

## GEOMATYKA W LEŚNICTWIE – PRÓBA OCENY STANU I PERSPEKTYW

### GEOMATICS IN FORESTRY – AN ATTEMPT TO EVALUATE THE STATE OF ART AND PROSPECTS

**Heronim Olenderek**

Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Wydział Leśny  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

**Słowa kluczowe: geomatyka, leśnictwo, badania, wdrożenia, kształcenie**  
Keywords: geomatics, forestry, research, implementation, education

### Wstęp

W dniach 8–10 września 2008 roku w Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej SGGW w Rogowie odbyła się IV konferencja z cyklu „System Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych”, tym razem poświęcona fotogrametrii i teledetekcji leśnej. Konferencja była przede wszystkim znakomitą okazją do oceny stanu zastosowań oraz perspektyw rozwoju fotogrametrii i teledetekcji leśnej, ale także okazją do podsumowania dotychczasowych prac nad wdrażaniem systemów informacji przestrzennej w Lasach Państwowych, bowiem właśnie w bieżącym roku mija dziesięć lat wdrażania leśnej mapy numerycznej. Referaty, dyskusja, spotkania i rozmowy kularowe dotyczyły problematyki znacznie szerszej, dotyczyły geomatyki w leśnictwie. Myślę, że może to być wystarczający powód i okazja do dokonania próby oceny stanu i perspektyw rozwoju różnych technologii geomatycznych, a także geomatyki jako dyscypliny naukowej w kontekście zastosowań w leśnictwie.

### Trochę historii

Obecny stan zastosowań geomatyki w polskim leśnictwie wynika z pewnych działań i uwarunkowań historycznych, przedstawię więc kilka faktów z lat minionych (Będkowski, 2008; Bielawska, 2008).

- 1948 – ukazuje się praca Tadeusza Gieruszyńskiego „Zastosowanie fotogrametrii przy urządzaniu gospodarstwa leśnych”,
- 1957 – w Biurze Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej powstaje pracownia fotogrametryczna,
- 1982 – ukazuje się praca Heronima Olenderka „Koncepcja i technologia leśnej mapy numerycznej”,

- 1983 – Wojciech Stankiewicz (Wydział Leśny SGGW) wykonuje pracę magisterską na temat „Mapa numeryczna rezerwatu Zimna Woda”,
- 1990 – seminarium na Wydziale Leśnym SGGW Prezydenta ESRI, Jacka Dangermonda na temat „System informacji geograficznej ArcInfo” (6 lipca). Początek badań na Wydziale Leśnym w zakresie zastosowań SIP w leśnictwie,
- 1991 – Wydział Leśny uzyskał, jako jedna z pierwszych instytucji w Polsce, program PC ArcInfo,
- 1991–1996 – budowanie przez leśne ośrodki naukowe pierwszych map numerycznych dla nadleśnictw: Brzeziny, Ujsoły i Wipsowo,
- 1996 – doktorat Grażyny Kamińskiej (Wydział Leśny SGGW) „Rastrowy model danych w badaniach struktury przestrzennej kompleksów leśnych”,
- 1996 – początek wdrażania Systemu Informatycznego Lasów Państwowych w nadleśnictwach (prace nad SILP trwały od 1991 roku),
- 1998 (18 V) – zarządzenie nr 23 dyrektora generalnego Lasów Państwowych, normujące wprowadzanie SIP w Lasach Państwowych – początek wdrażania leśnej mapy numerycznej,
- 2001 (23 VIII) – zarządzenie nr 74 dyrektora generalnego Lasów Państwowych wprowadzające standard leśnej mapy numerycznej dla poziomu nadleśnictwa,
- 2001 (3–5 XII) – I Krajowa Konferencja „Systemy Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych” (kolejne odbyły się w latach: 2004, 2006, 2008),
- 2003 – początek polskich badań nad zastosowaniem lotniczego i naziemnego skaningu laserowego w leśnictwie.

### **Stan obecny badań w zakresie zastosowań geomatyki w leśnictwie**

Uczestnicy IV Konferencji „System Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych” stwierdzili, iż wdrażanie leśnej mapy numerycznej na poziomie nadleśnictwa zakończyło się sukcesem. Na początku roku 2009 każde nadleśnictwo w Polsce będzie dysponowało leśną mapą numeryczną, aktualną i aktualizowaną. Jest to niewątpliwym sukces, przede wszystkim Lasów Państwowych, ale także jednostek naukowych, naukowo-dydaktycznych i firm komercyjnych, w tym Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, a więc wszystkich zainteresowanych tym problemem. Wprowadzanie leśnej mapy numerycznej w nadleśnictwach było dużym przedsięwzięciem organizacyjnym i technicznym, ale także naukowym i dydaktycznym. To przedsięwzięcie musiało uwzględniać stan wiedzy i umiejętności z całego spektrum zagadnień, którymi zajmuje się geomatyka, a więc w zakresie: współczesnej geodezji i kartografii z systemami pozycjonowania globalnego, fotogrametrii i teledetekcji, systemów informacji przestrzennej z numerycznym modelem terenu. Kierownictwo Lasów Państwowych, a także uczestnicy IV Konferencji, doceniają rosnącą rolę zastosowań geomatyki w leśnictwie. Nie było przypadkiem zlecenie Wydziałowi Leśnemu SGGW w roku 2006 kompleksowego tematu badawczego „Opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi”. Oprócz pracowników i doktorantów Wydziału Leśnego w badaniach uczestniczyli: prof. T. Zawila-Niedźwiecki z Uniwersytetu Nauk Stosowanych w Eberswalde (kierownik tematu), pracownicy i doktoranci

Instytutu Badawczego Leśnictwa, Wydziału Leśnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, firm komercyjnych (Taxus SI, Tele Atlas Polska – obecnie Geoinvent, ...). Niektóre zagadnienia były rozwiązywane przy współpracy z Wydziałem Leśnym Uniwersytetu we Freiburgu. Prace nad realizacją tematu zostały zakończone. Przygotowywane jest opracowanie końcowe, a także dwie monografie:

1. Techniki geomatyczne w inwentaryzacji lasu – potrzeby i możliwości,
2. Techniki geomatyczne w inwentaryzacji lasu – przykłady rozwiązań praktycznych.

Uczestnicy IV Konferencji postulują kontynuację wspomnianego wyżej projektu badawczego, a także pilotażowe wykonanie inwentaryzacji urzędniowej w ramach planu urządzania lasu dla nadleśnictwa z zastosowaniem nowoczesnych technik teledetekcyjnych i fotogrametrycznych, w tym skaningu laserowego.

Realizowany projekt nie był jedynym projektem w zakresie zastosowań geomatyki w leśnictwie. Na Wydziale Leśnym SGGW realizowany był również projekt „Zastosowanie lotniczego i naziemnego skaningu laserowego w analizie struktury przestrzennej i funkcjonowania lasów w krajobrazie”, finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (kierował nim dr hab. Krzysztof Będkowski). W projekcie uczestniczyli pracownicy Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i Politechniki Warszawskiej. Kolejne badania zleczone również przez DGLP, dotyczyły wykorzystania zdjęć lotniczych w urządzaniu Nadleśnictwa Milicz (kierownik prof. S. Miścicki).

Badania naukowe oraz przede wszystkim prace wdrożeniowe prowadzą także jednostki Lasów Państwowych, Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej i inne firmy komercyjne pracujące na rzecz Lasów Państwowych. Na IV Konferencji „SIP w Lasach Państwowych” prezentowano m.in.: program do naboru drzewostanów do cięć (Taxus SI), nową przeglądarkę map numerycznych – elMapa (BULiGL), praktyczne wykorzystywanie zamawianych zdjęć lotniczych w pracach urzędniowych (Krameko), testowanie skanowania lidarowego w pracach urzędniowych (BULiGL, RDLP Białystok), modele latające dla teledetekcji leśnej (Politechnika Gdańska), samochód MMS w leśnictwie (Geoinvent), praktyczne wykorzystanie metod geomatycznych w Leśnym Kompleksie Promocyjnym (Nadleśnictwo Świeradów – Łukasik, 2008), użyteczność lotniczych zdjęć niefotogrametrycznych (DGLP, Taxus SI, SGGW), mapę w hurtowni danych Lasów Państwowych (Talex), metabazę Lasów Państwowych w kontekście dyrektywy INSPIRE (Zakład Informatyki Lasów Państwowych).

Wymieniona tematyka jest bardzo różnorodna i bardzo aktualna. Uwzględnia najnowsze trendy światowe w geomatyce lasu. Dużą wartość naukową i aplikacyjną mają także rozprawy doktorskie z zastosowań geomatyki w leśnictwie. Jest ich coraz więcej. Są przygotowywane i broniące głównie na wydziałach leśnych. Wymienię niektóre z ostatnich pięciu lat.

- Analiza obszarów leśnych w systemach informacji przestrzennej wspomaganych systemami ekspertowymi i sztucznymi sieciami neuronowymi (W. Tracz – 2003).
- Wykorzystanie systemów informacji przestrzennej w analizie występowania pożarów lasów na obszarze nadleśnictwa (J. Krawczyk – 2004).
- System informacji przestrzennej o rezerwatach biosfery (J. Adamczyk – 2004).
- Mapa numeryczna jako narzędzie badania zmian obszarów leśnych (M. Dawidziuk – 2007).
- Lasy prywatne w katastrze wielozadaniowym (Z. Widawska – 2007).
- Mapy obrazowe w systemie monitoringu obszarów pohuraganowych Puszczy Piskiej (H. Norman – 2008).

○ Kombinowana metoda inwentaryzacji terenów zadrzewionych (M. Brach – 2008).

K. Będkowski przygotował rozprawę habilitacyjną pt. Fotogrametryczna metoda analizy stanu i zmian wysokościowej struktury warstwy koron w drzewostanach (2006).

Tematyka doktoratów i habilitacji jest również bardzo różnorodna, obejmuje całe spektrum problematyki geomatyki lasu. Niezwykle cennym jest powiększanie się zespołu naukowców zajmujących się zastosowaniem geomatyki w leśnictwie oraz twórczy udział w pracach badawczych i wdrożeniowych leśników praktyków.

Mogło to mieć miejsce m.in. dzięki ustawicznemu kształceniu leśników w zakresie geomatyki. Wprowadzenie do planów studiów Wydziału Leśnego SGGW przedmiotu „Podstawy fotogrametrii i systemów informacji przestrzennej” (1992), uruchomienie specjalizacji magisterskiej „Zastosowanie SIP w leśnictwie” (1994), wydanie podręcznika użytkownika leśnej mapy numerycznej (Okła, 2000), wprowadzenie do standardu nauczania na kierunku leśnictwo bloku przedmiotów „Geomatyka w leśnictwie” (Rozporządzenie, 2007), uruchomienie w 2002 na Wydziale Leśnym SGGW Studium Podyplomowego „Zastosowanie systemów informacji przestrzennej w leśnictwie i ochronie przyrody” (Będkowski, 2006), liczne szkolenia organizowane przez Lasy Państwowe, to konkretne działania w zakresie kształcenia, które znacząco wpływają na stan geomatyki w leśnictwie.

Na wyjątkowe podkreślenie zasługuje zaistnienie w Lasach Państwowych dosyć dużego zespołu geomatyków na czele z Wydziałem (przez kilka miesięcy) a aktualnie Zespołem Geomatyki w DGLP, kierowanym przez K. Okłę.

Historyczne uwarunkowania i solidna, niekiedy bardzo mozolna praca spowodowały, iż na IV Konferencji można było stwierdzić, iż geomatyka w Lasach Państwowych ma się dobrze. To stwierdzenie jest uzasadnione, ale nie do końca. Kończy się etap budowy map numerycznych w nadleśnictwach a zaczyna się ich wykorzystywanie. W wielu przypadkach musi nastąpić zmiana mentalności nadleśniczych i leśniczych odnośnie zarządzania przestrzenią leśną, a specjalistów z urzędowania lasu odnośnie wykorzystania fotogrametrii i teledetekcji. Lekarstwem mogą tu być odpowiednie zapisy w instrukcji urzędowania lasu, np. nakazujące wykorzystanie do prac urzędzeniowych aktualnej ortofotomapy. Przeprowadzone badania (Bańkowski, Mościcki, 2008) wykazały bowiem, iż różnice w granicach wyłączeń i położeniu obiektów liniowych na mapach numerycznych, wykonanych bez użycia zdjęć lotniczych i z wykorzystaniem ortofotomapy, przekraczają 20%.

Metody geomatyki, systemy informacji przestrzennej, fotogrametria i teledetekcja znajdują coraz większe uznanie wśród różnych specjalności dyscypliny leśnictwo, nie tylko w urzędowaniu lasu. Przykładem może tu być multimedialny przewodnik po rębniach. Rębnia to jeden z podstawowych zabiegów hodowlanych prowadzonych w lasach. Przewodnik szczegółowo charakteryzuje ich formy, rodzaje i sposoby zastosowań, a także oddziaływanie tego zabiegu na otaczające drzewostany. Przewodnik został udostępniony on-line pod adresem: <http://rebnie.wl.sggw.pl/>, jest również rozpowszechniany na płytach DVD (Gieleciński, 2008).

I tu dochodzimy do ważnego czynnika wpływającego na rozwój zastosowań geomatyki w leśnictwie. Lasy Państwowe, środowiska naukowe, prasa leśna, szczególnie w ostatnim roku promują te zastosowania. Przejawem promocji są m.in. organizowane konferencje, liczne artykuły w prasie leśnej (Sylwan, Las Polski, Głos Lasu, strony internetowe z aspektami geomatyki w leśnictwie).

## Przyszłość geomatyki w leśnictwie

Jaka jest przyszłość zastosowań geomatyki w leśnictwie? Jest to problem znacznie szerszy i trudniejszy do rozwiązywania niż zastosowania geomatyki w Lasach Państwowych.

Badania w zakresie geomatyki lasu, wdrażanie nowych metod, kształcenie i szkolenie, popularyzacja czy wreszcie odpowiednie przepisy i formy organizacyjne muszą bowiem dotyczyć lasów wszystkich własności, z uwzględnieniem różnych poziomów: lokalnego (nadleśnictwo, gmina), regionalnego (regionalna dyrekcja LP, powiat, województwo), krajowego, europejskiego i globalnego.

Jakie problemy powinniśmy rozwiązywać w najbliższych latach i co nas czeka w najbliższej przyszłości?

IV Konferencja „SIP w Lasach Państwowych” z tematem przewodnim „Fotogrametria i teledetekcja” nakreśliła przede wszystkim kierunki rozwoju tej dyscypliny. Prof. J. Mozgawa (2008), stwierdzając, iż *znalezienie najlepszego zestawu środków do inwentaryzacji, który w pełni uwzględnia specyfikę środowiska leśnego, to w obliczu stałego postępu technologicznego zadanie stale aktualne* stawia tezę, iż teledetekcja jest przyszłością geomatyki lasu. Zdefiniowane zostały propozycje badań w zakresie teledetekcji i fotogrametrii leśnej. Uczestnicy konferencji wnioskowali o kontynuację projektu badawczego „Opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi”, głównie w oparciu o skaning laserowy i zdjęcia radarowe. Zagadnieniom teledetekcji jest przede wszystkim poświęcony kolejny zeszyt Roczników Geomatyki, zwróć więc przede wszystkim uwagę na problemy nie poruszone przez autorów zeszytu.

Problemem teledetekcyjnym, chociaż nie tylko, jest wykorzystanie w leśnictwie a szczególnie w urządzaniu lasu rastrowej bazy danych. Już Kamińska (1996) wykazała, że w badaniach zmian zachodzących na obszarach leśnych, w czasie i przestrzeni, rastrowa baza danych powinna być preferowana ze względu na swoją niewrażliwość na zmiany granic. Zmianom ulegać będą jedynie wartości atrybutów elementów rastra. Coraz większa różnorodność kompleksów leśnych i wysokorozdzielcze obrazy satelitarne przemawiają za podjęciem prób wykorzystania rastrowej bazy danych w szeroko rozumianym urządzaniu lasu. Celowym i koniecznym będzie podjęcie prób zapisania lasu w systemie rastrowym (w tym 3D) oraz opracowanie rastrowej metody inwentaryzacji lasu. Wiąże się z tym ściśle wykorzystanie ortofotomapy w urządzaniu lasu i zarządzaniu nadleśnictwem.

Ważnym wyzwaniem dla nauki i techniki jest wykorzystywanie mapy numerycznej w nadleśnictwie. Zadania badawcze to między innymi.

- Dokładność leśnej mapy numerycznej.
- Metody aktualizacji leśnej mapy numerycznej.
- Wpływ środowiska leśnego na pomiar GPS; metodyka prac pomiarowych.
- System informacji przestrzennej w zarządzaniu drogami leśnymi.
- System informacji przestrzennej w badaniach i zarządzaniu obiektami wodnymi, wraz z ich wpływem na otoczenie (badanie zlewni).
- Zintegrowane systemy geoinformacyjne w zarządzaniu w sytuacjach klęskowych.
- Wartości kulturowe Lasów Państwowych w systemie informacji przestrzennej.
- Numeryczny model terenu na obszarach leśnych, potrzeby i możliwości wykorzystania.

W dalszym ciągu aktualne są badania sugerowane przez prof. J. Mozgawę (2004) w scenariuszach analiz przestrzennych dla zarządzania w Lasach Państwowych.

Uczestnicy IV konferencji „SIP w Lasach Państwowych” wnioskowali również opracowanie modelu kartograficznego map leśnych oraz włączenie go do standardu leśnej mapy numerycznej i nowelowanej instrukcji urządzania lasu. Znajdą tu niewątpliwie miejsce nowe rozwiązania w kartografii leśnej.

Mało docenianym polem zastosowań geomatyki jest szeroko rozumiany kataster w leśnictwie, w tym: kataster 3D, wykorzystanie materiałów ewidencji gruntów i LPIS w inwentaryzacji wielkoobszarowej i monitoringu lasów, w zarządzaniu (administrowaniu, gospodarowaniu) lasami prywatnymi, ocena stanu granic LP, grunty LP w księgach wieczystych.

Każdy obszar leśny jest częścią jakiejś gminy. Funkcja, jaką pełni, jest cechą przestrzeni (Olenderek, 2008). Leśna przestrzeń powinna być i najczęściej jest uwzględniana w dokumentach planistycznych sporządzanych na obszarze gminy (Hełdak, 2008). Stąd konieczna jest integracja informacji z różnych baz danych oraz systemów branżowych na terenie administracyjnym nadleśnictwa, a także badanie i umożliwianie przepływu informacji nadleśnictwo – region (samorząd lokalny) z uwzględnieniem korzyści dla obydwu stron. Narzędzia geomatyczne mogą też być pomocne w kreowaniu partycypacji społeczeństwa w zarządzaniu leśnictwem i ochroną przyrody (Hanzl, 2008). Lasy Państwowe mają w tym zakresie dużo do zaoferowania. Konieczne jest dokonanie oceny, wyceny i analizy możliwości wykorzystania całego zasobu geodezyjnego i kartograficznego Lasów Państwowych. Metodyka jest znana (Wilkowski i in., 2007).

Ważnym jest uczestniczenie leśnictwa, a szczególnie Lasów Państwowych, w globalnych projektach geoinformacyjnych. Polska ustawa o infrastrukturze informacji przestrzennej nabiera coraz bardziej realnego kształtu (Gaździcki, 2008). Pozytywnie należy ocenić, w kontekście dyrektywy INSPIRE, prowadzone prace nad metabazą Lasów Państwowych i funkcjonowanie hurtowni danych, co znalazło swój wyraz w programie IV Konferencji „SIP w Lasach Państwowych”. Istotną rolę odegra również leśnictwo w globalnej inwentaryzacji i monitoringu środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem użytkowania terenu w ramach programu GMES (globalnego monitoringu środowiska i bezpieczeństwa) zmienionego ostatnio na program Kopernikus (Bielecka, 2008; Twardziak, 2008).

## Podsumowanie

W podsumowaniu rozważań nad stanem i przyszłością geomatyki w leśnictwie trzeba stwierdzić, iż życie zweryfikuje możliwości i zamierzenia. Powstaną z pewnością zupełnie nowe rozwiązania, nowe przyrządy i nowe zastosowania. Największym dobrem zawsze będzie człowiek. W kształceniu młodych leśników największy nacisk należy położyć na nauczanie metod i sposobów podejścia do konkretnych problemów. Narzędzia będą zawsze sprawą wtórną, chociaż *technologia, tak jak woda przybierająca w czasie przyływu, zmienia się na naszych oczach* (Tomlinson, 2008).

### Literatura

- Bielawska K., 2008: Geomatyka w lasach. *Głos Lasu*, 10.
- Bielecka E., 2008: Inwentaryzacja i monitoring pokrycia terenu w Europie: pierwszy produkt serwisu szybkiej ścieżki GMES. *Roczniki Geomatyki*, t.6, z.3, PTIP, Warszawa.
- Będkowski K., 2006: Studium podyplomowe „Zastosowanie Systemów informacji Przestrzennej w leśnictwie i ochronie przyrody” z perspektywy czterech lat. *Roczniki Geomatyki*, t.4, z.4, PTIP, Warszawa.
- Będkowski K., 2008: Kalendarium rozwoju fotogrametrii i teledetekcji. *Las Polski*, 17.
- Gaździcki J., 2008: Implementacja dyrektywy INSPIRE w Polsce: stan aktualny, problemy i wyzwania. *Roczniki Geomatyki*, t.6, z.3, PTIP, Warszawa.
- Gieleciński H., 2008: e-Rębnie. *Las Polski*, 21.
- Hanzl M., 2008: Technologie informacyjne jako narzędzie udziału społecznego w kształtowaniu przestrzeni. *Roczniki Geomatyki*, t.6, z.3, PTIP, Warszawa.
- Hełdak M., 2008: Leśna przestrzeń produkcyjna w decyzjach i dokumentach planistycznych sporządzanych na obszarze gminy. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*, 7(3).
- Łukasik Ł., 2008: Wirtualne lasy Dolnego Śląska. *Las Polski*, 19.
- Mozgawa J., 2004: Scenariusze analiz przestrzennych dla zarządzania w Lasach Państwowych. *Roczniki Geomatyki*, t.2, z. 4, PTIP, Warszawa.
- Okła K. (red.) 2000: System informacji przestrzennej w Lasach Państwowych. Podręcznik użytkownika leśnej mapy numerycznej. Bogucki Wydawnictwo Naukowe S.C.
- Olenderek T., 2008: Funkcja jako cecha przestrzeni. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 19.
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 lipca 2007 r. w sprawie standardów kształcenia dla poszczególnych kierunków oraz poziomów kształcenia a także trybu tworzenia i warunków, jaki musi spełniać uczelnia, by prowadzić studia międzykierunkowe oraz makrokierunki. Dz.U. 164 poz. 1166.
- Tomlinson R., 2008: Rozważania o GIS. ESRI Polska.
- Twardziak A., 2008: Kopernikus czy Copernikus? *Magazyn Geoinformacyjny Geodeta*, 11.
- Wilkowski W. i in., 2007: Metodyka opracowania zasad wyceny państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.

### Abstract

*The paper is an attempt of evaluation of the implementation of geomatics to forestry. The history of the last ten years of conducted research, implementation and education is discussed. The current level of implementation of geomatics in forestry should be recognized as good. This is evidenced by existing digital maps for every forest districts. The most important, in the author's opinion, research problems for coming years were presented.*

prof. dr hab. inż. Heronim Olenderek  
heronim.olenderek@wl.sggw.pl  
tel: +48 22 593 82 24