

Adam Linsenbarth*

FOTOGRAMETRIA I TELEDETEKCJA
W EUROPEJSKICH PROGRAMACH GEOINFORMACYJNYCH

1. Wstęp

Obecnie metody fotogrametryczne i teledetekcyjne pozwalają na dostarczanie najbardziej aktualnych materiałów referencyjnych stanowiących podstawę do opracowania różnego rodzaju map topograficznych i tematycznych oraz zasilają bazy danych systemów informacji przestrzennej. Teledetekcja ma jednak nie tak długą historię, bowiem jej początki sięgają lat 70. ubiegłego wieku, a o systemach informacji przestrzennej czy też o geoinformacji mówi się od lat 20. Jednak już dużo wcześniej metody fotogrametryczne były stosowane zarówno w Polsce, jak i w innych krajach na szeroką skalę.

Warto więc przypomnieć, że już w okresie międzywojennym metody fotogrametryczne były w Polsce powszechnie stosowane. Jednym z pierwszych opracowań fotogrametrycznych były zdjęcia sytuacyjne rzek Polesia wykonane metodą aerofotogrametryczną [1]. Prace te były realizowane przez Biuro Melioracji Polesia, które podjęło decyzję o wykonaniu fotoplanów w skali 1:5000 dla wszystkich rzek położonych na obszarze ponad 50 tysięcy kilometrów kwadratowych. Zdjęcia wykonywano w skali 1:10 000, zagęszczenie osnowy fotogrametrycznej wykonywano metodą aerotriangulacji radialnej instrumentalnej, a do przetworzenia zdjęć stosowano przetworniki optyczno-mechaniczne firmy Zeiss Jena. W roku 1930 został utworzony „FOTOLOT”, którego założycielem był prof. Marian Brunon Piasecki. W latach 1930–1939 opracowano metodami fotogrametrycznymi mapy wielu aglomeracji miejskich, a także na szeroka skalę wykonywano fotomapy zarówno dla miast, jak i na dużych obszarach kraju na potrzeby Ministerstwa Skarbu.

* Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa

W latach powojennych metody fotogrametryczne wykorzystywane były głównie do opracowania map topograficznych wykonywanych przez Państwowe Przedsiębiorstwo Fotogrametrii. W pierwszej kolejności dla całego kraju opracowano mapę topograficzną w skali 1:25 000. Dla terenów górzystych stosowano metody stereofotogrametryczne oparte na autografach analogowych, dla terenów o pośredniej deniwelacji wykorzystywana była metoda zróżnicowana oparta na opracowaniu rzeźby za pomocą stereometrów Drobysze-wa, sytuację opracowywano w oparciu o fotomapy, natomiast dla terenów równinnych stosowano metodę kombinowaną opartą na fotomapach, które stanowiły podstawę do zdjęć stolikowych. W następnej kolejności została opracowana mapa w skali 1:5000. Dla tej skali opracowania stosowano wyłącznie metody oparte na wykorzystaniu autografów analogo-wych w terenach o większych deniwelacjach, a w wypadku terenów o niewielkich deniwe-lacjach stosowano metodę kombinowaną.

Fotomapy były także wykorzystywane przez Ministerstwo Rolnictwa do przeprowa-dzenia klasyfikacji gruntów. Warszawskie Okręgowe Przedsiębiorstwo Miernicze stosowa-ło na szeroką skalę metody fotogrametryczne do opracowania map terenów miejskich, a Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne – opracowania map wielkoskalowych War-szawy. Również szereg innych okręgowych przedsiębiorstw geodezyjnych utworzyło pra-cownie fotogrametryczne wykonujące opracowania fotogrametryczne na skalę regionalną.

W ostatnim okresie na terenie naszego kraju tworzona jest Baza Danych Topograficz-nych, w której fotomapy stanowią jeden z podstawowych elementów referencyjnych.

2. Program INSPIRE

Od kilkunastu lat coraz wyraźniej zaczęto zwracać uwagę na konieczność skoordyno-wania wysiłków zmierzających do ujednoczenia i harmonizacji opracowań geoinformacyj-nych zarówno w skali kontynentalnej, jak i globalnej. Jednocząca się Europa tworząca Wspólnotę Europejską, której Polska stała się członkiem w roku 2004, postanowiła dopro-wadzić do stworzenia infrastruktury dla informacji przestrzennej oraz standaryzacji i har-monizacji opracowań wykonywanych przez poszczególne państwa. W oparciu o wyniki kilku programów badawczych realizowanych w latach 90. ubiegłego wieku powstały dwa programy INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*) oraz GMES (*Global Mo-nitoring of Environment and Security*). Omówienie tych programów oraz wykorzystanie w tych programach metod fotogrametrii i teledetekcji stanowi treść niniejszego artykułu.

Prace nad programem INSPIRE zostały zapoczątkowane w roku 2001 [2]. Zasadniczy cel tego programu stanowiło utworzenie europejskiej infrastruktury dla informacji prze-strzennej. Od początku program był ukierunkowany na „Środowisko” reprezentujące głównego odbiorcę informacji przestrzennych. Realizacją programu kierowała Komisja Eu-ropejska przy bliskiej współpracy z Europejską Agencją Środowiska. Ze strony Komisji naj-bardziej zaangażowany w realizację projektu był Dyrektoriat „Środowisko”, Wspólnotowe Centrum Badawcze (JRC – Joint Research Centre) oraz EUROSTAT. Powołana została Gru-pa Ekspertów reprezentujących poszczególne kraje członkowskie, która realizowała kolejne

etapy i cele programu INSPIRE. Autor niniejszego artykułu od początku powołania Grupy Ekspertów był jej członkiem w charakterze obserwatora, a następnie, od roku 2004, tj. od momentu przyjęcia Polski do Wspólnoty Europejskiej, stał się pełnoprawnym członkiem. W ramach Grupy Ekspertów działały grupy robocze zajmujące się różnymi problemami, takimi jak dane referencyjne i metadane, architektura systemu, analiza potrzeb użytkowników, analiza skutków wdrożenia programu INSPIRE itp. W roku 2003 przeprowadzono konsultację internetową, celem zasięgnięcia opinii na temat dotyczący zarówno celu, jak i realizacji programu INSPIRE oraz przeprowadzono analizę istniejących infrastruktur danych przestrzennych w poszczególnych krajach europejskich. Dane te pozwoliły na dokonanie pewnej korekty programu, jednakże bez naruszenia podstawowych celów tego programu. Przeprowadzono także analizę wymagań dotyczących informacji przestrzennej w poszczególnych programach realizowanych w Unii Europejskiej oraz wynikających z aktów prawnych obowiązujących w Unii Europejskiej.

W początkowej wersji programu INSPIRE zaproponowano 60 komponentów tematycznych, co spotkało się ogólną krytyką. Na przełomie lat 2003/2004 utworzono trzy aneksy odnoszące się do podstawowych danych referencyjnych (aneks 1), powszechnie używanych danych tematycznych (aneks 2) oraz danych nieobjętych zakresem INSPIRE (aneks 3). Pierwszy aneks obejmował 12 komponentów, drugi 19 komponentów, a trzeci 29.

Proces legislacyjny związany z dyrektywą INSPIRE rozpoczął się w dniu 23 lipca 2004 roku, kiedy to Komisja Europejska przekazała projekt dyrektywy do Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej celem doprowadzenia do jego akceptacji, przewidzianej w trybie współdecyzji tych dwóch organów Wspólnoty.

Projekt dyrektywy INSPIRE składa się z dwóch części: preambuły oraz z właściwej dyrektywy. W preambule podkreśla się rolę informacji przestrzennej w prowadzeniu polityki zarówno na szczeblu europejskim, jak i krajowym oraz regionalnym. Z drugiej zaś strony zwraca się uwagę na nieskoordynowane działania w zakresie zbierania, udostępniania i właściwego wykorzystania informacji przestrzennej. Celem dyrektywy jest więc skoordynowanie tych działań zarówno na szczeblu europejskim, krajowym, jak i regionalnym, poprzez stworzenie spójnej infrastruktury informacji przestrzennej dla Wspólnoty Europejskiej.

Ostateczny tekst projektu dyrektywy składa się z 26 artykułów ujętych w siedmiu następujących rozdziałach:

- Rozdział I *Przepisy ogólne*,
- Rozdział II *Metadane*,
- Rozdział III *Interoperacyjność zbiorów i usług danych przestrzennych*,
- Rozdział IV *Usługi sieciowe*,
- Rozdział V *Wspólne korzystanie z danych*,
- Rozdział VI *Koordynacja i działania uzupełniające*,
- Rozdział VII *Postanowienia końcowe*.

W wersji dyrektywy – stanowiącej tzw. wspólne stanowisko – znalazły się trzy załączniki: załącznik 1 zawiera 7 podstawowych komponentów tematycznych, załącznik 2 obej-

muje 6 komponentów tematycznych, w tym ortofotomapy, natomiast załącznik 3 obejmuje 21 branżowych komponentów tematycznych. Tak więc ostatecznie w tej wersji znalazły się 34 komponenty tematyczne, a więc znacznie mniej niż w początkowej wersji dyrektywy.

W Radzie Unii Europejskiej projekt był rozpatrywany w Grupie Roboczej ds. Środowiska [4]. Na kolejnych spotkaniach Grupy Roboczej, które odbywały się w siedzibie Rady Unii w Brukseli, analizowano poszczególne zapisy dyrektywy oraz preambuły. W posiedzeniach Grupy Roboczej brali udział przedstawiciele poszczególnych państw członkowskich Wspólnoty oraz przedstawiciele Komisji Europejskiej. W wyniku dyskusji zgłoszono kilkadziesiąt zmian w zapisach projektu dyrektywy i ostatecznie na 2670. posiedzeniu Rady („Środowisko”) w dniu 24 czerwca 2005 roku osiągnięto porozumienie polityczne dotyczące tekstu dyrektywy, który miał stanowić podstawę do opracowania wspólnego stanowiska.

Następnym etapem było opracowanie i uzgodnienie wersji językowych dyrektywy, co zajęło kilka kolejnych miesięcy. Ostateczne wersje językowe zostały wypracowane na posiedzeniu grupy prawników lingwistów w dniu 8 listopada 2005 roku. W grudniu 2005 roku Komitet Stałych Przedstawicieli Rady Unii podjął decyzję o przekazaniu Radzie propozycji wspólnego stanowiska w celu jego akceptacji na najbliższym posiedzeniu. W dniu 23 stycznia 2006 roku Rada Unii Europejskiej na swym 2703. posiedzeniu przyjęła wspólne stanowisko. Polskę w tym posiedzeniu reprezentował minister rolnictwa i rozwoju wsi, pan Krzysztof Jurgiel.

W Parlamencie Europejskim dyrektywa była rozpatrywana w Komisji Ochrony Środowiska Naturalnego, Zdrowia Publicznego i Ochrony Żywności. Parlament wyznaczył sprawozdawcę, którym została pani Frederika Brepoels z Belgii. Sprawozdawca przygotował uwagi do propozycji dyrektywy przesłanej przez Komisję Europejską (do tekstu początkowego z 23 lipca 2004 roku), które były rozpatrywane na posiedzeniu Komisji Ochrony Środowiska Naturalnego, Zdrowia Publicznego i Bezpieczeństwa Żywności. Następnie na sesji plenarnej Parlamentu Europejskiego w dniu 7 czerwca 2005 roku odbyło się pierwsze czytanie, w wyniku którego do tekstu Komisji zgłoszono 54 poprawki. Parlament przegłosował poprawki zwykłą większością głosów, tj. większością głosów członków uczestniczących w głosowaniu. W związku z tym, że Rada Unii Europejskiej nie zgodziła się w pełni z poprawkami zgłoszonymi przez Parlament w czasie pierwszego czytania, powstał tekst, który jest aktualnie nazywany wspólnym stanowiskiem Rady (ang. *common position*), przyjęty w dniu 23 stycznia 2006 roku. We wspólnym stanowisku zostały zawarte w większości poprawki zgłoszone przez Parlament w trakcie pierwszego czytania. Poprawki te wprowadzono w całości bądź tylko częściowo. Generalnie jednak wspólna propozycja zawierała szereg innych zmian niż te zgłoszone przez Parlament oraz w odniesieniu do wstępnej propozycji przekazanej przez Komisję Europejską.

Zgodnie z przyjętą procedurą współdecyzji sprawa ponownie powróciła do Parlamentu, gdzie poprzednio wspomniana pani sprawozdawca Federika Brepoels przygotowała tzw. projekt zalecenia do drugiego czytania. Projekt ten zawiera dwukolumnowe zestawienie porównawcze wspólnego stanowiska Rady oraz poprawki parlamentu. Każda z poprawek (w sumie 35 poprawek) została uzupełniona uzasadnieniem. Przedstawione propozycje poprawek były rozpatrywane na posiedzeniu Komisji Ochrony Środowiska Naturalnego, Zdro-

wia Publicznego i Bezpieczeństwa Żywności na posiedzeniu w dniu 21 marca 2006 roku. Drugie czytanie w Parlamencie przewidziane było na czerwiec 2006 roku.

Finałem drugiego czytania w Parlamencie będzie głosowanie nad poprawionym tekstem. Warto zauważyć, iż zgodnie z harmonogramem procedury legislacyjnej nie ma limitu czasu na zakończenie pierwszego czytania zarówno w Parlamencie, jak i Radzie. Natomiast zgodnie z harmonogramem, drugie czytanie musi nastąpić w ciągu trzech miesięcy (w uzasadnionych przypadkach w ciągu czterech miesięcy) od przyjęcia przez Radę „wspólnego stanowiska”. Parlament może zaaprobować to stanowisko, odrzucić lub zgłosić poprawki. Odrzucenie lub zgłoszenie poprawek do „wspólnego stanowiska” wymaga bezwzględnej większości głosów 732 członków Parlamentu, tj. 367 niezależnie od liczby osób biorących udział w głosowaniu. W przypadku przyjęcia przez Parlament poprawek sprawa wraca ponownie do Rady Unii, do drugiego czytania. O ile Rada nie będzie mogła zaaprobować poprawek zgłoszonych przez Parlament, to – zgodnie z traktatem Wspólnoty – sprawa trafia do Komitetu Pojednawczego (Conciliation Committee).

W całym procesie legislacyjnym uczestniczą przedstawiciele Komisji Europejskiej, którzy ustosunkowują się do zgłaszanych propozycji zmian pierwotnego tekstu. W dniu 10 lutego 2006 roku Wspólnota Europejska przekazała do Parlamentu Europejskiego komunikat dotyczący wspólnego stanowiska Rady w sprawie dyrektywy INSPIRE. W komunikacie tym zawarte są uwagi dotyczące zarówno wspólnego stanowiska Rady, jak i uwagi dotyczące poprawek zgłoszonych w trakcie pierwszego czytania przez Parlament. Komisja podkreśla, że może przyjąć w całości lub zaakceptować 46 z 49 poprawek wniesionych przez Parlament, z których większość została włączona do wspólnego stanowiska. Komisja stwierdza, że nie może przyjąć wspólnego stanowiska w odniesieniu do szeregu kwestii, ponieważ tekst wspólnego stanowiska wprowadza zmiany, które są w sprzeczności z zasadniczym celem dyrektywy, jakim jest poprawa dostępności i interoperacyjności danych przestrzennych. Pewne aspekty wspólnego stanowiska mogłyby – zdaniem Komisji – skutkować raczej ograniczeniem niż zwiększeniem dostępności do danych przestrzennych, poprzez konsolidację przeszkód w wymianie danych pomiędzy władzami publicznymi i nadmierne ograniczenie dostępu społeczeństwa do tych danych. Inne niepokojące kwestie to zbyt uciążliwe procedury w zakresie przyjmowania przepisów i niedostateczne gwarancje, że przepisy te zostaną w pełni wdrożone w państwach członkowskich. W komunikacie Komisji zawarte są szczegółowe uwagi dotyczące poszczególnych artykułów dyrektywy.

Należy żywić nadzieję, że w trakcie prac nad dyrektywą INSPIRE uda się doprowadzić do kompromisu i do ostatecznego przyjęcia tekstu w drugim czytaniu w Parlamencie, jak również później, w drugim czytaniu w Radzie Unii Europejskiej. Dowodem na poszukiwanie kompromisowych rozwiązań było posiedzenie Grupy Roboczej „Środowisko” w Radzie Unii, na którym było rozpatrywanych 35 poprawek przedstawionych w „projekcie zalecenia do drugiego czytania w Parlamencie”, przygotowanych przez sprawozdawcę Komisji Ochrony Środowiska Naturalnego, Zdrowia Publicznego i Bezpieczeństwa Żywności. Posiedzenie to odbyło się w dniu 1 marca 2006 roku; na kolejnym posiedzeniu tej Grupy Roboczej w dniu 31 marca 2006 roku zastanawiano się nad taktyką dalszego postępowania w stosunku do uwag zgłoszonych przez Parlament.

Propozycja dyrektywy ma raczej charakter ramowy, w związku z czym pozostawia krajom członkowskim miejsce na dostosowanie wprowadzanych zaleceń do specyficznych warunków w danym kraju. Z kolei wdrażanie zasad o charakterze technicznym i nakazowym będzie dokonywane za pomocą specjalnej procedury zwanej *committee procedure*. Zastosowanie tej procedury zapewni także odpowiednią elastyczność procedur wynikającą z konieczności wykorzystania postępu technologicznego oraz dostosowania do nowych priorytetów polityki środowiskowej. Większość elementów tej propozycji pozwala krajom członkowskim kontynuować wykorzystywanie istniejących systemów i rozwiązań organizacyjnych, wymagając jedynie wprowadzenia takich rozwiązań, które sprawiają, że system będzie operacyjny w skali międzynarodowej. Propozycja gwarantuje także otwarcie na uczestnictwo sektora prywatnego.

Niezależnie od procesu legislacyjnego prowadzone są prace zmierzające do przygotowania przepisów implementacyjnych do dyrektywy INSPIRE [6]. Projekt przepisów tworzy pięć zespołów opracowujących, które zajmują się następującą tematyką: tworzenie i aktualizacja metadanych; specyfikacja i harmonizacja danych przestrzennych; usługi sieciowe; udostępnianie i współużytkowanie danych przestrzennych oraz monitorowanie i sprawozdawczość.

Wprowadzenie w życie dyrektywy INSPIRE umożliwi utworzenie ogólnoeuropejskiej infrastruktury informacji przestrzennej. Niezmiernie ważną rolę w tej infrastrukturze będą odgrywać metadane i dane referencyjne stanowiące domenę szeroko pojętej działalności geodezyjnej. Wśród tych danych referencyjnych znajdują się ortofotomapy stanowiące – zdaniem autora – podstawowe źródło danych. Mogą to być ortofotomapy opracowane zarówno w oparciu o zdjęcia lotnicze, jak i zdjęcia satelitarne. Należy jednak zauważyć, że ortofotomapy stanowią także materiał wyjściowy do opracowania innych komponentów tematycznych objętych programem INSPIRE. Dotyczy to m.in. hydrografii, sieci komunikacyjnej, pokrycia i użytkowania terenu, działek katastralnych oraz budynków. Tak więc wykorzystanie metod fotogrametrycznych i teledetekcyjnych jest podstawą realizacji programu INSPIRE. Z jednej strony same ortofotomapy będą stanowiły jeden z podstawowych elementów tematycznych systemu z drugiej zaś wielospektralne zdjęcia satelitarne będą mogły zostać wykorzystane do opracowania czy też do aktualizacji opracowań tematycznych.

3. Program GMES

Początki programu GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) sięgają roku 1998, kiedy to na spotkaniu, przedstawiciele Komisji Europejskiej oraz agencji i instytucji zajmujących się badaniami kosmicznymi, zorganizowanym w dniu 19 maja 1998 roku w Bareno (Włochy), uchwalono manifest pod tytułem *Overall Monitoring for Environmental Security: In Manifesto for the New European Initiative*. W manifestie tym podkreślono konieczność stworzenia europejskiego systemu umożliwiającego globalną obserwację śro-

dowiska zgodnie z zaleceniami protokołu z Kioto. Manifest stwierdzał także konieczność informacji o środowisku na potrzeby zarządzania kryzysowego związanego z klęskami żywiołowymi oraz klęskami spowodowanymi działalnością człowieka. W rok później Komisja Europejska opublikowała wewnętrzny dokument pod tym samym tytułem, w którym stwierdzono brak koordynacji działań i konieczność skoordynowanych działań dotyczących bieżących informacji o środowisku na potrzeby kreowania polityki i zarządzania zarówno na szczeblu europejskim jak i poszczególnych państw. Stwierdzono konieczność opracowania wspólnego programu działań. 12 lipca 1999 roku w dokumencie Komisji Europejskiej skierowanym do Grupy Doradczej ds. Badań Kosmicznych (SAG – Space Advisory Group) zmieniono nazwę proponowanego programu na *Global Monitoring for Environment and Security* – GMES, podkreślając wyraźną dwukierunkowość tego programu, a mianowicie aspekty samego środowiska oraz aspekty bezpieczeństwa wynikające głównie ze zmian zachodzących w środowisku, które mogą prowadzić do różnego rodzaju klęsk zarówno naturalnych, jak i klęsk oraz zagrożeń spowodowanych działalnością człowieka.

W czerwcu 2001 roku Komisja Europejska i Europejska Agencja Kosmiczna przedstawiły do zatwierdzenia wspólny dokument roboczy pt. *An European Approach to Global Monitoring for Environmental and Security (GMES): Towards Meeting Users' Needs*. W tym samym miesiącu na posiedzeniu Rady Europy w Göteborgu, w dokumencie nakreślającym strategię zrównoważonego rozwoju w Unii Europejskiej, stwierdzono konieczność zbudowania w Europie globalnego systemu do monitorowania środowiska oraz bezpieczeństwa. 23 października 2001 roku Komisja Europejska przedstawiła Radzie Europy oraz Parlamentowi Europejskiemu plan działania na lata 2001–2003 w zakresie GMES. W dniu 13 listopada 2001 roku Rada Europy w podjętej rezolucji stwierdziła, że program GMES powinien być autonomiczny i operacyjny, gwarantować długoterminowy i koherentny monitoring oparty na danych naziemnych, lotniczych i satelitarnych [3].

Zgodnie z szeroko pojętą polityką europejską celem programu GMES jest monitorowanie nie tylko całego terytorium Europy, ale także krajów pozaeuropejskich, zarówno w celu umożliwienia rozwoju tych państw, jak również niesienia pomocy humanitarnej. Jest to także wkład Europy w globalny system monitorowania naszego globu. Doświadczenia lat ubiegłych wykazały brak skoordynowanego programu niezbędnego dla realizacji długofalowej polityki kontynentalnej. Dotychczasowe opracowania, poświęcone monitorowaniu środowiska miały ograniczony zakres tematyczny, jak również terytorialny i czasowy. Program GMES służy zbudowaniu spójnego systemu gwarantującego dostarczanie bieżących jednolitych informacji na różnych poziomach zarządzania i kreowania polityki zrównoważonego rozwoju gospodarczego. Program ma zapewnić ciągłość w dostarczaniu informacji i zaspokoić wszystkie potrzeby użytkowników. Stąd jednym z zasadniczych zadań programu GMES jest określenie potrzeb użytkowników oraz dostosowanie infrastruktury informacyjnej do zbierania odpowiednich informacji przestrzennych, ich przetwarzania i dostarczania użytkownikom informacji finalnych dostosowanych do ich potrzeb.

Realizacja programu opiera się głównie na współdziałaniu EC i ESA, a także na włączeniu do realizacji tego programu Europejskiej Agencji Środowiska (EEA), Europejskiej Agencji Meteorologicznej (EUMETSAT) oraz Europejskiego Centrum Satelitarnego.

Finalny termin rozpoczęcia operacyjnego działania programu GMES to rok 2008. Okres 2002–2008 został podzielony na dwie fazy realizacyjne:

- faza wstępna (2002–2003),
- faza wdrażania programu (2004–2008).

Obie fazy bazują na wykorzystaniu wyników zarówno 5. Programu Ramowego (1997–2001), jak i 6. Programu Ramowego (2002–2006) oraz na programie Earthwatch (2002–2006) realizowanego przez Europejską Agencję Kosmiczną, który stanowi jeden z podstawowych elementów GMES.

Głównym celem nakreślonym do realizacji w fazie wstępnej było określenie aktualnego stanu monitoringu środowiska w Europie, analiza braków oraz niedociągnięć obecnego stanu i ustalenie niezbędnych prac naukowych, technicznych, prawnych, ekonomicznych i organizacyjnych. Raport z pierwszej, wstępnej fazy został przygotowany w końcu 2003 roku przez EC i ESA. W raporcie tym, poza zagadnieniami techniczno-organizacyjnymi, zawarto także analizę kosztów związanych z operacyjnym działaniem systemu GMES.

Realizacja fazy drugiej, czyli fazy wdrażania, jest oparta na wnioskach nakreślonych w raporcie z fazy wstępnej. Program roboczy tej fazy został określony przez głównych realizatorów programu GMES, tj. przez EC i ESA przy współpracy z innymi podmiotami. W wyniku realizacji tej fazy powinna powstać cała struktura organizacyjno-techniczna dotycząca pozyskiwania danych oraz ich przechowywania, przetwarzania i udostępniania informacji. Prace badawcze będą skierowane zarówno na określenie nowych obszarów zastosowania informacji pozyskiwanych z systemu GMES, jak również na zaprojektowanie niezbędnych segmentów systemu GMES.

Na posiedzeniu Rady Doradczej programu GMES (GMES Advisory Council – GAC), które odbyło się w dniu 1 czerwca 2005, stwierdzono, że realizacja tego zadania wymaga regularnego i systematycznego pokrywania obszaru Europy zdjęciami satelitarnymi [3].

Na seminarium poświęconym wdrożeniu projektu dotyczącego monitorowania powierzchni Ziemi, które odbyło się w dniach 20–21 października 2005 roku w Brukseli, określono zadania, które należy przyjąć, aby zrealizować „szybką ścieżkę” (ang. *fast track*) realizacji tego projektu.

Zadania te można podzielić na dwie grupy:

- 1) opracowanie mapy użytkowania ziemi na terytorium całej Europy w celu monitorowania i oceny realizacji polityk Wspólnoty w zakresie dyrektywy wodnej, strategii bioróżnorodności, polityki rolniczej i regionalnej, rozwoju przestrzennego Europy, strategii urbanistycznej, zobowiązań wynikających z traktatów międzynarodowych (m.in. protokół z Kioto) w nawiązaniu do inwentaryzacji pokrycia i użytkowania terenu w krajach członkowskich;
- 2) opracowanie map pokrycia terenu w skali lokalnej dla planowania rozwoju miast, budownictwa, modelowania rozprzestrzeniania hałasu, górnictwa oraz monitorowania tzw. „gorących punktów” (ang. *hot spots*), czyli obszarów, na których występują szybkie zmiany.

W oparciu o przeprowadzoną analizę potrzeb stwierdzono, że szybka ścieżka usług (ang. *fast track service*) związanych z monitorowaniem ziemi musi zawierać dwa wzajemnie uzupełniające się komponenty:

- 1) komponent obserwacji oparty na zagwarantowaniu dostarczenia obrazów satelitarnych w różnych skalach z prawami do wielokrotnego użycia; oznacza to, że odpowiednie organa na szczeblu unijnym dostarczą te dane bezpłatnie do państw członkowskich i regionów NUTS-1;
- 2) komponent informacji o terenie (tzw. produkt z wartością dodaną) dotyczący homogenicznej informacji odnoszącej się do pokrycia lub użytkowania terenu zarówno w skali całego kontynentu, jak i w skali lokalnej.

Wykonane produkty muszą być zgodne ze standardami OGC, tak aby mogły być kompatybilne z danymi przestrzennymi pozyskiwanymi z innych źródeł, takich jak bezpośrednie dane terenowe oraz inne dane ewidencyjne, oraz, by zapewniały interoperacyjność zgodnie z wymaganiami dyrektywy INSPIRE.

Wymagania dotyczące komponentu obserwacji Ziemi są zróżnicowane w zależności od zakresu terytorialnego. Zakłada się następujące parametry dla poszczególnych zakresów terytorialnych. Dla zakresu kontynentalnego wykonywane będą wysokorozdzielcze obrazy satelitarne (2,5÷30 m) rejestrowane w dwóch sezonach dla całego obszaru Europy, dla roboczej skali opracowania 1:50 000, wykonywane co trzy lata. Minimalna powierzchnia jednostki tematycznej ma wynosić 1 ha.

Dla zakresu obejmującego duże aglomeracje miejskie wykorzystane zostaną obrazy satelitarne o bardzo wysokiej rozdzielczości (< 1 m) pokrywające około 500 miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 000. Skala opracowania wyniesie około 1:5000. Pozyskanie ponownych zobrażeń powinno nastąpić co pięć lat.

Ponadto dla tzw. „gorących punktów” (poza obszarami zurbanizowanymi) będą wykonywane zobrażenia satelitarne o bardzo wysokiej rozdzielczości (VHR < 1 m) dotyczące obiektów o dużej zmienności czasowej występujących w takich działach gospodarki, jak: rolnictwo, budownictwo, transport, turystyka, górnictwo itp. Zobrażenia miałyby być pozyskiwane średnio trzy razy w ciągu roku.

Dostarczanie wysokorozdzielczych mikrofalowych (radarowych) obrazów satelitarnych (ca 1 m) powinno być zagwarantowane przed końcem 2008 roku wraz z wykorzystaniem techniki interferometrii.

Jak widać, niezmiernie ważną rolę w realizacji programu GMES odgrywają satelitarne systemy teledetekcyjne. W ostatnich dwóch dekadach Europa zrobiła znaczny postęp w budowie zaawansowanych systemów obserwacji Ziemi. W zakresie systemów meteorologicznych wymienić należy systemy opracowane i zbudowane przez Europejską Agencję Kosmiczną i obecnie operacyjnie wykorzystywane przez Europejską Organizację Meteorologiczną. Do tych systemów należą satelity geostacjonarne METEOSAT pierwszej i drugiej generacji. Obecnie zakończono prace nad nowym satelitą bliskobiegunowym METO, który został umieszczony na orbicie w roku 2005. Satelity serii SPOT nadal stanowią jeden z podstawowych systemów globalnego monitorowania powierzchni Ziemi.

Na szczególną uwagę zasługują satelity ESA pracujące w zakresie promieniowania mikrofalowego, które umożliwiają monitorowanie środowiska naturalnego Ziemi niezależnie od warunków atmosferycznych. Do tej grupy satelitów należą ERS1 i ERS2 oraz ENVISAT.

Do monitorowania oceanów służą satelity TOPEX-Poseidon oraz Jason-1 zbudowane dzięki kooperacji CNES i NASA. Kolejny satelita, Jason-2, ma być umieszczony na orbicie w roku 2007.

Niepokojący jest jednak problem ciągłości działania tych systemów. Jedynie satelity meteorologiczne – zarówno geostacjonarne, jak i biegunowe – mają zapewniony okres działania do 2015–2020 roku. Natomiast inne satelity teledetekcyjne kończą swój nominalny czas działania w latach 2007–2008. W tej sytuacji jednym z zasadniczych celów programu GMES jest zapewnienie permanentnego operacyjnego działania systemów obserwacji Ziemi. Dotyczy to zarówno systemów o bardzo wysokiej rozdzielczości – poniżej 1 metra, jak i systemów o wysokiej rozdzielczości – 10 metrów, pracujących w zakresie promieniowania widzialnego oraz w bliskiej podczerwieni. Potrzebne są także systemy mikrofalowe zarówno wysokorozdzielcze, jak i średniorozdzielcze pozwalające na wykorzystanie interferometrii radarowej.

Do badań o większym zasięgu niezbędne są systemy wielospektralne o rozdzielczości 10÷100 m pozwalające na monitorowanie stanu roślinności oraz lasów, a także składu atmosfery i jej wpływu na zmiany klimatu. Związane to jest także z badaniem zanieczyszczeń atmosfery mających duży wpływ na zmiany klimatu. Badanie zmian klimatu wymaga także stałego monitorowania cyrkulacji oceanów.

Obrazy o bardzo wysokiej i wysokiej rozdzielczości (1÷5 m) będą pozyskiwane z satelitów działających w ramach programów narodowych, takich jak Pleiades (Francja), TerraSAR (Niemcy), Cosmo-SkyMed (Włochy), oraz innych będących obecnie w fazie realizacji, jak na przykład hiszpański narodowy system obserwacji ziemi. Systemy te mają zarówno cywilne, jak i wojskowe znaczenie.

W zakresie systemów średnioskalowych konieczne jest przedłużenie żywotności systemów SPOT i Landsat oraz systemów służących do globalnego monitorowania, tj. ENVISAT i SPOT-Vegetation. Zakłada się także współpracę z innymi systemami działającymi poza Europą. Program GMES wymaga stworzenia konstelacji satelitów obserwacyjnych umożliwiających pozyskiwanie obrazów z dużą częstotliwością. Jest to warunek niezbędny do monitorowania katastrof i zarządzania sytuacjami kryzysowymi.

Projekt programu na okres po roku 2008 zakłada działanie systemu w pełni operacyjnego na obszarze całej Wspólnoty. System ma zapewnić permanentne dostarczanie informacji o pokryciu i użytkowaniu terenu. System będzie oparty na wysokorozdzielczych zdjęciach satelitarnych (< 5 m) dla całego kontynentu europejskiego wykorzystywanych do pracowania map w skali 1:50 000 (lub większej) przy zastosowaniu minimalnej jednostki tematycznej wielkości 1 ha. Obrazy satelitarne muszą być rejestrowane dwukrotnie w ciągu sezonu, a ich powtórna rejestrację należy przeprowadzać co trzy lata.

Jednym z pośrednich wyników opracowania będą ortofotomapy cyfrowe. Ponadto przewiduje się coroczną aktualizację w oparciu o ortofotomapy cyfrowe sporządzone z wykorzystaniem obrazów satelitarnych o mniejszej zdolności rozdzielczej (ca 20 m).

Na poziomie lokalnym, obejmującym głównie duże aglomeracje miejskie (>100 000 mieszkańców), przewiduje się wykorzystanie zdjęć satelitarnych o bardzo wysokiej rozdzielczości (<1 m) i opracowanie w skali 1 : 5000. Ponowna rejestracja zobrażeń satelitarnych odbywać się będzie co trzy lata. Pośrednim produktem opracowania będą ortofotomapy cyfrowe. Ponadto corocznie będzie wykonywana aktualizacja w oparciu o zdjęcia satelitarne o rozdzielczości *ca* 2,5 m.

W podobny sposób będą monitorowane „gorące punkty” w oparciu o zdjęcia satelitarne o bardzo wysokiej rozdzielczości (*ca* 1 m). Zakłada się, że takie opracowania zostaną wykonane trzykrotnie w ciągu każdego roku (w interwale trzy- lub czteromiesięcznym) na powierzchni 150 000 km². Szacuje się, że roczne koszty europejskiego systemu monitorowania powierzchni ziemi wyniosą około od 30÷40 milionów euro.

4. Podsumowanie

Przedstawione w niniejszym artykule programy europejskie INSPIRE i GMES są programami komplementarnymi. Realizacja ich wymaga zastosowania najnowszych metod fotogrametrii i teledetekcji satelitarnej. Przed polską fotogrametrią otwiera się więc duże pole działania i jestem pewny, że polscy fotogrametrzy, szkoleni m.in. przez tak znakomych nauczycieli akademickich jak prof. Józef Jachimski, wywiążą się znakomicie z powierzonych im zadań.

Literatura

- [1] Gryglaszewski R.: *Zdjęcia sytuacyjne rzek Polesia metodą aerofotogrametryczną*. Prace Biura Melioracji Polesia, z. 5, 1931
- [2] Linsenbarth A.: *Infrastruktura informacji przestrzennej w krajach Wspólnoty w świetle projektu Dyrektywy Unii Europejskiej – INSPIRE*. Roczniki Geomatyki, t. II, z. 2, 2004
- [3] Linsenbarth A.: *Monitorowanie Ziemi – priorytetowe zadanie GMES*. Geodeta, nr 1 (128), 2006
- [4] Linsenbarth A.: *INSPIRE – kolejne etapy legislacji*. Geodeta, nr 3 (130), 2006
- [5] Linsenbarth A.: *Europejskie programy geoinformacyjne – INSPIRE i GMES stan zaawansowania*. II Ogólnopolskie Sympozjum „Krakowskie spotkania z INSPIRE”, Kraków 9–10.06.2006 r.
- [6] Nowak J.: *Trzeba znaleźć kompromis – jak wprowadzić w życie unijną dyrektywę INSPIRE*. Geodeta, 12 (127), 2005