



Piotr Wężyk^{*}, Andrzej Świąder^{}**

IMAGE WEB SERVER – PLATFORMA UDOSTĘPNIANIA ORTOFOTOMAP CYFROWYCH POPRZEZ INTERNET

IMAGE WEB SERVER – THE PLATFORM TO SHARE DIGITAL ORTHOPHOTOMAPS THROUGH INTERNET

^{*} *Laboratorium GIS i Teledetekcji, Katedra Ekologii Lasu, Wydział Leśny,
Akademia Rolnicza im. Hugona Kollątaja w Krakowie
Laboratory of GIS and Remote Sensing, Department of Forest Ecology,
Faculty of Forestry, Agricultural University of Cracow, Poland*

^{**} *ProGea Consulting, Kraków
ProGea Consulting, Cracow, Poland*

STRESZCZENIE: Stworzenie możliwości swobodnego dostępu do geoinformacji jest jednym z podstawowych założeń rozwoju społeczeństwa informacyjnego. Rolę medium może spełniać z powodzeniem Internet, jednak ze względu na rozmiar przesyłanych danych (MB, GB, a ostatnio coraz częściej już TB) jest to zwykle bardzo utrudnione. Z pomocą przychodzi wydajne algorytmy kompresji obrazu oraz technologie efektywnego wykorzystania światowej sieci komputerowej.

Do udostępniania obrazów cyfrowej ortofotomapy Puszczy Niepołomickiej, użyto oprogramowania *Image Web Server* (Earth Resource Mapping Ltd.), wykorzystującego metodę kompresji ECW (*Enhanced Compressed Wavelet*). Dzięki niej, a także poprzez zminimalizowanie ilości wysyłanych do użytkownika danych oraz optymalizację wykorzystania komputera i sieci, przygotowano serwis internetowy oferujący dostęp do obrazów rastrowych o wielkości kilku GB i to nawet dla użytkowników dysponujących łączem o słabych parametrach (np. modem).

SŁOWA KLUCZOWE: IWS, ortofotomapa cyfrowa, obrazy satelitarne, Internet, ECW

1. WPROWADZENIE

Jeszcze do niedawna ściany firm i laboratoriów geoinformatycznych „dekorowane” były przez swych pracowników papierowymi wydrukami map i posterów, których zadaniem było dokumentowanie prac realizowanych projektów. Dzisiaj do dobrych „geoinformatycznych obyczajów” należy posiadanie oprogramowania z zakresu tzw. „WebGIS” udostępniającego szerokiej rzeszy użytkowników Internetu wyniki realizowanych projektów, a często także same dane źródłowe. Szeroko znane jest stosowanie takich serwerów mapowych jak: ArcIMS® (ESRI), MapGuide® (Autodesk), MapXtreme®

(MapInfo), GeoMedia™ WebMap™ (Intergraph), których głównym zadaniem jest generowanie map wirtualnych. Jednak we wszystkich wypadkach mapy tworzone są na podstawie danych wektorowych, a nie poprzez udostępnianie zbiorów rastrowych.

Przeładowanie współczesnych projektów geoinformatycznych ogromną ilością danych rastrowych pochodzących z takich źródeł jak: skanery hiperspektralne, lidary, cyfrowe kamery lotnicze, skanery satelitarne itp., skutkuje problemami, szczególnie podczas ich przetwarzania i interpretacji obrazu, a także: udostępniania, przesyłania przez sieć, archiwizacji i ich odzyskiwania (Triglav, 2000).

Do tej pory, wysokorozdzielcze obrazy rastrowe oraz sieć Internet tj. potencjalne medium ich udostępniania, nigdy nie były ściśle ze sobą powiązane, a to ze względu na objętość danych (MB, GB lub nawet TB) i niewystarczającą przepustowość światowej sieci komputerowej (Burdett, 1999; Murtagh, 1999).

Rozwiązaniem technologicznym wydają się być coraz wydajniejsze algorytmy kompresji oraz zaawansowane metody filtrowania wybranego przez użytkownika fragmentu obrazu oraz protokoły transmisji danych.

2. METODA

Oprogramowanie *Image Web Server* – serwer obrazów rastrowych firmy Earth Resource Mapping Ltd., wykorzystuje technologię kompresji *ECW (Enhanced Compressed Wavelet;)* oraz protokół ECWP w celu szybkiego udostępniania obrazu przez sieci Internet/Intranet.

Kompresja *ECW* zaliczana jest do typu tzw. *kompresji falkowej (ang. Wavelet)* i skutkuje obrazem w tzw. multi-rozdzielczości (Triglav, 2000), co pozwala na pracę z dużymi plikami rastrowymi (nawet powyżej 2 TB w systemach Windows opartych na technologii NT, ograniczeniem jest tu jedynie rozmiar pamięci dyskowej), które mogą być oglądane selektywnie w różnych zbliżeniach (kadrach). Format *ECW* nie wymaga od użytkownika tworzenia *piramid* obrazu, a kolejne poziomy szczegółowości są zapisywane bezpośrednio w strukturze pliku. Regulowany współczynnik kompresji, pozwala uzyskać jak najbliższe oczekiwaniom efekty. Zalecane współczynniki kompresji wynoszą odpowiednio: dla obrazów barwnych (RGB) 20÷50, a dla obrazów w odcieniach szarości: 10÷20. Obrazy zapisane w formacie *ECW* zachowują pełną informację o geopozycji czy kanałach w przypadku obrazów wielospektralnych. Mogą być także wykorzystywane, dzięki tzw. *wtyczkom (ang. plug-ins)*, we wszystkich popularnych programach typu: GIS, CAD, programach graficznych, edytorach tekstu (np. MS Office) czy w przeglądarkach internetowych (Internet Explorer, Netscape). Twórcy kompresji *ECW* udostępnili także biblioteki SDK kompresji/dekompresji, pozwalające na implementację tej technologii w dowolnym oprogramowaniu.

Image Web Server obok kompresji *ECW* wykorzystuje technologię tzw. *sub-setting*, dzięki której na komputerze PC użytkownika rozpakowywane są tylko fragmenty obrazu (Burdett, 1999) charakteryzujące się wymaganym przez użytkownika stopniem szczegółowości. Pozwala to na znaczne ograniczenie przesyłanych danych. Używany jest przy tym opatentowany algorytm *recursive pipeline technique*, który nie wymaga przechowywania tymczasowych fragmentów obrazu na dysku, co umożliwia oglądanie

obrazów 300% szybciej w stosunku do innych znanych formatów kompresji, opartych na technice *wavelet*.

Image Web Server lokalizuje, dekompresuje, udostępnia i wyświetla, na życzenie użytkownika tylko wybrany fragment obrazu z zachowaniem współrzędnych geograficznych i żądanej skali. Dodatkową innowacją jest zastosowanie technologii *Active Zoom*, dzięki której użytkownik może płynnie kadrować obraz. Rozdzielczość sąsiednich części oglądanego obrazu, jest doczytywana płynnie w miarę wysyłania przez użytkownika zapotrzebowania na konkretny kadr. Obraz trafia do użytkownika, przy wykorzystaniu protokołu przesyłania obrazu w czasie rzeczywistym (*streaming ECW protocol*). Jest to niespotykane rozwiązanie, podczas gdy inne istniejące serwery danych rastrowych, oddzielnie generują i wysyłają do użytkownika każdy kolejny kadr obrazu.

Image Web Server nie wymaga specjalnych, bardzo wydajnych, komputerów czy serwerów do swego funkcjonowania. W ramach realizowanego przez Laboratorium GIS i Teledetekcji (Katedra Ekologii Lasu, Wydział Leśny Akademii Rolniczej w Krakowie) projektu FOREMMS (ang. *Forest Environmental Monitoring and Management System* – 5FP IST-1999-11228; Weżyk, 2001) w kooperacji z ProGea Consulting, podjęto zadanie uruchomienia serwisu internetowego udostępniającego obrazy ortofotomap cyfrowych Puszczy Niepołomickiej. W tym celu wykorzystano serwer w konfiguracji: 1 × Pentium II 600 MHz, RAM 374 MB, HDD 78 GB, Windows NT Server 4.0 z dostępem do sieci NASK.

Dla utworzenia serwisu (portalu internetowego) IWS dla obszaru Puszczy Niepołomickiej, jako jednego z węzłów systemu FOREMMS, zastosowano następujące obrazy rastrowe:

- ortofotomapy cyfrowe (Phare 1996, 1997);
- mapy topograficzne w skalach 1:10.000 oraz 1:25.000 (PUWG 1965);
- Numeryczny Model Terenu;
- LANDSAT 7 ETM+;
- mapy tematyczne oraz
- leśną mapę numeryczną (LMN) z roku 1991.

3. WYNIKI

Dane wejściowe dla utworzenia serwisu IWS Puszczy Niepołomickiej stanowiło 20 sekcji ortofotomap cyfrowych (układ arkuszy PUWG 1992 – wygenerowanych na podstawie zdjęć lotniczych Phare 1:26.000; wielkość piksela $0,75 \times 0,75$ metra) w formacie TIFF o łącznej wielkości 2,42 GB. Poszczególne sekcje, zachodzące na siebie do 80 metrów, poddane zostały procesowi mozaikowania i wyrównania tonalnego za pomocą oprogramowania ER Mapper 6.3 (Earth Resource Mapping). Należy nadmienić, iż zdjęcia dla obszaru Puszczy Niepołomickiej wykonywane były w dwóch kolejnych latach (1996 i 1997) stąd ortofotobrazy obarczone były bardzo znacznymi różnicami tonalnymi.

Przygotowaną ortofotomozaikę wykadrowano (plik TIFF o wielkości 1.58 GB) i poddano kompresji metodą ECW przy teoretycznym współczynniku 20:1. Po jej zakończeniu, wielkość pliku skompresowanej ortofotomozaiki wyniosła 29.4 MB, a rzeczywisty stopień kompresji kształtował się na poziomie aż 55.2:1.

Na podstawie 16 arkuszy mapy topograficznej w skali 1:10 000 (krój sekcyjny PUWG 1965) przygotowano mozaikę mapy sytuacyjnej i rzeźby dla terenu Puszczy Niepołomickiej. Wielkość każdej z tych map (format TIFF) wynosiła 368 MB, a po kompresji ECW tylko 25.6 MB. W przypadku przetwarzania mapy topograficznej 1:25.000 (krój sekcyjny PUWG 1992) zmozaikowano i wykadrowano 9 arkuszy (TIFF 360 MB), a następnie poddano je kompresji (ECW 23.6 MB).

Wykorzystując dane pozyskane przez hiperspektralny skaner lotniczy AISA w ramach projektu FOREMMS (rozdzielczość terenowa 1x1m; kanały spektralne: 5, 10, 21; TIFF 18.7 MB), fragment obrazu skompresowano metodą ECW do rozmiaru 3.4 MB.

Zobrazowanie satelity LANDSAT 7 ETM+ z dn. 30.04.2000 wykorzystano do przygotowania czterech kompozycji obrazów Puszczy Niepołomickiej. Dwa z nich przedstawiają kombinację kanałów spektralnych 321 i 432 (rozdzielczość terenowa 30 m × 30 m), a dwa następne powstały przez połączenie informacji z kanału 8 – panchromatycznego (rozdzielczość terenowa 15 m × 15 m) z tą pochodzącą z kanałów: 321 oraz 432. Rozmiar obrazów w formacie TIFF wyniósł od: 4,0–5.4 MB, a po kompresji ECW ich rozmiar mieścił się w zakresie: 294–676 KB.

W celach prezentacji starszych opracowań tj. map tematycznych – zeskanowano, skalibrowano i skompresowano: mapy drzewostanów, gleb leśnych, rzeźby terenu, sieci wodnej, siedliskowych typów lasu oraz zbiorowisk roślinności leśnej (Suliński i in., 1981). Objętość map tematycznych, wyniosła po kompresji od 1.98 do 3.38 MB.

Na podstawie pliku ASCII, (ponad 6 milionów rekordów reprezentujących zapis współrzędnych X, Y i Z) wygenerowano NMT dla Puszczy Niepołomickiej o wielkości piksela 10 × 10 m. Oryginalny plik NMT (TIFF 3.04 MB) skompresowano metodą ECW do wielkości 488 KB.

W portalu IWS dla Puszczy Niepołomickiej użyto również przekształconego z postaci wektorowej do rastrowej, obrazu Leśnej Mapy Numerycznej (stan aktualności 1991 r., KBN PB 900/PO4/98/15).

Rozmiar wszystkich udostępnionych danych rastrowych poprzez serwis internetowy IWS wynosi w chwili obecnej około 4 GB (ECW 234 MB).

Ze względu na tymczasowe ograniczenia licencji IWS posiadanej przez Akademię Rolniczą w Krakowie (ER Mapper Edition – maksymalna wielkość pojedynczego pliku nieskompresowanego obrazu <500MB) ortofotomozaikę zdjęć lotniczych podzielono na 4 części.

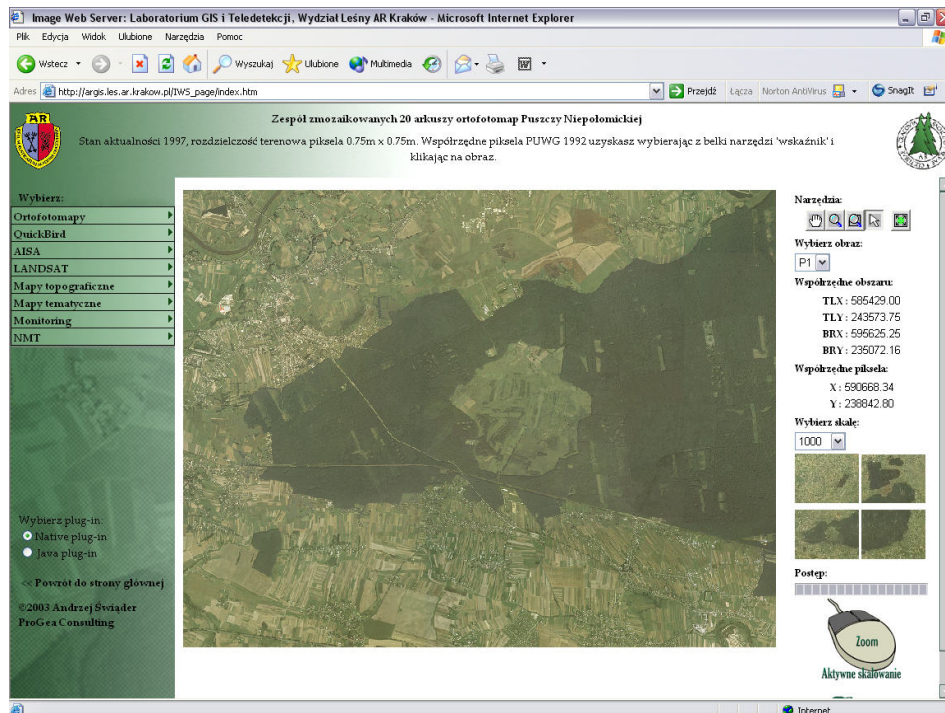
Witrynę internetową Laboratorium GIS i Teledetekcji umieszczoną na serwerze pod adresem:

http://argis.les.ar.krakow.pl/IWS_page

skonstruowano tak, aby użytkownik mógł w prosty sposób wybrać interesującą część Puszczy Niepołomickiej, poprzez kliknięcie na miniaturę obrazu lub dokonując wyboru z rozwijanego menu (rys. 1).

Aby obejrzeć obraz *ECW* w przeglądarce internetowej, należy dokonać automatycznej instalacji (czas ok. 2 min.) niewielkiej aplikacji typu plug-in („wtyczka”). Można również skorzystać z wyświetlania obrazu za pomocą „wtyczki” *Java*. Serwis dostępny jest także w języku angielskim pod adresem:

http://argis.les.ar.krakow.pl/IWS_page/eng

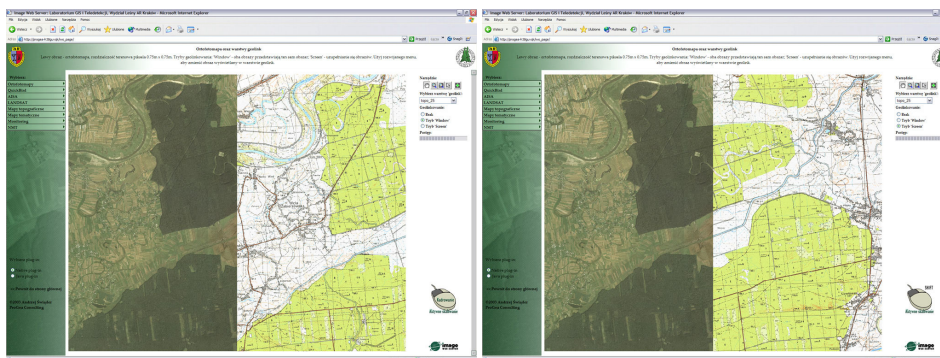


Rys. 1. Cztery fragmenty ortofotomapy cyfrowej udostępnione przez *Image Web Server*
 Fig. 1. Four parts of digital orthophotomap shared through *Image Web Server*

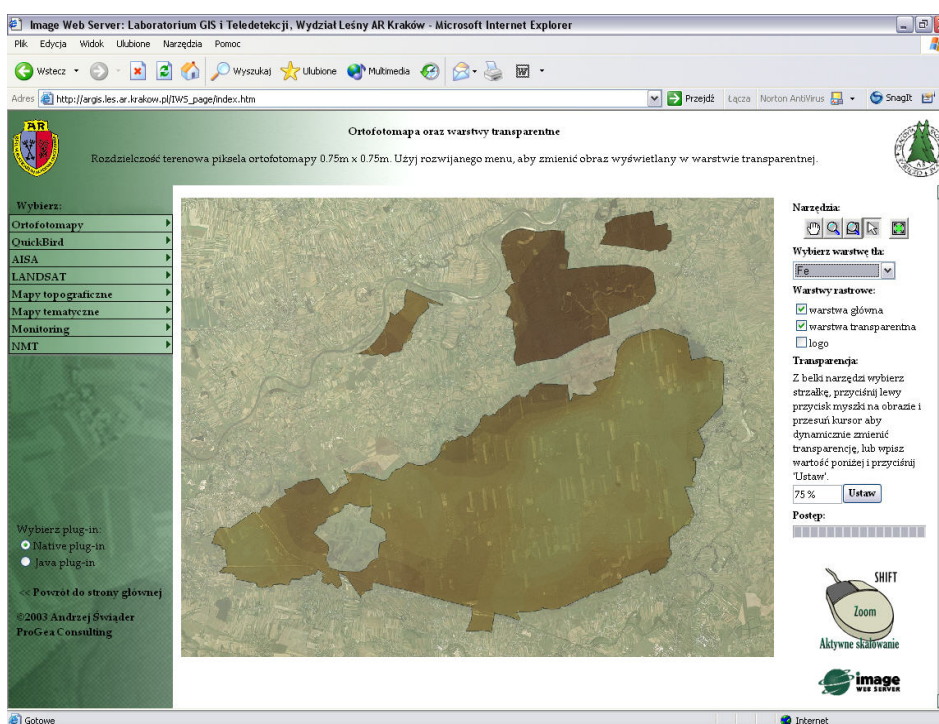
Użytkownik serwisu IWS, może swobodnie kadrować i skalować obraz za pomocą kilku intuicyjnych funkcji dostępnych z belki narzędzi. W oknie przeglądarki wyświetlane są współrzędne: lewego-górnego oraz prawego-dolnego rogu aktualnego kadru, a po wskazaniu kursorem – dowolnego piksela. Istnieje również możliwość wybrania jednej z kilku predefiniowanych skali wyświetlania obrazu (np.: 1:1.000).

Każdy z prezentowanych w serwisie obrazów, można wyświetlić równocześnie z mozaiką ortofotomap. Poprzez tzw. geolinkowanie, w trybie *window* – 2 obrazy prezentują ten sam obszar, a w trybie *screen* – obrazy uzupełniają się wzajemnie (rys. 2.). Możliwa jest płynna regulacja transparencji nałożonych na siebie dwóch warstw rastrowych (za pomocą kursora myszki lub poprzez wpisanie konkretnej wartości do odpowiedniego okna; rys. 3.).

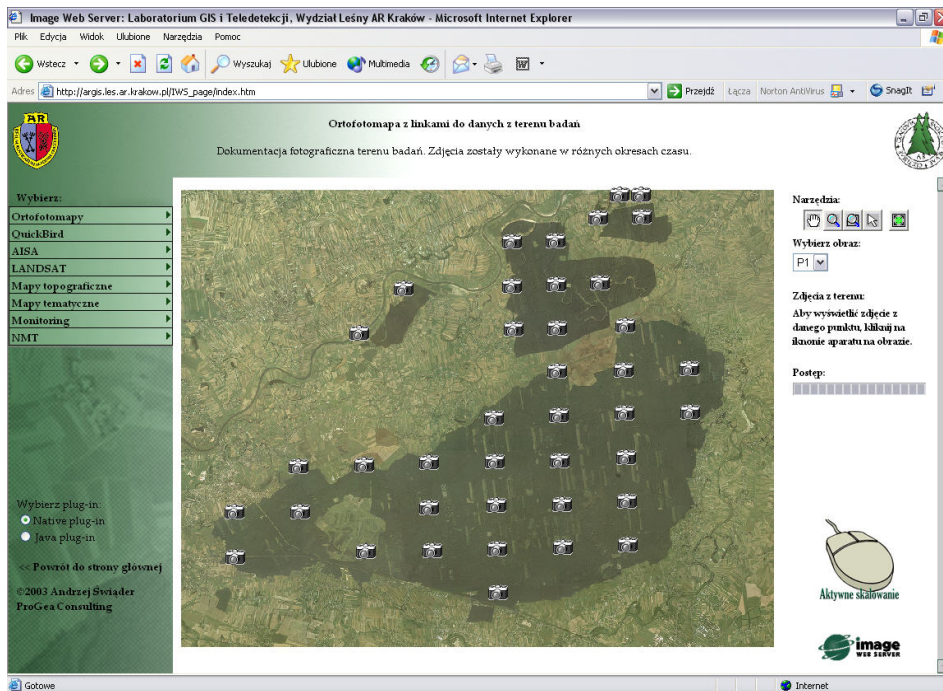
Na jednej z prezentowanej ortofotomapy za pomocą symbolu aparatu fotograficznego, zaznaczono lokalizacje wybranych powierzchni badawczych FOREMMS. Symbole te są jednocześnie linkami, których wybranie powoduje otwarcie nowej tzw. podstrony, zawierającej zdjęcia wykonane podczas pomiarów (rys. 4.).



Rys. 2. Przykłady geolinkowania obrazów: po lewej tryb *window*, po prawej strona tryb *screen*
 Fig. 2. Examples of geolinked images: *window* mode on the left, *screen* mode on the right



Rys. 3. Przykład transparenacji dwóch warstw rastrowych: ortofotomapa oraz obraz zawartości Fe w glebach Puszczy Niepołomickiej
 Fig. 3. Example of raster layers transparency: orthophotomap and Fe content in soils of Niepołomice Forest



Rys. 4. Lokalizacja wybranych powierzchni monitoringowych FOREMMS
 Fig. 4. Location of chosen FOREMMS monitoring plots

4. WNIOSKI

Cel projektu, jakim było uruchomienie serwisu internetowego IWS dla Puszczy Niepołomickiej, zakończony został sukcesem, przy stosunkowo niskich nakładach finansowych (użyczenie licencji, prosta konfiguracja komputera PC jako serwera Windows NT 4.0).

Większość testowanych komputerów w sieci NASK oraz poza nią (nawet poza granicami Polski) nie miała poważniejszych problemów z transferem danych z serwera IWS Akademii Rolniczej w Krakowie. Jedyne na początku trwania demonstracji systemu, miały miejsce ograniczenia w przypadku korzystania z przeglądarki Netscape. Aktualnie zostały one już usunięte choć dalej zalecana jest produkt Internet Explorer (Microsoft).

W chwili obecnej trwają prace nad rozszerzeniem istniejącego już serwisu IWS o możliwość wysłania oglądanego fragmentu obrazu poprzez usługę poczty e-mail. W najbliższej przyszłości planowana jest także integracja IWS z serwerem danych wektorowych tj. ArcIMS® (ESRI), który udostępniłby warstwy informacyjne, jakie powstały podczas prac projektu FOREMMS dla Puszczy Niepołomickiej. Stworzony serwis jest dalej rozwijany i nie wykorzystuje jeszcze w pełni możliwości oferowanych przez *Image Web Server*.

Jednoczesna wizualizacja informacji pochodzącej z różnych źródeł o różnej szczegółowości i zakresie spektralnym, umożliwia pełniejszą ich interpretację, a w przypad-

a w przypadku porównania danych pochodzących z różnego przedziału czasowego (np. ortofotomapa 1996–1997 i scena satelitarna LANDSAT 7) pozwala na śledzenie zmian, jakie zachodzą w środowisku przyrodniczym.

Idea społeczeństwa informacyjnego, którego każdy obywatel ma dostęp do informacji (Wężyk, 2001), wymaga wykorzystania wydajnego, ogólnodostępnego i interaktywnego medium. Rolę tą, z powodzeniem może spełniać sieć Internet. Wymaga to jednak przede wszystkim zmiany podejścia odpowiednich urzędów czy nawet świata naukowego do danych publicznych o charakterze informacji o środowisku (konwencja Aarhus, dyrektywy UE) i dbania o dalszy rozwój sieci informatycznej w Polsce.

PIŚMIENNICTWO

- Burdett, H. (1999): Could you take a Terabyte? Introduction to Image Web Server, ER Mapper Magazine, No. 3, pp. 10–13, Earth Resource Mapping, Eggham.
- Fetter, R. (1999): Creating large image mosaics – a Terabyte data for the Internet, ER Mapper Magazine, No. 3, pp. 14–16, Earth Resource Mapping, Eggham.
- Murtagh, J. (1999): Compression – ..when size really does matter, ER Mapper Magazine, No. 2, pp. 19, Earth Resource Mapping, Eggham.
- Suliński, J. i inni (1981): Załącznik w postaci analogowych map tematycznych [w:] Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej, t. IX., Wydawnictwo PAN, Kraków.
- Triglav, J. (2000): ECW: Wavelet Compression Beyond Limits? Geoinformatics, T. 3 (Vol. 3), pp. 34–41, Emmeloord.
- Wężyk P. (2001): Integracja technologii geoinformatycznych w systemie monitoringu i zarządzania ekosystemami leśnym Europy na przykładzie projektu FOREMMS (SPR UE). I Ogólnopolskie Sympozjum Geoinformacji, Geoinformacja zintegrowanym narzędziem badań przestrzennych, Wysowa.

IMAGE WEB SERVER – THE PLATFORM TO SHARE DIGITAL ORTHOPHOTOMAPS THROUGH INTERNET

S u m m a r y

Creation of access possibility to geoinformation is one of the elementary presumptions to origin and evolution of information society. As a medium, the Internet can be used well, but regarding to size of shared data, calculated in MB, GB or even TB, it is impede. The new, more efficient compression algorithms and technologies created to most effective use of limited bandwidth of Internet are going with help to reach this task.

Image Web Server (Earth Resource Mapping Ltd.), taking an advantage of ECW compression, was used to share the raster images of digital orthophotomaps of the Niepolomice Forest. Thanks to the compression, minimize amount of data transferred to user and optimization of hardware use, the Web site offering access to few GB of raster images, even for users with low bandwidth connections (e.g. modem users), was created.

KEY WORDS: IWS, orthophotomaps, satellite scenes, Internet, ECW

Recenzent: dr inż. Waldemar Rudnicki, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa