredukowany z 15 do 3 dni. Zakres spektralny danych i ich rozdzielczość przestrzenna umożliwi ich wykorzystanie do zasilania baz danych topograficznych (o szczegółowości 1:25 000). Na ich

podstawie można również wygenerować informację do wypełnienia baz danych wspomagających zarządzanie rolne, leśne, monitoringu i ochrony środowiska, hydrograficznych, planowania kryzysowego, ochrony upraw, planowania przestrzennego.

Kierując się kryterium rozdzielczości przestrzennej (i jej degradacji) dane gromadzone przez satelity tej grupy można podzielić na trzy typy. Pierwszy stanowią dane, które będą gromadzone przez satelity: WorldView-2; GeoEye-2 i Pléiades 1, 2. Drugi typ – dane z satelitów Kompsat-3 i EROS-C, natomiast trzeci – dane rejestrowane przez satelitę SSOT. Zakres spektralny danych tej grupy wykazuje znaczne zróżnicowanie i daleko posunięty stopień komplementarności.

Satelity hybrydowe

Grupa satelitów hybrydowych w roku 2012 ulegnie powiększeniu o satelity Sentinel 3A, 3B i Seosat. Misje Sentinel 3A i 3B stanowią składowe GMES. Celem tych misji jest zapewnienie kontynuacji rejestracji danych dotyczących: koloru oceanów (porównywalnie do urządzenia MERIS satelity Envisat), temperatury powierzchni mórz i lądów (podobnie jak rejestruje to instrument AATSR satelity Envisat), zasięgu lodu na powierzchni lądu i oceanu (w sposób zbliżony do urządzenia RA satelity Envisat), zmian pokrycia roślinnego (analogicznie jak Végétation satelity SPOT). Satelity Sentinel 3A i 3B zostaną wyposażone w urządzenie *Ocean and Land Colour Imager* (OLCI) o 21 kanałach spektralnych i urządzenie *Sea and Land Surface Temperature Radiometer* (SLSTR) o 9 kanałach spektralnych. Ponadto na pokładzie zostaną zainstalowane: radarowy altimetr SRAL (działający w częstotliwościach Ku i C), radiometr mikrofalowy (23,8 GHz i 36,5 GHz) oraz zestaw urządzeń określających precyzyjnie orbitę (wielokanałowy odbiornik GNSS, instrument DORIS, retroreflektor laserowy LRR) (Drinkwater, Donion, 2008). Urządzenia działające na pokładzie satelitów Sentinel 3A i 3B będą dostarczały dane o ukształtowaniu powierzchni mórz, cyrkulacji w mezoskali, jakości wód, temperaturze powierzchni mórz, sedimentacji i eutrofizacji. Będą one również rejestrowały dane o zasięgu i grubości pokrywy lodowej oceanów (dostarczając materiału dla baz obszarów okołobiegunowych), prądach morskich, wietrze i falowaniu (cennego dla użytkowników baz danych bezpieczeństwa morskiego), wreszcie o zmianach temperatury oceanów. Dane będą gromadzone w cyklu jednodniowym dla stref wybrzeży oraz dwudniowym dla pozostałych obszarów Ziemi.

Hiszpański SEOSAT/INGENIO był początkowo projektowany jako pasywny satelita średniej i dużej rozdzielczości o rozdzielczości 2,5 m w zakresie panchromatycznym, 10 m w 4 kanałach multispektralnych i zakresach spektralnych identycznych jak w SPOT 5. Zaproponowano jednak wyposażenie go w dodatkowe urządzenie PAU (hybrydowy radiometr działający w częstotliwości L oraz reflektometr GPS), które umożliwi badanie stopnia zasolenia mórz (Camps i in., 2008). Czas rewizyty wynoszący planowo 30 dni może być skrącany do 3 dni dzięki rejestracji pod różnymi kątami (Vega, Ureña, 2009). Dane przestrzenne utworzone na podstawie danych z tego satelity będą mogły zasilać bazy danych: topograficznych, leśnych, rolniczych, hydrograficznych, oceanograficznych, ochrony środowiska, użytkowania ziemi. SEOSAT/INGENIO będzie prawdopodobnie współpracował z hiszpańskim wojskowym satelitą radarowym PAZ (Vega, Ureña, 2009).

Satelity wyposażone w urządzenia aktywne

Dosyć dużą grupę wielofunkcyjnych satelitów obserwacji terenów lądowych Ziemi będą stanowiły satelity wyposażone w urządzenia aktywne (COSMO-SkyMed-4; RISAT-1; SABRINA; Sentinel 1A, 1B; SAOCOM 1B; TanDEM-X; Kompsat-5, 7; COSMO-SkyMed 2 generacji 1, 2, 3, 4). Trzy spośród nich (COSMO-SkyMed-4 i SAOCOM 1B, TanDEM-X) są uzupełnieniem funkcjonujących konstelacji satelitarnych, natomiast 6 (COSMO-SkyMed 2 generacji 1, 2, 3, 4 i Sentinel 1A, 1B) mają zapewnić kontynuację obecnych misji. W pełni nowe rozwiązania stanowią natomiast: SABRINA RISAT-1 i Kompsat-5, 7.

COSMO-SkyMed-4 będzie od 2010 r. składnikiem konstelacji satelitów (**C**onstellation of small **S**atellites for the **M**editerranean basin **O**bservation) utrzymywanej przez włoskie Ministerstwo Nauki, Ministerstwo Obrony i Włoską Agencję Kosmiczną (ASI). Podobnie jak pozostałe satelity tej serii będzie on wyposażony w radar o syntetycznej antenie, działający w częstotliwości X (COSMO-SkyMed System Description..., 2007). Konstelacja ta zapewni obserwację o rozdzielczości dochodzącej do 1 m i czasie rewizyty rzędu 3 godzin (Coletta, 2008). Dane rejestrowane przez sieć mogą być wykorzystywane do kontroli ruchu na morzach (zwłaszcza w strefie przybrzeżnej), wczesnego ostrzegania o zagrożeniach naturalnych, wspomagania systemów zarządzania kryzysowego, monitoringu leśnego i kontroli upraw, wykrywania samowoli budowlanych. W 2011 r. konstelacja ta zostanie uzupełniona interferometrycznym satelitą SABRINA (**S**ystem for **A**dvanced **B**istatic and **R**adar **I**nterferometry **A**pplications). W latach 2012–2014 na orbitę zostaną wprowadzane kolejno satelity COSMO-SkyMed 2 generacji. Zadaniem satelitów Sentinel 1A, 1B będzie zachowanie ciągłości rejestracji danych o częstotliwości C (rejestrowanych obecnie przez satelitę Envisat). Przewiduje się, iż Sentinel 1A zostanie umieszczony na orbicie 30 czerwca 2011 r., zaś Sentinel 1B – 30 czerwca 2013 r.

Argentyńsko-włoski SAOCOM 1B (**S**ATélite **A**rgentino de **O**bservación **C**On **M**icroondas) będzie stanowił drugą z czterech składowych konstelacji satelitów radarowych, pracujących w częstotliwości L (1,3 GHz), z rozdzielczością terenową do 10 m. Na jego pokładzie będzie się również znajdowała termalna kamera podczerwieni. Z uwagi na fakt, iż częstotliwość L pozwala na penetrację do 2 m w głąb powierzchni, możliwe będzie badanie wilgotności gleb, litologii i geologii. Kamera podczerwieni pozwoli natomiast na wykrywanie pożarów i erupcji. Tym samym urządzenia te umożliwią prowadzenie monitoringu: naturalnych klęsk żywiołowych, upraw, użytkowania ziemi, pokrywy śnieżnej lub lodowej, pozwalając na zasilanie baz danych systemów planowania kryzysowego, nadzoru upraw, baz danych meteorologicznych i hydrologicznych.

Projekt TanDEM (TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement) realizowany przez EADS Astrium dla DLR będzie polegał na umieszczeniu w grudniu 2009 r. na orbicie satelity o parametrach zbliżonych do satelity TerraSAR-X, który będzie synchronicznie z nim prowadził pomiary interferometryczne (Boer i in., 2008). Uzyskany numeryczny model terenu będzie wykorzystany w bazach danych topograficznych oraz bazach danych tematycznych.

Południowokoreański satelita Kompsat-5 (przygotowywany dla KARI przez Alcatel Alenia Space) zostanie umieszczony na orbicie prawdopodobnie w 2010 r. Ma on pracować w częstotliwości X na orbicie umożliwiającej codzienną rejestrację danych z Półwyspu Koreańskiego. W 2017 r. planuje się jego zastąpienie satelitą Kompsat-7. Dane przestrzenne uzyskane z tej misji mogą zostać wykorzystane w bazach danych systemu bezpieczeństwa narodo-

wego, monitoringu środowiska (lądowego i wodnego), geomorfologicznych oraz zarządzania kryzysowego.

RISAT-1 (Radar Imaging Satellite-1) Indyjskiej Organizacji Badań Kosmicznych (ISRO) miał zostać umieszczony na orbicie w pierwszej połowie 2009 r. Wcześniej jednak został tam umieszczony RISAT-2, będący wynikiem współpracy indyjsko-izraelskiej. RISAT-1 trafi na orbitę prawdopodobnie pod koniec 2009 r. Celem jego misji będzie stała obserwacja Półwyspu Indyjskiego przy wykorzystaniu częstotliwości C (5,350 GHz) i polaryzacji horyzontalnej, wertykalnej oraz mieszanej. Informacje uzyskane w wyniku przetworzenia zarejestrowanych danych mogą zasilać bazy danych systemów bezpieczeństwa narodowego, rolnictwa, leśnictwa, glebowe, geologiczne, morskie, monitoringu wybrzeży oraz zarządzania kryzysowego.

Planowane satelity innych misji

Wśród planowanych satelitów innych misji zwraca uwagę znaczny wzrost liczby satelitów oceanograficznych. Do roku 2015 zostaną umieszczone na orbicie: 2 satelity rejestrujące kolor oceanów i powierzchnię mórz: HY-1C, HY-1D (wyposażone w urządzenia COCTS i CZI); jeden – badania temperatury powierzchni mórz i z falowania (HY-2A z instrumentami RAD, SCAT i ALT); jeden – kartowania strefy wybrzeży (HY-3A korzystający z urządzenia WSAR); 2 – meteorologiczno-klimatologiczno-oceanograficzne: Jason 3 (FJP) i Meteor-M N3 (SAR, Radiomet, MSS-BIO) oraz 1 – oceanograficzno-klimatologiczny: Oceansat-3 (skaterometr, altimetr, TIR, PMR i OCM). Wzrasta również liczba satelitów glaciologicznych (m.in. CryoSat-2, wyposażony w instrumenty DORIS-NG, SIRAL i reflektory laserowe oraz ICESat-II ze zmodyfikowanym urządzeniem GLAS). W roku 2012 zostanie umieszczony na orbicie jeden z pierwszych specjalistycznych satelitów geologicznych EnMAP z urządzeniem HSI.

Wnioski

Najliczniejszą grupę nowych misji satelitarnych w okresie 2009–2015 (poza misjami meteorologicznymi) będą stanowiły wielofunkcyjne misje obserwacji terenów lądowych Ziemi. Wśród 34 planowanych satelitów tego przeznaczenia 8 będzie zapewniała uzupełnienie lub kontynuację dotychczasowych misji. 7 satelitów będzie łączyło kontynuację dawnych misji z rejestracją danych o zwiększonej rozdzielczości i dodatkowych kanałach. 19 satelitów wyposażonych w nowe urządzenia będzie dostarczało nowe typy danych. Zarówno w przypadku satelitów pasywnych, jak i aktywnych powszechne jest dążenie do zwiększania rozdzielczości (nawet w przypadku relatywnie tanich mikrosatelitów). Dostatecznie powszechne jest zwiększanie liczby kanałów i uwzględnianie rejestracji zakresu niebieskiego widma. Na uwagę zasługuje inicjatywa rejestracji danych w zakresie żółtym, „skrajnie czerwonym” i SWIR. Bardzo powszechne jest dążenie do skracania czasu rewizyty i cyklu programowania misji. Zwiększenie rozdzielczości w powiązaniu z rejestracją danych w nowych zakresach oraz SWIR umożliwi dostarczanie bardziej wiarygodnych informacji w zakresie lokalizacji, kształtu i charakterystyk obiektów o niewielkich rozmiarach, istotnego zwiększenia zakresu informacji dotyczącej stanu zdrowotnego roślinności, lepszego zróżnicowania składu gatunkowego siedlisk (ze szczególnym uwzględnieniem stopnia wilgotności), charakterystyk stref brzeżo-

wych. Rozbudowa sieci satelitów radarowych, współpracujących z satelitami optycznymi, przyczyni się do wzrostu dostępnego zakresu danych dotyczących środowiska morskiego, stref przybrzeżnych, zagrożeń naturalnych oraz zagadnień związanych z bezpieczeństwem narodowym. Zwiększenie rozdzielczości przestrzennej i wzbogacenie zakresu tematycznego danych satelitarnych w połączeniu ze skróceniem okresu pomiędzy kolejnymi obrazowaniami tego samego terenu i redukcją długości cyklu programowania usprawni dostęp do bardziej wiarygodnych, bogatych i aktualnych informacji przestrzennych, możliwych do wykorzystania w bazach danych: topograficznych, użytkowania ziemi, leśnych, infrastruktury, siedlisk, ochrony środowiska, systemów nawigacji lądowej i morskiej, katastru, rolnictwa. Możliwe stanie się również zasilanie wiarygodnymi danymi baz danych wykorzystywanych do planowania przestrzennego, monitoringu: leśnego, wód powierzchniowych, linii brzegowej, zanieczyszczeń punktowych, osuwisk, ruchów tektonicznych, szkód górniczych, jak również baz systemów planowania kryzysowego oraz systemów bezpieczeństwa narodowego.

Literatura

- Behrens C.E., 2009: Landsat and the Data Continuity Mission, Congressional Research Service, CRS Report for Congress, May 22.
- Bersan A., 2008: DigitalGlobe current offering and future WorldView2 mission, Proceedings of Eurimage Meeting 2008, Roma, 09-10 October.
- Boer J., Fiedler H., Krieger G., Zink M., Bachmann M., Huesco Gonzalez J., 2008: TanDEM-X: A Global Mapping Mission, Integrating Generations, FIG Working Week 2008, Stockholm.
- Camps A., Rodríguez-Álvarez, Bosch-Lluis X., Marchán J.F., Ramos-Pérez I., Segarra M., Sagués Ll., Tarragó D., Cuñado O., Vilaseca R., Tomàs A., Mas J., Guillamón J., 2008: PAU in SeoSAT. A proposed Hybrid L-band Microwave Radiometer / GPS Reflectometer to Improve Sea Surface Salinity Estimates from Space, Microrad 2008, Firenze, March, 11-14.
- Chizea F.D., Ejimanya J.I., 2008: NigeriaSat-2: Technical Parameters, Operational Perspectives and Target Applications, NASRDA, Abuja.
- Ciołkosz A., 2000: Metody prezentacji informacji pozyskiwanych za pomocą teledetekcji satelitarnej, XXVII Ogólnopolska Konferencja Kartograficzna, Warszawa, 8-9 grudnia, 93-110.
- Coletta A., 2008: COSMO-SkyMed. Keeping an Eye on the World, Proceedings of Eurimage Meeting 2008, Roma, 09-10 October.
- COSMO-SkyMed System Description & User Guide, 2007: ASI – Agenzia Spaziale Italiana. COSMO-SkyMed Mission, Doc. No: ASI-CSM-ENG-RS-093-A.
- Drinkwater M.R., Donion C., 2008: GMES Sentinel-3: a mission for operational oceanography, ESA. Earth Observation Handbook, CEOS, 2008: 167 p.
- Maliet E., Brooker L., Pawlak D., 2008: Global High Resolution Imaging for new Markets, Proceedings of the 59th IAC (International Astronautical Congress), Glasgow, Scotland, UK, Sept. 29 to Oct. 3, 2008, IAC-08-B1.2.7.
- Murphy-Morris J., 2007: Operational Land Imager, Landsat Science Team Meeting, USGS EROS, January 8.
- Oddone A., 2008: Overview of current and future Remote Sensing missions, Proceedings of Eurimage Meeting 2008, Roma, 09-10 October.
- Rigal D., 2007: The Earth Observation and GIS communities fighting the climate crisis, Spot Image S.A, Toulouse.
- Vega E., Ureña J., 2009: Ingenio and Paz Ground Segment Interoperability. Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite – PNOTS (Spanish Earth Observation Satellite Programme), GSCB Workshop, ESA/ESRIN, Frascati, 18-19 June.

Abstract

In July 2009, the total number of active civil remote sensing satellites was 128. One of the largest groups were multitask land observation remote sensing satellites (47 missions), providing data employed in majority of Earth Sciences and applied in spatial databases. Currently, many new remote sensing missions are in preparation; 85 of them will start in mid-2009 – 2015 and 24 in 2016 – 2025. 11 out of 32 planned multitask land observation remote sensing satellites will be passive high resolution satellites, 7 – passive very high resolution satellites, 3 – hybrid satellites and 13 active SAR satellites. Eight of them will be a continuation of old missions, 7 – resolution & spectral scope advanced continuations of old missions, while 19 satellites will allow to acquire the new type of data. The aim of this research is to analyse the possibilities of employment of the new remote sensing data to produce spatial data, and to investigate the suitability of usage of this data. To achieve these goals, it was necessary to classify the types of remote sensing data. The next step was to analyze the possibility of production thematic information for spatial databases. The investigations allowed to identify the new trends concerning the design of new remote sensing missions and enabled to estimate the possibilities of employment of remote sensing data to produce spatial data, as well as to estimate the opportunities to use them for supplying spatial databases.

dr Dariusz Dukaczewski
dariusz.dukaczewski@igik.edu.pl

doc. dr hab. inż. Elżbieta Bielecka
elzbieta.bielecka@igik.edu.pl