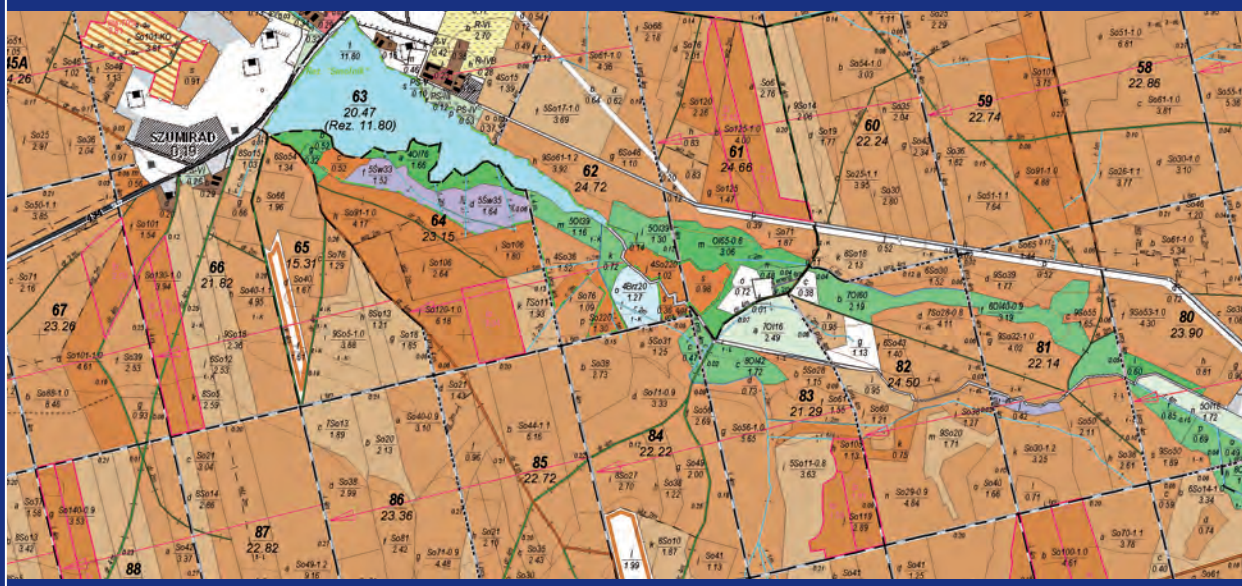
GEOMATYKA w Lasach Państwowych • Część II. PORADNIK PRAKTYCZNY



GEOMATYKA

w Lasach Państwowych

Część II. PORADNIK PRAKTYCZNY

Centrum Informacyjne
Lasów Państwowych

GEOMATYKA
w Lasach Państwowych

Część II. PORADNIK PRAKTYCZNY

Centrum Informacyjne
Lasów Państwowych

Wydano na zlecenie
Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych
Warszawa 2013

© Centrum Informacyjne Lasów Państwowych
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3, 02–362 Warszawa
tel.: (22) 822 49 31, faks: (22) 823 96 79
e-mail: cilp@cilp.lasy.gov.pl
www.lp.gov.pl

Recenzenci
dr inż. Roman Wójcik – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny
mgr inż. Leszek Rząsa – RDLP w Poznaniu

Redaktor prowadzący
Krzysztof Okła – Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych

Redakcja
Ludmiła Kwiatkowska, Maria Mozolewska-Adamczyk

Projekt graficzny i redakcja techniczna
Bożena Widłaszewska

Korekta
Jadwiga Oleniak

Korekta techniczna
Agnieszka Gąsior

ISBN 978-83-61633-81-5

Przygotowanie do druku
Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorczyk
www.grzeg.com.pl

Druk i oprawa
ORWLP w Bedoniu

Spis treści

Spis treści
Przedmowa – *Adam Wasiak* 9
Wstęp – *Heronim Olenderek* 11
Autorzy rozdziałów 15
1. Leśna mapa numeryczna a państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny 17
1.1. Ewidencja gruntów i budynków w leśnej mapie numerycznej – *Adam Pajda* 17
1.1.1. Procedury zlecania wykonawstwa, przekazywania oraz włączania do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego numerycznych map ewidencyjnych Lasów Państwowych . . . 17
1.1.2. Procedury aktualizacji geometrii w ewidencji gruntów i budynków nadleśnictw 20
1.1.3. Uszczegółowienie metodyki przekazywania danych 22
1.1.4. Procedury wykonywania prac geodezyjnych związanych z tworzeniem lub aktualizacją mapy numerycznej stanu posiadania nadleśnictwa na potrzeby Planu Urządzenia Lasu 24
1.2. Harmonizacja leśnej mapy numerycznej z państwowymi rejestrami danych przestrzennych – *Antoni Łabaj* 26
1.2.1. Wstęp 26
1.2.2. Harmonizacja zbiorów danych przestrzennych 26
1.2.3. Wykorzystanie zbiorów Ewidencji Gruntów i Budynków . . . 27

1.2.4. Wykorzystanie zbiorów Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) 29
1.2.5. Użycie mechanizmów ETL w procesie harmonizacji innych rejestrów 31
2. Praca z leśną mapą numeryczną 35
2.1. Standard Leśnej Mapy Numerycznej – *Tomasz Grzegorzewicz* 35
2.1.1. Wstęp 35
2.1.2. Przyczyny zmian w SLMN 36
2.1.3. Różnice w zapisach SLMN między standardami obowiązującymi obecnie a poprzednio 37
2.1.4. Analiza treści Standardu Leśnej Mapy Numerycznej 39
2.2. Współpraca RDLP i nadleśnictwa z wykonawcą Planu Urządzenia Lasu w zakresie danych przestrzennych – *Bożydar Neroj, Andrzej Talarczyk* 46
2.2.1. Wstęp 46
2.2.2. Zakres i poziomy współpracy jednostek organizacyjnych LP z wykonawcą PUL 48
2.2.3. Prace przygotowawcze do etapu Komisji Założeń Planu 49
2.2.4. Wyłonienie wykonawcy prac – przekazanie materiałów do tworzenia nowego Planu Urządzenia Lasu 50
2.2.5. Wymiana danych w trakcie prac urządzeniowych 51
2.2.6. Przygotowanie danych do odbioru w RDLP i nadleśnictwie . . 54
2.2.7. Prawdopodobna prognoza zmian dotyczących współpracy RDLP i nadleśnictw z wykonawcami Planu Urządzenia Lasu 56
2.2.8. Podsumowanie 57
2.3. Eksploatacja leśnej mapy numerycznej – *Witold Witosza* 61
2.3.1. Wstęp 61
2.3.2. Wykaz i przykłady zastosowań LMN w nadleśnictwie 62
2.3.2.1. Wykorzystanie LMN w nadleśnictwie na przykładzie aplikacji eLAS 66
2.3.2.2. Przykłady innego wykorzystania LMN w nadleśnictwie 70
2.3.3. Pobieranie danych przestrzennych i opisowych ze scentralizowanego SILP do wykorzystania przez zewnętrzne aplikacje GIS 74
2.3.4. Oprogramowanie GIS dedykowane Lasom Państwowym i jego wykorzystanie na różnych stanowiskach w nadleśnictwie 75
2.3.5. Inne oprogramowanie GIS wykorzystywane do pracy z leśną mapą numeryczną 78
2.3.6. Analizy przestrzenne – przykładowe analizy SIP i opis sposobu ich wykonania 79
2.3.7. Archiwizacja baz geometrycznych i opisowych 90

2.4. Aktualizacja leśnej mapy numerycznej – *Witold Witosza* 91
2.4.1. Wstęp 91
2.4.2. Aktualizacja LMN w kontekście centralizacji SILP. 92
2.4.3. Rejestr zmian przestrzennych podlegających aktualizacji . . . 93
2.4.4. Konsekwencje niesynchronicznego aktualizowania SILP i bazy geometrycznej 95
2.4.5. Procedury stosowane przy wykonywaniu aktualizacji rocznych i indywidualnych. 96
2.4.6. Techniczne aspekty wykonywania aktualizacji 100
2.5. Redakcja map 102
2.5.1. Wybrane elementy prezentacji kartograficznych – *Tomasz Olenderek, Michał Brach* 102
2.5.1.1. Podziałka 103
2.5.1.2. Kartogram 104
2.5.2. Instrukcja techniczna sporządzania i wydruku map leśnych – *Emilia Wiśniewska* 109
3. Numeryczny Model Terenu w praktyce leśnej – *Radomir Bałazy* . . 123
3.1. Wstęp 123
3.2. Jak pozyskać NMT. 126
3.3. Przykłady praktycznego wykorzystywania NMT 133
4. Korzystanie z danych teledetekcyjnych 139
4.1. Pozyskiwanie zdjęć lotniczych i satelitarnych – *Krzysztof Majsterkiewicz* 139
4.1.1. Zamawianie 139
4.1.2. Odbiór. 145
4.1.2.1. Analiza sprawozdania technicznego z wykonania ortofotomapy 145
4.1.2.2. Sprawdzenie pokrycia podłużnego i poprzecznego zdjęć 146
4.1.2.3. Sprawdzenie jakości zdjęć i ortofotomapy 148
4.1.2.4. Sprawdzenie pokrywania się obiektów na mapie numerycznej nadleśnictwa z obiektami na ortofotomapie na przykładzie wydzieleń i oddziałów . 148
4.1.2.5. Sprawdzenie dokładności ortofotomapy na podstawie pomiaru fotopunktów za pomocą odbiornika GNSS . . 148
4.2. Wprowadzenie do analiz teledetekcyjnych obszarów leśnych – *Emilia Wiśniewska*. 152
4.3. Metodyka pozyskiwania informacji teledetekcyjnej z ortofotomapy z użyciem programów stosowanych w Lasach Państwowych – *Grzegorz Zajączkowski, Tomasz Grzegorzewicz, Emilia Wiśniewska* . . 168
4.4. Klasyfikacje zdjęć lotniczych i satelitarnych pod kątem identyfikacji elementów opisowych drzewostanów – *Grzegorz Zajączkowski* 177
4.4.1. Skład gatunkowy 178
4.4.2. Zagęszczenie drzew 180
4.4.3. Stopień zwarcia koron 183

4.4.4. Stan zdrowotny 183
4.4.5. Wysokość drzew 184
4.5. Przykłady analiz teledetekcyjnych – *Radomir Bałazy* 184
4.5.1. Automatyczne wyznaczanie zlewni rzek 185
4.5.2. Wyliczenie erozji potencjalnej 192
4.6. System kartowania mobilnego – MMS – *Andrzej Choromański* 196
4.6.1. Wprowadzenie 196
4.6.2. Obszary zastosowań technologii MMS 197
4.6.3. Prace przygotowawcze do zlecenia projektu z wykorzystaniem technologii MMS 199
4.6.4. Wzór przedmiotu zamówienia 204
4.6.5. Tok postępowania przy praktycznym wykorzystywaniu wyników pomiarów MMS w nadleśnictwie, w tym analizy sieci transportowej 207
4.6.6. Podsumowanie 208
5. Pozycjonowanie satelitarne – *Jacek Prengel* 211
5.1. Planowanie misji pomiarowych GNSS 211
5.2. Pomiary GPS z wykorzystaniem dalmierza laserowego 225
5.3. Korekcja pomiarów GNSS z wykorzystaniem ASG-EUPOS i innych sieci korekcyjnych 237
6. Geomatyka w zarządzaniu kryzysowym w Lasach Państwowych . . 251
6.1. Wykorzystanie geomatyki na terenach leśnych dotkniętych klęskami żywiołowymi – *Krzysztof Majsterkiewicz* 251
6.1.1. Zasoby Lasów Państwowych możliwe do wykorzystania przy szacowaniu strat 251
6.1.2. Sposób obliczenia uszkodzonych mas drewna 257
6.1.3. Podsumowanie 267
6.2. Model ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr z uwzględnieniem cech rzeźby terenu – *Arkadiusz Bruchwald, Elżbieta Dmyterko* 268
6.2.1. Wstęp 269
6.2.2. Materiał badawczy 270
6.2.3. Modele ryzyka uszkodzenia drzewostanu 271
6.2.4. Warunki stosowania modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu 278
6.2.5. Przykłady zastosowania modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu 281
6.2.6. Wnioski 288
7. Organizacja Geoinformatyki w Lasach Państwowych – *Piotr Kyc* 289
7.1. Historia struktur organizacyjnych GIS w Lasach Państwowych . . . 290
7.2. Zespół zadaniowy ds. leśnej mapy numerycznej 292
7.3. Koordynatorzy SIP w regionalnych dyrekcjach LP 294
7.4. Instruktorzy regionalni SIP 296
7.5. Operatorzy LMN w nadleśnictwach 296

8. Geomatyka w Internecie – *Piotr Wężyk* 299
8.1. Mapa na stronie internetowej 299
8.2. Wprowadzenie do świata Google 300
8.3. Trochę historii Google 301
8.4. Mapy świata według Google 301
8.4.1. API Google Maps 302
8.4.2. Warunki korzystania z API Google Maps 305
8.4.3. Porównania opcji różnych typów API Google Maps 306
8.4.4. Jak osadzić i stworzyć mapę Google na stronie www 308
8.4.4.1. Powiekszanie mapy Google 308
8.4.4.2. Wybór typu mapy 309
8.4.4.3. Podgląd mapy w oknie 309
8.4.4.4. Podziałka liniowa skali mapy 309
8.4.4.5. Dodawanie markerów do mapy 310
8.4.4.6. Dodawanie okienek (dymków) do markerów 311
8.4.4.7. Inne funkcje Google Maps 311
8.5. Przyszłość świata map według Google 312
8.5.1. Nawigacja według Google 312
8.5.2. Google Earth 314
8.6. Alternatywne serwisy mapowe do wbudowania na stronę internetową 315
8.6.1. BING Maps 315
8.6.1.1. Ogólne, skrócone zasady korzystania z bezpłatnej licencji Bing Maps API 315
8.6.2. ZUMI 315
8.6.3. Targeo 316
8.6.3.1. Ogólne, skrócone zasady korzystania z bezpłatnej licencji Targeo 317
8.6.4. Open Street Map 317
8.6.5. Do Celu 317
8.6.6. TatukGIS 318
Literatura 319
Leksykon terminów geomatycznych stosowanych w Lasach Państwowych – *Krzysztof Okła* 323

Przedmowa

W 2010 roku ukazała się publikacja *Geomatyka w Lasach Państwowych. Część I. Podstawy*, która zawiera teoretyczną podbudowę do wprowadzanej do stosowania w Lasach Państwowych stosunkowo słabo jeszcze poznanej dyscypliny wiedzy, jaką jest nowoczesne spojrzenie na wykorzystanie przestrzeni w działalności największej pod względem obszaru instytucji w Polsce. Nie wystarczyło w niej jednak miejsca na szczegółowe wskazówki ułatwiające praktyczne stosowanie narzędzi geomatycznych w jednostkach Lasów Państwowych.

Mają Państwo przed sobą drugą część tej publikacji, której podtytuł: *Poradnik praktyczny* jednoznacznie wskazuje na jej charakter. W książce znajdują się propozycje rozwiązania większości problemów związanych z zastosowaniem różnych narzędzi geomatycznych w codziennej pracy nadleśnictwa. Do dziś wiedza w zakresie użytecznego wykorzystania tej tematyki była dostępna nielicznym. Teraz, dzięki zawartym w poszczególnych rozdziałach podpowiedziom, łatwiej będzie osiągnąć oczekiwane rozwiązania, i to nie tylko pasjonatom.

Wydawnictwo dedykowane jest przede wszystkim pracownikom zajmującym się przygotowywaniem materiałów wykorzystujących rozwiązania geomatyczne do wspomagania decyzji w zarządzaniu nadleśnictwem. Uwzględnienie takich rozwiązań pozwoli z pewnością na inne, szybsze i przypuszczalnie trafniejsze spojrzenie na podejmowanie przedsięwzięć w każdej niemal dziedzinie działalności związanej z przestrzenią leśną. Dlatego do, zgrubnej chociażby, lektury tej książki gorąco zachęcam również

pracowników naszej instytucji, odpowiedzialnych za podejmowanie decyzji mających związek z informacją przestrzenną. Chciałbym, aby zawarte tu procedury, instrukcje i przykłady inspirowały Państwa do praktycznego wykorzystywania rozwiązań geomatycznych w zarządzaniu lasami.

Drugą grupą czytelników niniejszej publikacji będą z pewnością studenci wydziałów leśnych, zwłaszcza specjalizujący się w geomatyce. Przyszłej kadrze naszych jednostek organizacyjnych niewątpliwie przyda się opracowanie wskazujące na możliwości praktycznego zastosowania zdobytej wiedzy teoretycznej.

Mając nadzieję, że poszczególne rozdziały książki – pisane przez najlepszych specjalistów w poszczególnych dziedzinach – spełnią Państwa oczekiwania, życzę udanych wdrożeń, będących wynikiem zastosowania pokazanych tu rozwiązań.

Darz Bór

Adam Wasiak
Dyrektor Generalny Lasów Państwowych

Wstęp

W nabywaniu nauk, na samej teorii przestawać nie należy. By zostać użytecznym w społeczeństwie członkiem trzeba usiłować, trzeba umieć, nabyte nauki i umiejętności – zastosować do potrzeb krajowych, do wynalazków, kunsztów, do użytku praktycznego.

Słowa te wypowiedział Stanisław Staszic, inaugurując 4 stycznia 1826 r., na dwa tygodnie przed śmiercią, działalność Szkoły Przygotowawczej do Instytutu Politechnicznego, mającej z czasem przekształcić się w planowaną uczelnię. Staszic uczynił bardzo dużo dla krajowego szkolnictwa, m.in. przyczynił się do powstania Szczególnej Szkoły Leśnictwa i Instytutu Agronomicznego w Marymoncie pod Warszawą. W paryskim College de France studiował nauki przyrodnicze. Jest autorem dzieła „O ziemiorództwie Karpatów i innych gór i równin Polski" (1815), w którym przedstawił teorię dotyczącą dziejów Ziemi i dołączył własnoręcznie sporządzoną mapę geologiczną kraju. Pochowany został pod murami kościoła Kamedułów w Lasku Bielańskim.

Kilka powyższych faktów świadczy o związkach Staszica zarówno z leśnictwem, jak i geodezją i kartografią, która w ostatnim dwudziestoleciu przekształciła się w geomatykę. Cytowane wyżej słowa wypowiedziane przez Stanisława Staszica znalazły potwierdzenie w wydaniu przez Centrum Informacji Lasów Państwowych podręcznika „Geomatyka w Lasach Państwowych. Cz. II. Poradnik praktyczny".

Wydany w 2000 r. pierwszy podręcznik „System informacji przestrzennej w Lasach Państwowych" kończy się słowami: *Konieczne jest włączenie do prac wdrożeniowych i projektowych ludzi, którzy będą wykorzystywać system w swo-*

jej pracy. To oni muszą określić, co system ma robić. Minęło kilkanaście lat, w geomatyce światowej i polskiej, w jej zastosowaniach w leśnictwie zmieniło się bardzo dużo, zdecydowanie „na plus". W 2010 r. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych, wydało publikację „Geomatyka w Lasach Państwowych. Część I. Podstawy". Autorzy tej publikacji (24 osoby) to działający na rzecz Lasów Państwowych geomatycy. Są jednymi z najlepszych specjalistów w różnych zakresach geomatyki. Dlatego publikację można uważać za podręcznik całkowicie zgodny z oczekiwaniami odbiorców, podsumowujący merytoryczny zakres zainteresowań geomatyki w leśnictwie. Panu Krzysztofowi Okle – „głównemu geomatykowi LP" należą się słowa uznania i gratulacje za inicjatywę, organizację pracy nad podręcznikiem, a przede wszystkim za stworzenie zespołu autorów, który wspaniale wywiązał się z zadania – napisania podręcznika. Jego wydawca i autorzy mają nadzieję, że zawarta w nim wiedza będzie *inspirowała do praktycznego wykorzystywania rozwiązań geomatycznych w zarządzaniu lasami*. Nadzieja i marzenia się spełniają. Geomatyka jest coraz szerzej stosowana w Lasach Państwowych: od leśniczego po dyrektora generalnego LP, a także we wszystkich instytucjach, organizacjach, firmach i zakładach usługowych, które pracują na rzecz Lasów Państwowych. Czytelnicy, przede wszystkim pracownicy Lasów Państwowych, jednostek naukowych i dydaktycznych związanych z leśnictwem, a także studenci studiów inżynierskich, magisterskich i doktoranckich otrzymują do studiowania i praktycznego wykorzystania „Geomatykę w Lasach Państwowych. Część II. Poradnik praktyczny".

Autorzy przedstawiają aktualne problemy prawne, organizacyjne i techniczne związane z wykorzystaniem geomatyki, także w Lasach Państwowych na tle aktualnych rozwiązań technicznych, organizacyjnych i prawnych polskiej geomatyki. Treść – oprócz wstępu – podzielono na osiem rozdziałów merytorycznych i leksykon słownictwa geomatycznego stosowanego Lasach Państwowych. Pierwsze dwa rozdziały dotyczą leśnej mapy numerycznej, jej związków z ewidencją gruntów i budynków, a także innymi rejestrami publicznymi. Przedstawiono różne aspekty pracy z leśną mapą numeryczną: zmiany w standardzie, zasady współpracy z wykonawcami planów urządzenia lasu, przykłady eksploatacji, aktualizacji i redakcji map leśnych. Kolejne dwa rozdziały omawiają możliwości i potrzebę wykorzystania w leśnictwie numerycznego modelu terenu i teledetekcji. Technologia Globalnego systemu nawigacji satelitarnej (Global Navigation Satellite Systems – GNSS) jest treścią kolejnego rozdziału. Zastosowania geomatyki w zarządzaniu kryzysowym przedstawiono w rozdziale szóstym, natomiast aspekty organizacyjne geomatyki w LP również w aspekcie historycznym – a historia ta tworzyła się na naszych oczach – w rozdziale siódmym.

Ważnym elementem podręcznika, zgodnym z ustaleniami Ustawy o INSPIRE, jest rozdział „Geomatyka w Internecie". Korzystając z Internetu, będzie można w pełni realizować powiedzenie Wańkowicza, że *mapa to jest taka książka, którą można czytać bez końca*. Mało czytać, można ją samemu tworzyć, to znaczy „pisać". Dużą rolę edukacyjną ma zamieszczony

na końcu podręcznika „Leksykon słownictwa geomatycznego stosowanego w Lasach Państwowych".

Co dalej z geomatyką leśną? Sądzę, że można być optymistą. Rozwój technologii geomatycznych jest niezwykle szybki, coraz szerzej stosujemy nowe metody w Lasach Państwowych, realizowane są ciekawe i oryginalne tematy badawcze, coraz więcej osób (praktyków, naukowców, studentów) zajmuje się zastosowaniami geomatyki w leśnictwie. Cykliczne konferencje organizowane przez Lasy Państwowe przy udziale Katedry Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa SGGW, poświęcone dotychczas systemom informacji przestrzennej, od 2012 r. (VI Konferencja) nazywają się „Geomatyka w Lasach Państwowych". Mamy nadzieję, że wydawana publikacja wzmocni rolę geomatyki wobec nowych wyzwań leśnictwa.

Jakich rezultatów badań i zastosowań geomatyki w leśnictwie możemy się spodziewać w najbliższych latach? Obecnie każde nadleśnictwo korzysta z aktualizowanej Leśnej Mapy Numerycznej. Po kilku latach użytkowania można się pokusić o ocenę jakości mapy pod względem jej pojemności informacyjnej i dokładności. Problem dokładności jest szczególnie istotny w związku z koniecznością uporządkowania granic geodezyjno-prawnych nadleśnictw w ramach budowanego w Polsce Zintegrowanego Systemu Informacyjnego o Nieruchomościach. Przyszłościowe metody zbierania informacji to pomiary geodezyjne wykonywane za pomocą tachimetru elektronicznego i odbiornika GNSS nowej generacji, a także metody oparte na różnego typu zobrazowaniach lotniczych i satelitarnych, w tym zdjęciach radarowych i skaningu laserowym. Powstaną z pewnością nowe aplikacje wykorzystujące bazy danych Lasów Państwowych w rozwiązywaniu różnych problemów leśnictwa oraz działów gospodarki i administracji związanych z leśnictwem. Ponadto można się pokusić o zbudowanie internetowego, ciągle aktualizowanego, atlasu leśnictwa, który będzie formą prezentacji kartograficznej gromadzonych danych.

Zadaniem naukowców współpracujących z praktykami jest śledzenie światowego postępu w zakresie metod geomatyki oraz ich adoptowania i wdrażania w leśnictwie. Najnowsze osiągnięcia geomatyki należy przekazywać studentom. Szkoły wyższe przygotowują obecnie nowe programy kształcenia zgodne z wymaganiami wynikającymi z Krajowych Ram Kwalifikacji dla szkolnictwa wyższego. Absolwent kierunku „leśnictwo" (I stopnia – inżynier) powinien mieć wiedzę, umiejętności i kompetencje dotyczące wybranych elementów geomatyki, przynajmniej w zakresie podstawowym. Absolwent II stopnia (magister) powinien wiedzę, umiejętności i kompetencje znacznie poszerzyć. Można udowodnić tezę, że nie da się badać stanu i zmian lasu, a także zarządzać leśnictwem bez stosowania metod geomatyki. Mamy nadzieję, że przygotowany podręcznik będzie dobrze przyjęty przez studentów, leśników-praktyków i naukowców, będzie dobrze służył wdrażaniu metod geomatyki w leśnictwie.

Heronim Olenderek

Autorzy rozdziałów

mgr inż. Radomir Bałazy, Instytut Badawczy Leśnictwa – rozdz. 3; 4.5
dr inż. Michał Brach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny – rozdz. 2.5.1
prof. dr hab. Arkadiusz Bruchwald, Instytut Badawczy Leśnictwa – rozdz. 6.2
dr inż. Andrzej Choromański, Geoinvent S.A.; Instytut Nauk Leśnych, Filia Uniwersytetu Łódzkiego w Tomaszowie Mazowieckim – rozdz. 4.6
dr hab. Elżbieta Dmyterko, Instytut Badawczy Leśnictwa – rozdz. 6.2
mgr inż. Tomasz Grzegorzewicz, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych – rozdz. 2.1; 4.3
mgr inż. Piotr Kyc, RDLP we Wrocławiu – rozdz. 7
mgr Antoni Łabaj, SmallGIS Sp. z o.o. – rozdz. 1.2
mgr inż. Krzysztof Majsterkiewicz, RDLP w Katowicach – rozdz. 4.1; 6.1
mgr inż. Bożydar Neroj, Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej – Zarząd – rozdz. 2.2
mgr inż. Krzysztof Okła, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych – Leksykon
prof. dr hab. Heronim Olenderek, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny – Wstęp
dr Tomasz Olenderek, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny – rozdz. 2.5.1
mgr inż. Adam Pajda, Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Oddział w Przemyślu – rozdz. 1.1

mgr inż. Jacek Prengel, Nadleśnictwo Starogard – rozdz. 5
dr Andrzej Talarczyk, Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Zarząd – rozdz. 2.2
dr inż. Piotr Wężyk, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny – rozdz. 8
dr inż. Emilia Wiśniewska, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych – rozdz. 2.5.2; 4.2; 4.3
mgr inż. Witold Witosza, Nadleśnictwo Strzelce Opolskie – rozdz. 2.3; 2.4
dr inż. Grzegorz Zajączkowski, Instytut Badawczy Leśnictwa – rozdz. 4.3; 4.4

1.
Leśna mapa numeryczna a państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny

1.1. Ewidencja gruntów i budynków w leśnej mapie numerycznej

ADAM PAJDA

1.1.1. Procedury zlecania wykonawstwa, przekazywania oraz włączania do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego numerycznych map ewidencyjnych Lasów Państwowych

Mapę ewidencyjną Lasów Państwowych (LP) wykonuje się wówczas, gdy w zasobie Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (ODGiK) nie zrobiono opracowania numerycznego dla danego obrębu ewidencyjnego. Mapa wykonywana jest zgodnie z wymogami ustawy z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (tekst jedn. Dz. U. z 2010 r. Nr 193, poz. 1287) oraz Rozporządzenia Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. (Dz. U. z 2001 r. Nr 38, poz. 454) w sprawie ewidencji gruntów i budynków.

Wybór wykonawcy „Opracowania numerycznej mapy ewidencyjnej nadleśnictwa" podlega przepisom ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (tekst jedn. Dz. U. z 2010 r. Nr 113, poz. 759, z późn. zm.).

Ustawa określa, że podstawowymi trybami udzielania zamówienia są przetargi: nieograniczony i ograniczony. Inny tryb, czyli negocjacje z ogłoszeniem, dialog konkurencyjny, negocjacje bez ogłoszenia, zamówienie z wolnej ręki, zapytanie o cenę lub licytacja elektroniczna mogą być stosowane jedynie w przypadkach określonych w ustawie.

Zlecając mniejszy zakres prac np. dla części nadleśnictwa – jednego lub kilku obrębów ewidencyjnych, można wybrać wykonawcę wg regulaminu obowiązującego w danym nadleśnictwie, ponieważ, zgodnie z art. 4 pkt 8 ustawy Prawo zamówień publicznych nie stosuje się do „zamówień i konkursów, których wartość nie przekracza wyrażonej w złotych równowartości kwoty 14 tys. euro". Należy zwrócić uwagę, aby przy tej procedurze

nie następowało dzielenie zamówienia w celu ominięcia przepisów ustawy Prawo zamówień publicznych.

Zamawiający przygotowuje i przeprowadza postępowanie o udzielenie zamówienia w sposób zapewniający zachowanie uczciwej konkurencji i równe traktowanie wykonawców.

Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia (SIWZ) na „Wykonanie ewidencyjnej mapy numerycznej gruntów nadleśnictwa" powinna zawierać:
- nazwę zamawiającego,
- tryb udzielenia zamówienia,
- opis przedmiotu zamówienia,
- wymagany termin realizacji zamówienia,
- opis warunków udziału w postępowaniu i sposobu dokonywania oceny spełniania tych warunków,
- wykaz oświadczeń i dokumentów, które powinni dostarczyć wykonawcy w celu potwierdzenia spełniania warunków udziału w postępowaniu,
- sposób porozumiewania się z wykonawcami,
- wymagania dotyczące wadium,
- termin związania ofertą,
- opis sposobu przygotowania oferty,
- wskazanie miejsca oraz terminu składania i otwarcia ofert,
- opis sposobu obliczenia ceny oferty,
- opis kryteriów, którymi zamawiający będzie się kierował przy wyborze oferty, wraz z podaniem tych kryteriów i sposobu oceny ofert,
- informacje o formalnościach, których należy dopełnić po wyborze oferty w celu zawarcia umowy w sprawie zamówienia publicznego,
- wymagania dotyczące należytego zabezpieczenia umowy,
- postanowienia umowy istotne dla stron,
- środki ochrony prawnej,
- załączniki, w tym: „Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia".

„Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia" precyzuje zakres prac i technologię ich wykonania. Przedmiot zamówienia obejmuje: *Wykonanie dla gruntów zarządzanych przez PGL – Lasy Państwowe Nadleśnictwo X bazy danych geometrycznych ewidencyjnej mapy numerycznej oraz sporządzenie dokumentacji geodezyjnej niezbędnej do przyjęcia wykonanej mapy do zasobu przez właściwe terytorialnie Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej*.

Zamawiający powinien zalecić, aby oferenci przed złożeniem oferty zasięgnęli informacji we właściwych terytorialnie ODGiK o stanie, jakości i formacie istniejących danych oraz o możliwościach ich wykorzystania w opracowaniu, które jest przedmiotem zamówienia.

Odnośnie do gruntów nadleśnictwa, które mają dokumentację geodezyjną pozwalającą na opracowanie ewidencyjnej mapy numerycznej, należy:
- zgłosić prace geodezyjno-kartograficzne do organów prowadzących państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny zgodnie z przepisami Rozporządzenia Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 16 lip-

ca 2001 r. w sprawie zgłaszania prac geodezyjnych i kartograficznych, ewidencjonowania systemów i przechowywania kopii zabezpieczających bazy danych (Dz. U. z 2001 r. Nr 78, poz. 837), a także ogólnych warunków umów o udostępnianie tych baz oraz Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie określania rodzajów materiałów stanowiących państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny z dnia 17 maja 1999 r. (Dz. U. z 1999 r. Nr 49, poz. 493);

– uzgodnić warunki techniczne wykonania robót z właściwymi ODGiK w zakresie: wykorzystania danych geodezyjnych zawartych w dotychczasowych opracowaniach dotyczących obszaru nadleśnictwa (zwłaszcza dokumentacji wyznaczania punktów granicznych i wznawiania znaków granicznych), wykorzystania danych geodezyjnych zawartych w jednostkowych opracowaniach prawnych dla obszarów przyległych do gruntów nadleśnictwa, opracowania wykazu materiałów geodezyjnych zakwalifikowanych do wykorzystania, uzyskania zaleceń dotyczących sposobu kodowania – numeracji punktów granicznych obszaru lasów państwowych z określeniem wymaganych rozporządzeniem parametrów dotyczących dokładności, stabilizacji i pochodzenia tych punktów, określenia struktury i formatu bazy numerycznej ewidencji gruntów i budynków;
– wykonać obliczenie współrzędnych punktów załamania granic działek i użytków oraz budynków w obowiązującym układzie odniesienia „2000”;
– dokonać niezbędnych pomiarów terenowych w celu określenia współrzędnych punktów granicznych, których obliczone położenie znacznie odbiega od lokalizacji wykazanej na dotychczasowej analogowej mapie ewidencyjnej;
– skompletować dokumentację w celu przekazania do zasobu Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartografii, organu prowadzącego ewidencję gruntów i budynków do wprowadzenia zmian oraz dla zamawiającego – w wersji analogowej i numerycznej.

Przekazanie wykonanego opracowania mapy ewidencyjnej do ODGiK następuje w formacie funkcjonującym w danym ośrodku lub Standardzie Wymiany Danych Ewidencyjnych (SWDE).

Funkcjonujące programy do prowadzenia ewidencji gruntów i budynków (danych graficznych i opisowych) to m.in. TurboEwid, EWMAPA i EWOPIS, EWMAPA i EGB, V-SYSTEM. Zintegrowane lub oddzielnie prowadzone bazy graficzne oraz opisowe ewidencji gruntów i budynków, a także stosowane oprogramowanie są różne w starostwach powiatowych jednego województwa, dlatego przy wykonywaniu mapy ewidencyjnej nadleśnictwa niekiedy korzysta się z kilku systemów.

Tak wykonana mapa ewidencyjna – po transformacji do układu odniesienia „1992”, zmianie układu geodezyjnego na układ matematyczny i konwersji do formatu standardu LMN – stanowi podstawę do aktualizacji LMN w zakresie danych ewidencyjnych.

1.1.2. Procedury aktualizacji geometrii w ewidencji gruntów i budynków nadleśnictw

Poniżej omówiono procedury aktualizacji ewidencji gruntów i budynków w przypadku zmian w geometrii, z użyciem danych z pomiarów uzupełniających lub z nowych opracowań, oraz dotyczących przeliczenia współrzędnych przekazywanych do ODGiK.

Aktualizacja bazy geometrycznej LMN w zakresie danych ewidencyjnych, szczególnie granic działek ewidencyjnych, jest możliwa po uzyskaniu współrzędnych punktów granicznych.

Granice podstawowych kompleksów gruntów LP ustalono na podstawie przepisów Dekretu z dnia 21 września 1950 r. – o rozgraniczeniu nieruchomości Skarbu Państwa lub nieruchomości nabywanych dla realizacji narodowych planów gospodarczych (Dz. U. z 1950 r. Nr 44, poz. 398). Przepisy niniejszego dekretu określały uproszczony tryb rozgraniczenia nieruchomości i mogły być stosowane do rozgraniczenia nieruchomości należących do Skarbu Państwa. Uproszczone rozgraniczenie nieruchomości polegało na ustaleniu przebiegu linii granicznych i położenia punktów granicznych z utrwaleniem ich na gruncie oraz sporządzeniu protokołu granicznego.

Dekret określał, że w przypadku rozgraniczenia jednej lub szeregu nieruchomości w zwartych kompleksach z większą liczbą nieruchomości położonych w granicach jednej gminy lub miasta – przeprowadzający rozgraniczenie przesyła zawiadomienie do prezydium właściwej rady narodowej, które zawiadomi osoby zainteresowane. Ustawowym przedstawicielem osób zainteresowanych, nieobecnych przy czynnościach rozgraniczenia, był w gminach sołtys, a w miastach – delegat wyznaczony przez prezydium miejskiej rady narodowej.

Protokół graniczny podpisany przez osoby biorące udział w czynnościach rozgraniczenia miał moc ugody sądowej w stosunku do granic niespornych. Granice nieruchomości, ustalone przy rozgraniczeniu, podlegały ujawnieniu w księgach wieczystych. Granice takie powinny zostać ujawnione w ewidencji gruntów. Niestety, w wielu przypadkach operaty geodezyjne zawierające ustalenia i pomiary granic gruntów LP nie były wykorzystywane do zakładania lub aktualizacji ewidencji gruntów w latach późniejszych. Spowodowało to liczne rozbieżności między przebiegiem granic na mapach gospodarczych a ich przebiegiem na analogowych mapach ewidencyjnych.

Interpretacja przepisów na niekorzyść LP przez osoby decyzyjne w organach urzędów rejonowych odpowiedzialnych za prowadzenie ewidencji gruntów powodowała, że powszechna ewidencja gruntów znacznie różniła się od ewidencji branżowej prowadzonej w nadleśnictwach, mimo że operaty techniczne z pomiaru gruntów leśnych znajdowały się w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym prowadzonym przez wojewódzkie ODGiK jako filie w miastach, w których znajdowały się urzędy rejonowe.

Również obecnie, podczas modernizacji ewidencji gruntów i budynków w poszczególnych obrębach ewidencyjnych, niekiedy nie uwzględnia

się numerycznych map ewidencyjnych gruntów LP, wykonanych w latach ubiegłych. Skutkuje to utworzeniem nowych granic ewidencyjnych, niezgodnych z przebiegiem granic prawnych.

Wykonawcy modernizacji, wyłonieni w przetargach przeprowadzonych zgodnie z ustawą Prawo zamówień publicznych często nie wiedzą, że należy pobrać i wykorzystać znajdującą się w zasobie ODGiK dokumentację dotyczącą opracowań dla lasów państwowych. Dlatego istotne jest, aby osoby odpowiedzialne za stan posiadania w nadleśnictwie monitorowały ogłoszenia o rozpoczęciu modernizacji, zgodnej z rozporządzeniem Ewidencja gruntów i budynków (EGiB), a następnie brały udział w wyłożeniu operatu ewidencyjnego i wnosiły uwagi do protokołu zauważonych niezgodności.

Dostępność ortofotomapy umożliwia porównanie z LMN i stwierdzenie dużych rozbieżności przebiegu granic działek oraz użytków. Ujawnia się wówczas błędy wcześniejszych opracowań analogowych i numerycznych oraz przypadki naruszenia stanu posiadania.

Wychwycone podczas porównania z ortofotomapą i zgłaszane przez pracowników LP naruszenia granic PGL są zlecane jednostkom wykonawstwa geodezyjnego do odnowienia granic poprzez wyznaczenie punktów granicznych i wznowienie znaków granicznych. Procedurę taką realizuje się również w stosunku do nieczytelnych odcinków granic LP z gruntami innej własności, gdy użytkami w sąsiadujących ze sobą działkach jest las. Wyznaczone punkty graniczne i wznowione znaki graniczne, po spisaniu protokołów, są mierzone kontrolnie na osnowę katalogową. Dla punktów granicznych, których różnica współrzędnych przekracza wartości dopuszczalne, przyjmuje się nowe współrzędne.

Działki LP, które zostały przejęte (m.in. na podstawie art. 74 ust. 3 Ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach, w którym stwierdza się, że lasy i grunty przeznaczone do zalesienia, znajdujące się w zasobach Państwowego Funduszu Ziemi, przechodzą w zarząd LP), a nie miały granic prawnych, były zlecane do rozgraniczenia. Po decyzji zatwierdzającej rozgraniczenie, punkty załamania granic stabilizowano, a operat techniczny zawierający nowe współrzędne wraz z nową powierzchnią działki i użytków, włączony do zasobu ODGiK, zmieniał dotychczasową ewidencję.

Modernizując EGiB, stosuje się przeliczenia współrzędnych w różnych wariantach, m.in.:

– kompleksowe wyrównanie istniejącej osnowy oraz obliczenie współrzędnych punktów załamań granic działek i użytków gruntowych na podstawie danych znajdujących się w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym oraz danych z pomiaru uzupełniającego;
– odszukanie punktów istniejącej osnowy, pomiar metodą GPS i powtórne wyrównanie, a następnie obliczenie współrzędnych punktów załamań granic działek i użytków gruntowych z istniejących danych i pomiaru uzupełniającego;
– odszukanie punktów istniejącej osnowy katalogowej, uzupełnienie brakującej stabilizacji, założenie nowych punktów osnowy, pomiar i jedno-

czesne wyrównanie, a następnie obliczenie współrzędnych punktów załamań granic działek i użytków gruntowych.

Takie metody przeliczania istniejących opracowań sprawiają, że współrzędne tych samych punktów granicznych zmieniają się od kilku centymetrów do nawet kilku metrów. Duże różnice dotyczą szczególnie gruntów lasów państwowych, dla których dopuszczalne długości ciągów, dopuszczalne odchyłki liniowe i kątowe zamknięcia ciągów poligonowych były zdecydowanie większe od obecnych wymogów, a dla 30% ciągów na obiekcie mogły być podwójnej wartości. Uzależnione to było również od czasu wykonywania pomiarów gruntów leśnych i narzędzi zastosowanych do takiego zadania; późniejsze opracowania są zdecydowanie dokładniejsze od opracowań z lat 50. i 60.

Osnowa pomiarowa zakładana dla gruntów lasów państwowych obejmowała swym zasięgiem w większości bardzo duże i zwarte kompleksy leśne, na terenie kilku obrębów ewidencyjnych, przy małej liczbie dostępnych do dowiązania punktów osnowy wyższej klasy. Były to w większości ciągi poligonowe (o maksymalnych dopuszczalnych długościach) lub układy jednobądź dwuwęzłowe, zagęszczane następnie ciągami niższych rzędów. Punkty graniczne mierzone były w większości metodą domiarów prostokątnych na boki osnowy pomiarowej.

Również w dzisiejszych czasach, pomimo zastosowania techniki GPS, większość pomiarów punktów granicznych wykonywana jest metodą tachimetryczną ze stanowisk ciągu poligonowego lub parami założonych stanowisk, którym współrzędne określono za pomocą GPS – metodą statyczną lub RTK. Zastosowanie GPS do pomiaru punktów granicznych jest ograniczone, a w niektórych przypadkach wręcz niemożliwe ze względu na zakłócenia sygnału z satelity przez korony drzew (iglastych przez cały rok, liściastych z wyjątkiem okresu zimowego), pod którymi znajdują się graniczniki.

Przy modernizacji obrębu ewidencyjnego, gdzie dokonuje się przeliczenia współrzędnych osnowy i granic, zmiana współrzędnych punktów granicznych gruntów LP jest w większości przypadków nieunikniona. Zmiana współrzędnych powoduje zmianę powierzchni działek leśnych i powierzchni użytków gruntowych.

Nowymi danymi należy zaktualizować LMN i SILP.

1.1.3. Uszczegółowienie metodyki przekazywania danych

Poniżej omówiono treść dotyczącą załącznika nr 1 do Zarządzenia nr 13 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 20 marca 2007 r. w sprawie przenoszenia informacji pomiędzy planem urządzenia lasu dla nadleśnictwa i Systemem Informatycznym Lasów Państwowych (SILP) oraz w sprawie bieżącej aktualizacji stanu lasu w SILP, sposobu pozyskania danych geodezyjnych do aktualizacji LMN.

Aktualizacja LMN ma na celu utrzymanie zgodności z ewidencją gruntów i budynków w zakresie działek ewidencyjnych, użytków gruntowych i budynków. Bieżąca aktualizacja danymi ewidencyjnymi bazy SILP umożliwia generowanie prawidłowych deklaracji podatkowych dla organów podatkowych, tj. urzędów miast i gmin.

Aktualizacja LMN i SILP danymi ewidencyjnymi wymusza aktualizację granic i powierzchni wyłączeń taksacyjnych, linii podziału powierzchniowego, dróg leśnych i budynków jako obiektów inwentarzowych itp.

Pozyskanie współrzędnych do aktualizacji bazy geometrycznej i danych opisowych do aktualizacji SILP jest możliwe, jeśli nadleśnictwo zleca jednostkom wykonawstwa geodezyjnego następujące opracowania jednostkowe:

– podział nieruchomości,
– rozgraniczenie nieruchomości,
– wyznaczenie punktów granicznych i wznowienie znaków granicznych,
– aktualizację użytków gruntowych.

Umowa z wykonawcą prac powinna zapewniać dostarczenie zamawiającemu danych analogowych i numerycznych w odpowiednim formacie i strukturze.

Pozyskanie danych z opracowań, które obejmują grunty LP lub są prowadzone na granicach działek leśnych, realizowanych na zlecenie innych podmiotów (w tym kompleksowe modernizacje EGiB zlecane przez starostwa powiatowe), jest możliwe następującymi sposobami:

– zakup w ODGiK współrzędnych punktów załamań granic działek, użytków i budynków (wg załącznika nr 4 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 19 lutego 2004 r. w sprawie wysokości opłat za czynności geodezyjne i kartograficzne oraz udzielanie informacji, a także za wykonywanie wyrysów i wypisów z operatu ewidencyjnego – wysokość opłat za udzielanie informacji);
– zakup w ODGiK warstwy liniowej i tekstowej punktów, działek, użytków i budynków (wg załącznika nr 4 do rozporządzenia – wysokość opłat za udzielanie informacji);
– zakup w ODGiK wypisów z rejestru gruntów, rejestru budynków, rejestru lokali, kartotek budynków, kartotek lokali (wg załącznika nr 5 do rozporządzenia – wysokość opłat za wykonywanie wyrysów i wypisów z operatu ewidencyjnego);
– zlecenie jednostce wykonawstwa geodezyjnego pozyskania danych ewidencyjnych (wraz z ich konwersją) do aktualizacji SILP oraz standardu LMN (zgodnie z punktem 3 tabeli III „opracowania dla urządzania lasu" wg załącznika nr 1 do rozporządzenia – wysokość opłat za czynności związane z prowadzeniem państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego).

Zgodnie z wymogami standardu LMN aktualizacja mapy jest obowiązkiem nadleśnictwa. Pozyskanie danych i sposób organizacji prac związanych z aktualizacją LMN jest w gestii nadleśniczego, więc to on podejmuje decyzję o sposobie pozyskania danych ewidencyjnych do aktualizacji LMN i SILP.

1.1.4. Procedury wykonywania prac geodezyjnych związanych z tworzeniem lub aktualizacją mapy numerycznej stanu posiadania nadleśnictwa na potrzeby Planu Urządzenia Lasu

Tworzenie mapy numerycznej stanu posiadania wyjaśniono w części opisującej opracowanie mapy ewidencyjnej gruntów LP, dlatego tutaj zajmiemy się aktualizacją mapy stanu posiadania na potrzeby Planu Urządzenia Lasu (PUL).

W każdym nadleśnictwie PUL obowiązuje 10 lat. W tym czasie prowadzi się bieżącą aktualizację SILP i LMN. Dotyczy ona zmian w obrocie zewnętrznym i wyników działalności gospodarczej nadleśnictwa. Pozyskanie lub zbycie nieruchomości, podział nieruchomości lub rozgraniczenie nieruchomości są wykonywane na zlecenie nadleśnictwa. Dane numeryczne w układzie współrzędnych „1992" i formacie „.shp" powinny być dostarczone zamawiającemu w ramach realizacji zlecenia przez wykonawcę prac geodezyjnych. Takie dane umożliwiają bieżącą aktualizację, bez starania się o dane z innych źródeł.

Przed kolejną ekspiracją planu jest wskazana kompleksowa aktualizacja mapy numerycznej stanu posiadania, obejmująca z zasobu ODGiK:

- dane numeryczne (współrzędne punktów granicznych i użytków) działek lasów państwowych w zarządzie nadleśnictwa dla prowadzonej numerycznie mapy ewidencyjnej po modernizacji danego obrębu ewidencyjnego;
- dane numeryczne dotyczące budynków;
- dane numeryczne lub analogowe dotyczące jednostkowych opracowań prawnych na granicy gruntów LP z gruntami innej własności dla obrębów ewidencyjnych, w których obowiązuje analogowa mapa ewidencyjna.

Zgodnie z obowiązującą instrukcją urządzania lasu za stan posiadania odpowiada nadleśniczy i to on przekazuje wykonawcy projektu PUL dokumenty ewidencyjne według stanu na dzień 1 stycznia pierwszego roku obowiązywania nowego planu. Nakłada to na nadleśnictwo obowiązek przeprowadzenia postępowania, zazwyczaj w trybie ustawy „Prawo zamówień publicznych" i wyłonienia wykonawcy prac.

Przykładem takiego opracowania jest „Wykonanie geodezyjnych prac przygotowawczych do sporządzenia projektu PUL Nadleśnictwa X na lata 2011–2020 wraz z bieżącą aktualizacją ewidencji gruntów". Dotyczy to aktualizacji LMN w zakresie warstwy punktów i obiektów podstawowych oraz danych ewidencyjnych, przygotowania danych opisowych do aktualizacji bazy Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP), aktualizacji ewidencji gruntów i budynków (EGiB) poprzez uwzględnienie zmian wynikających z prowadzonej działalności gospodarczej nadleśnictwa, pozyskanie danych źródłowych do aktualizacji LMN i EGiB z zakresu prac te-

renowych obejmujących oznakowanie granic zewnętrznych gruntów PGL w trybie określonym obowiązującymi przepisami.

Wymieniony zakres prac obejmuje:

- bieżące sukcesywne pozyskiwanie (w trakcie realizacji zamówienia) materiałów geodezyjnych z zasobu właściwego ODGiK, obejmujących zaktualizowane numeryczne bazy działek i użytków obiektów po modernizacji ewidencji gruntów i budynków, zaktualizowane wypisy z rejestru gruntów, dane geodezyjne z jednostkowych operatów z pomiaru i ustalenia granic oraz aktualizacji użytków – do aktualizacji bazy geometrycznej LMN i bazy SILP;
- prowadzenie nadzoru merytorycznego wykonawcy projektu PUL w trakcie realizowanych modernizacji EGiB poprzez sprawdzenie bazy roboczej modernizowanego obrębu z LMN i bazą ewidencyjną SILP i jego udział z przedstawicielem Nadleśnictwa w wyłożeniu projektów operatu opisowo-kartograficznego;
- aktualizację LMN i danych ewidencyjnych do bazy SILP oraz sporządzenie i bieżącą aktualizację zestawienia powierzchni gruntów nadleśnictwa;
- aktualizację EGiB w zakresie użytków – prace terenowe i kameralne;
- opracowania do celów prawnych: mapa uzupełniająca i wykaz zmian gruntowych, obejmujące zmianę granic działek wewnątrz kompleksów leśnych LP (przesunięte linie oddziałowe) – prace terenowe i kameralne;
- opracowania do celów prawnych: mapa uzupełniająca i wykaz zmian gruntowych, obejmujące zmiany granic działek wewnątrz kompleksów leśnych LP między gruntami nadleśnictwa a drogami publicznymi i wodami państwowymi – prace terenowe i kameralne;
- aktualizację ksiąg wieczystych gruntów nadleśnictwa pod kątem niezgodności z danymi EGiB oraz zmian wynikających z wykonywania niniejszych prac przygotowawczych do PUL;
- pozyskanie danych źródłowych do aktualizacji LMN i EGiB dotyczących granic zewnętrznych, obejmujących oznakowanie granic gruntów LP w trybie obowiązujących przepisów, dla działek ewidencyjnych przyjętych do stanu posiadania, a niemających granic prawnych lub danych pomiarowych o wymaganej dokładności;
- sporządzenie zestawienia zmian w stanie posiadania nadleśnictwa za okres ekspirującego planu urządzenia lasu.

Tak wykonana aktualizacja LMN i SILP w zakresie danych ewidencyjnych jest podstawą do dalszych prac urządzeniowych, związanych z opracowaniem projektu planu urządzenia lasu na kolejne dziesięciolecie.

1.2. Harmonizacja leśnej mapy numerycznej z państwowymi rejestrami danych przestrzennych

ANTONI ŁABAJ

1.2.1. Wstęp

Harmonizacja danych przestrzennych jest złożonym, trudnym do praktycznej realizacji, jednak bardzo ważnym – ze względu na wartość ekonomiczną i organizacyjną – elementem współczesnych systemów GIS. W rozdziale zaprezentowano na kilku przykładach wybrane aspekty praktyczne pozwalające zdobyć podstawową wiedzę i wskazówki na temat możliwości praktycznego wykorzystania informacji tworzonej w państwowych rejestrach w celu zasilania leśnej mapy numerycznej (LMN). Przedstawiono elementy aplikacyjne umożliwiające realizację złożonych procesów harmonizacji w warunkach biurowych, bez tworzenia zaawansowanej infrastruktury informatycznej.

1.2.2. Harmonizacja zbiorów danych przestrzennych

Harmonizacja danych przestrzennych jest jednym z głównych trendów ewolucyjnych współczesnych systemów GIS i głównym wątkiem implementacji Dyrektywy INSPIRE. Wynika z ekonomicznie uzasadnionej potrzeby unikania wielokrotnego zbierania i gromadzenia tych samych danych przez różne instytucje oraz uzyskania wzajemnej komplementarności zbiorów danych. Harmonizacja w szerokim pojęciu obejmuje wiele zagadnień, w szczególności określenie zasad dostępu do danych dzięki usługom sieciowym w takiej reprezentacji, która pozwala na kombinację i wykorzystanie danych w sposób spójny.

Na potrzeby niniejszego przewodnika praktycznego przyjmuje się najbardziej ogólne pojęcie harmonizacji rozumianej jako **doprowadzanie do zgodności, wzajemnego dopełniania się, zgodnego współdziałania**. Pomijamy zatem większość elementów organizacyjnych, pojęciowych i prawnych, związanych z toczącymi się w kraju pracami implementującymi wymogi Dyrektywy INSPIRE, gdyż te elementy możliwe są do realizacji jedynie na drodze międzyinstytucjonalnego i międzyresortowego uzgodnienia. Lasy Państwowe (LP) nie są obecnie zobligowane do współtworzenia europejskiej infrastruktury danych przestrzennych, chociaż pewne elementy tworzone in situ przez LP wejdą w skład państwowych rejestrów. Należy tu wymienić warstwy podziału administracyjnego LP, które zasilą bazy tworzonego nowego Państwowego Rejestru Granic (PRG) w ramach projektu TERYT2. Ponadto niektóre dane tworzone wraz z LMN mogą skutecznie zasilać wybrane rejestry państwowe, np. warstwy oddziałów leśnych wchodzące w skład Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT).

W klasycznej technologii kartograficznej niemożliwe było uniknięcie powielania treści kartograficznej na różnych mapach. Każda mapa stanowiła odrębny i kompletny produkt, dlatego dla każdej z nich tworzono i prezentowano te same obiekty świata rzeczywistego. Wraz ze stopniowym rozwojem kartografii i wprowadzaniem GIS dane, a ściślej – obiekty bazodanowe reprezentujące obiekty świata rzeczywistego, uzyskały interdyscyplinarne znaczenie. Wielokrotnie tańsze i szybsze jest wykorzystanie dobrze pomierzonej i prawidłowo opisanej informacji przestrzennej na drodze konwersji między systemami GIS z ewentualną generalizacją, niż powtórne zbieranie danych „z natury". Dlatego bardzo ważnym elementem współczesnego systemu GIS jest jego zdolność interoperacyjnego współdziałania z innymi systemami (rejestrami).

Ze względu na charakter niniejszego przewodnika zaprezentowano przykłady harmonizacji danych dla kilku podstawowych klas obiektów budujących LMN, a równocześnie należących do innych państwowych rejestrów, bez szerszej dyskusji dotyczącej jakości i aktualności danych w różnych rejestrach. Jakość danych powinna być weryfikowana niezależnie od przedstawionych metod technicznej harmonizacji elementów zbioru danych.

1.2.3. Wykorzystanie zbiorów Ewidencji Gruntów i Budynków

Jedną z najważniejszych klas obiektów w LMN jest warstwa działek ewidencyjnych. Działki ewidencyjne stanowią również podstawowy element rejestru Ewidencji Gruntów i Budynków (EGiB), prowadzonego na mocy rozporządzenia przez starostów lub prezydentów miast na prawach powiatu. Bazy EGiB są prowadzone dla obszaru jednostki ewidencyjnej (w praktyce gminy) w różnych systemach informatycznych (ok. 30 różnych systemów w Polsce), a wspólnym mianownikiem w wymianie danych jest Standard Wymiany Danych Ewidencyjnych (SWDE) powołany Rozporządzeniem Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków. Standard ten definiuje m.in. model danych dla EGiB.

Aby dokonać technicznej harmonizacji działek ewidencyjnych między LMN a EGiB, należy wykonać kilka czynności (kroków).

Krok 1. Pozyskanie plików SWDE dla każdej jednostki ewidencyjnej (gminy) w nadleśnictwie.

Krok 2. Import tekstowych plików wymiany SWDE do formatu bazodanowego.

Krok 3. Selekcja działek stanowiących własność Skarbu Państwa w zarządzie LP– Nadleśnictwo X.

Krok 4. Konwersja struktury informacji z SWDE do LMN.

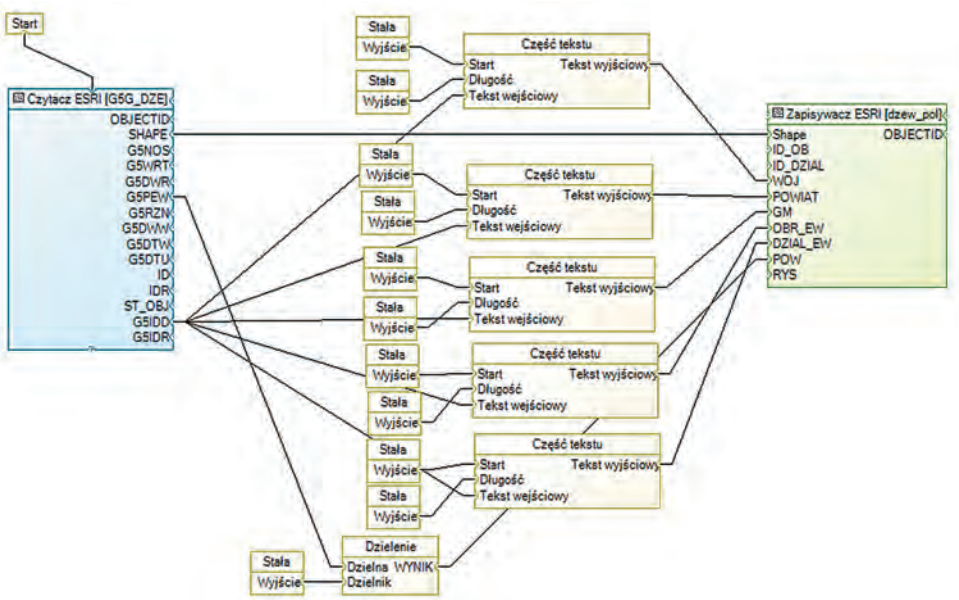
Krok 5. Transformacja układu współrzędnych z PUWG „2000" lub „1965" do PUWG „1992".

Krok 6. Agregacja danych z poszczególnych jednostek ewidencyjnych do całości obszaru nadleśnictwa.

Opisana ścieżka może dotyczyć wszystkich działek lub wybranych ich zestawów, a proces może być wykorzystywany zarówno w tworzeniu nowych warstw, jak i w aktualizacji istniejących. Proces może być wykonany krokowo przy użyciu różnego oprogramowania GIS lub zautomatyzowany dzięki odpowiednim mechanizmom wyspecjalizowanej aplikacji. Poniżej przedstawiono proces realizowany w aplikacji SprintMap®.ETL (Extract Transform and Load). Proces składa się z dwóch autonomicznych czynności.

Pierwsza z nich to import plików SWDE do formatu bazodanowego (geobazy). Pliki SWDE mogą zawierać różny zestaw informacji. Mogą być trzy podstawowe implementacje: 1) pliki z treścią mapy ewidencyjnej (geometrią); 2) pliki z rejestrem gruntów (opisem); 3) pliki łączne zawierające obydwie części (zintegrowane). W trakcie importu w aplikacji SprintMap®.ETL następuje kontrola syntaktyczna (składniowa) i semantyczna (znaczeniowa) importowanego zbioru, powstaje struktura bazodanowa, która jest wypełniana informacją z plików wymiany. Import plików SWDE można również prowadzić, stosując mechanizmy dostępne w Centralnym Systemie Lasów Państwowych, a wyniki importu mogą służyć w dalszych etapach procesu harmonizacji.

Druga czynność to wykonanie tranzycji (przejścia) między różnymi strukturami danych. Proces może realizować wszystkie lub wybrane z powyżej wymienionych kroków 3–6. Model tranzycji jest predefiniowany i może stanowić standardowy element konfiguracyjny dostarczony przez



Ryc. 1.1. *Przykład wizualnej konfiguracji tranzycji (przejścia) klasy działek ewidencyjnych w rejestrze EGiB w klasę działek ewidencyjnych w LMN*

producenta oprogramowania lub też może być definiowany samodzielnie przez użytkownika. Przykłady wizualnej konfiguracji elementów tranzycji, odpowiadających za zmianę struktury i znaczenia danych dla działek ewidencyjnych, przedstawiono na ryc. 1.1. Pozostałe elementy procesu tranzycji są definiowane pytaniem SQL o proces selekcji oraz wyboru aktualnego i docelowego układu współrzędnych dla procesu transformacji układu współrzędnych. Za proces integracji danych w zbiorze docelowym (Krok 6.) odpowiada mechanizm zapewniający integralność tworzonego zbioru.

Model przejścia przedstawiony na ryc. 1.1 jest uproszczony w stosunku do rzeczywistego. Nie uwzględniono w nim roli kilku relacji odpowiadających za informację o jednostce rejestrowej, właścicielu, udziale, własności, władaniu i innych. Te informacje są istotne z punktu widzenia modelu danych LMN (informacje przechowywane w tablicy SILP *f_parcel*) z wyjątkiem nielicznych sytuacji współwłasności, w przypadku LP wartości są stałe. Główną zatem korzyścią w przedstawionym modelu jest uzyskanie aktualnej warstwy działek ewidencyjnych bezpośrednio poprzez pliki wymiany SWDE, bez konieczności wgłębiania się w zawiłości struktur danych obydwu modeli danych.

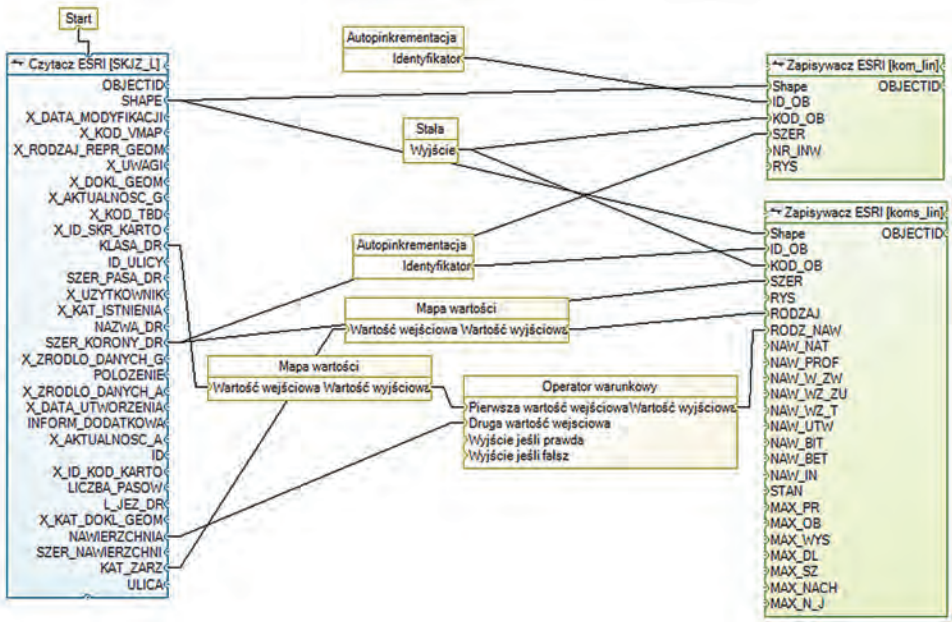
W praktyce proces można wykonać, aby zharmonizować między LMN a EGiB dane dotyczące:
1) granic gmin,
2) granic obrębów ewidencyjnych,
3) działek ewidencyjnych,
4) punktów załamań granic działek i punktów osnowy,
5) granic konturów użytków.

1.2.4. Wykorzystanie zbiorów Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT)

Innym ważnym dla tworzenia LMN państwowym rejestrem danych jest BDOT. W SLMN istnieje grupa warstw określanych wspólnym mianem „sytuacji zewnętrznej". Warstwy te powstawały zwykle przez przerysowanie wybranej treści map topograficznych. Obecnie na większości obszaru kraju można skorzystać z olbrzymiego zasobu danych topograficznych w formacie wektorowym gromadzonym w rejestrze BDOT. Dysponentem tych danych jest GUGiK i marszałkowie województw. 12 stycznia 2012 r. weszło w życie Rozporządzenie MSWiA z 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych. Definiuje ono m.in. strukturę i format wymiany danych dla zbiorów BDOT. Do czasu wejścia rozporządzenia zbiory BDOT standaryzowano na podstawie „Wytycznych Technicznych Baza Danych Topograficznych (TBD). Wersja 1.0 uzupełniona" (GUGiK). Korzystając z tych wytycznych, przedstawiono przykład harmonizacji klasy komunikacji jezdnej między BDOT a LMN.

Kroki postępowania są podobne jak w przypadku EGiB. Jednak z uwagi na charakter BDOT można pominąć kilka z nich, np.nie trzeba wykonywać konwersji układu współrzędnych, gdyż dla obydwu zbiorów obowiązuje układ „1992”, ani agregacji danych, gdyż powinny być ciągłe w całym zakresie. W praktyce może następować segmentacja na granicach opracowań, np. granicach województw i wtedy Krok 6 – Agregacja danych … – jest konieczny. W przypadku BDOT formatem wymiany danych jest zestandaryzowany zbiór zawierający pliki GML (Geography Markup Language), a model danych definiowany jest w schemacie aplikacyjnym. Konwersja tego zbioru do postaci bazodanowej umożliwia jego wykorzystanie na różnych platformach oprogramowania GIS. Zbiory BDOT pokrywają całość zasięgu działania nadleśnictwa, jednak na obszarze własności LP mają zwykle mniejszą szczegółowość niż LMN. Wynika to z faktu, że niektóre obiekty, jak linie oddziałowe czy drogi leśne niewidoczne na ortofotomapie, nie są kartowane przez topografów – przykład ryc. 1.2. Z tego względu zaleca się, aby importować do LMN tylko obiekty poza własnością LP. Natomiast niewątpliwą zaletą informacji o drogach w BDOT jest znacznie większa szczegółowość poza terenem LP oraz bogaty zestaw atrybutów, znacznie szerszy niż w LMN. Umożliwia on m.in. zbudowanie warstwy komunikacji do analizy sieciowej, która w przypadku SLMN jest zwykle niekompletna informacyjnie. Model zmiany struktury zbioru przedstawiono na ryc. 1.3.

Ryc. 1.2. *Różnice w opracowaniu sieci komunikacji między BDOT (kolor czerwony) a LMN (kolor czarny). Grunty LP (kolor zielony)*



Ryc. 1.3. *Przykład wizualnej konfiguracji tranzycji (przejścia) klasy odcinków komunikacji jezdnej z BDOT do dwóch klas LMN: komunikacji (*kom_lin*) i komunikacji do analiz sieciowych (*koms_lin*)*

Harmonizacja danych między BDOT a LMN może dotyczyć większości obiektów „sytuacji zewnętrznej", w szczególności:
1) cieków wodnych,
2) wód powierzchniowych,
3) komunikacji jezdnej, kolejowej i pieszej,
4) obszarów zabudowy,
5) lasów innej własności,
6) punktów użyteczności publicznej,
7) wielu innych.

1.2.5. Użycie mechanizmów ETL w procesie harmonizacji innych rejestrów

Opisane powyżej przykłady harmonizacji dotyczą doraźnej, praktycznej formy czerpania informacji z rejestrów państwowych w celu zasilania LMN istniejącymi już danymi poprzez mechanizm aplikacyjny ETL z wykorzystaniem plików wymiany. Pełna harmonizacja wymienionych rejestrów jest możliwa na drodze międzyinstytucjonalnego uzgodnienia i zagwarantowania dostępu do danych dzięki określonym rozwiązaniom technicznym, głównie usługom sieciowym. Taka forma harmonizacji wy-

maga dobrej specyfikacji produktów i usług dla wszystkich uczestników procesu oraz stworzenia stosownych ram prawnych.

Skuteczność i przydatność harmonizacji danych jest jednak uwarunkowana ich jakością. Nieaktualne lub niewiarygodne dane uzyskiwane z zewnętrznej instytucji mogą przysporzyć kłopotów i strat gospodarczych, dlatego ocena jakości i przydatności danych jest niezbędnym elementem procesu harmonizacji. Systemowa i pełna ocena jakości danych jest niekiedy zaniedbywana przez instytucje lub prowadzona fragmentarycznie. Powszechny jest brak opisu jakości danych, potrzebnego do oceny przydatności danych. Brak zaufania do danych lub ich niejednorodność to podstawowe, oprócz uwarunkowań prawnych, bariery interdyscyplinarnego wykorzystania danych.

Poza wspomnianymi standardowymi formatami wymiany danych (pliki SWDE i GML) istnieją inne formy wymiany informacji między systemami GIS. Należy tu wymienić przede wszystkim formaty najpopularniejszych programów do prowadzenia EGiB: GeoInfo oraz EWMapa. Programy te, oprócz standardowych plików SWDE przenoszących informację o EGiB, umożliwiają zapis informacji związanych z GESUT czy mapą zasadniczą w postaci zdefiniowanych plików tekstowych. Użycie jawnych plików tekstowych pozwala stworzyć mechanizmy bezstratnego importu po stronie innego systemu. Dzięki temu możliwe jest wykorzystanie informacji w procesie harmonizacji.

Ryc. 1.4. *Schemat działania aplikacji SprintMap.ETL z harmonizacją danych z różnych rejestrów*

Plikami wymiany posługuje się niewielu użytkowników, toteż mało jest konwerterów takich danych. Jednak stosowany w nadleśnictwach SprintMap.ETL (ryc. 1.4) ma wbudowane mechanizmy importu dla formatów wymiany takich, jak:

- SWDE
- GML (BDOT)
- TANGO (system GeoInfo)
- EW Mapa
- TERYT
- PRG
- PRNG
- NMT (standard GUGiK/LPIS)
- Inne (TAB MapInfo, dxf, dgn, dwg, txt, xls…)

Mechanizmy importu umożliwiają przeniesienie informacji gromadzonej w państwowych rejestrach na platformę GIS obsługującą LMN oraz harmonizację tych danych z LMN, rozumianą jako dopełnienie i współdziałanie ze zbiorami tworzonymi na wewnętrzne potrzeby LP.

2.
Praca z leśną mapą numeryczną

2.1. Standard Leśnej Mapy Numerycznej

TOMASZ GRZEGORZEWICZ

2.1.1. Wstęp

W marcu 2010 r. oddano do użytku mapę numeryczną Nadleśnictwa Celestynów. Było to ostatnie nadleśnictwo, w którym zaczęto stosować mapę w formie cyfrowej, dlatego datę tę przyjęto jako zakończenie procesu wdrażania leśnej mapy numerycznej (LMN). Trwał on niespełna 10 lat i regulowany był Zarządzeniem nr 74 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 23 sierpnia 2001 r. w sprawie zdefiniowania standardu leśnej mapy numerycznej dla poziomu nadleśnictwa oraz wdrażania systemu informacji przestrzennej w nadleśnictwach.

21 listopada 2011 r. weszło w życie Zarządzenie nr 55 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie Instrukcji Urządzania Lasu. Tym samym zaczął obowiązywać nowy Standard Leśnej Mapy Numerycznej (SLMN). Stanowi on integralną część Instrukcji Urządzania Lasu (IUL), czyli jednego z trzech (obok Zasad Hodowli Lasu i Instrukcji Ochrony Lasu) najważniejszych dokumentów regulujących zasady prowadzenia gospodarki leśnej w Lasach Państwowych. W odróżnieniu od poprzedniego SLMN, który wchodził w skład części trzeciej IUL noszącej tytuł: „Zarządzenie i wytyczne dotyczące urządzania lasu", autorzy znowelizowanej IUL podjęli decyzję o włączeniu nowego SLMN do jej pierwszej części zatytułowanej: „Instrukcja sporządzania projektu planu urządzenia lasu dla nadleśnictwa". W ten sposób podkreślono rangę leśnej mapy numerycznej, jaką zyskała w ciągu lat jej funkcjonowania.

2.1.2. Przyczyny zmian w SLMN

Jak wspomniano we wstępie, SLMN wprowadzony zarządzeniem nr 74 obowiązywał na etapie wdrażania LMN i pod takim kątem został napisany. Regulował on zasady budowania LMN i kierowany był przede wszystkim do jej wykonawców, wskazując reguły, których mieli przestrzegać. Normował również zasady współpracy wykonawcy mapy z jej odbiorcą.

Z chwilą oddania ostatniej mapy do użytkowania pojawiła się konieczność ukierunkowania SLMN na kwestie związane z funkcjonowaniem LMN, nie tylko w nadleśnictwach, lecz również na wyższych szczeblach zarządzania w LP. Nie bez znaczenia dla powstania nowego SLMN był fakt, że poprzedni został napisany ponad 10 lat temu. Oznacza to, że w jego zapisach uwzględniono ówczesne realia związane np. z dostępem do technologii i rozwiązań informatycznych. Znalazło to odzwierciedlenie m.in. w opisie zagadnień:

- wyposażenie stanowiska operatora LMN w sprzęt informatyczny (m.in. monitor 17", skaner),
- konieczność zdefiniowania kilku struktur danych geometrycznych, m.in. w celu zapewnienia poprawnych relacji przestrzennych warstw LMN.

Obecnie dostęp do sprzętu komputerowego jest powszechny i znacznie łatwiejszy, a oprogramowanie typu GIS pozwala łatwiej zarządzać danymi niż było to możliwe kilka lat temu.

Istotnym przyczynkiem do napisania nowego SLMN było również przeprowadzenie w LP procesu centralizacji Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP), który w znacznym stopniu zrewolucjonizował możliwości organizacji danych przestrzennych. Dzięki temu nie tylko nastąpiła pełna integracja danych LMN z bazą SILP i utworzenie geobazy. Powstały również warunki do szerokiego dostępu pracowników jednostek organizacyjnych LP do map numerycznych za pośrednictwem przeglądarek internetowych. Stało się możliwe odejście od kilku struktur danych na rzecz jednej. Ponadto funkcjonalności serwera obsługującego dane geometryczne w SILP pozwoliły na ujednolicenie aplikacji wspomagających zarządzanie LMN i jej eksploatację, w tym również aktualizację.

Ważne dla nowego SLMN było też wejście w życie następujących przepisów ustawowych, które w znacznym stopniu wymuszają zmianę podejścia do danych geometrycznych, gromadzonych i wykorzystywanych w LP:

- Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej;
- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko;
- Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej.

Na ostateczny kształt nowego SLMN miały wpływ również prace nad nowelizacją IUL. Już sama decyzja o nowelizacji stała się przyczynkiem

do rozpoczęcia prac nad standardem, który, jak już wspomniano, stanowi integralną część instrukcji. Jedną z istotnych zmian związanych z nowelizacją IUL jest niewątpliwie wyłączenie z treści SLMN zapisów dotyczących zagadnień związanych z kartografią. Zostały one uregulowane w trzeciej części instrukcji pt. „Instrukcja techniczna sporządzania i wydruku map leśnych". Pozostałe zmiany w SLMN wynikające z nowelizacji IUL dotyczą głównie konieczności skoordynowania niektórych jego zapisów z zapisami instrukcji. Przede wszystkim chodzi o definicję warstw LMN, dokładności pozyskiwania danych w nich przechowywanych i ich aktualizacji.

2.1.3. Różnice w zapisach SLMN między standardami obowiązującymi obecnie a poprzednio

SLMN został wprowadzony zarządzeniem nr 74, powstał ponad 10 lat temu i miał służyć zarówno wykonawcom LMN, jak również jej użytkownikom (nadleśnictwom) do sprawnego przeprowadzenia procesu wdrożenia map numerycznych. Z tego względu zawierał on zapisy dotyczące m.in.:

a) źródeł danych, jakie należało wykorzystywać do wykonania LMN;
b) opisów struktur danych geometrycznych;
c) organizacji prac związanych z odbiorem od wykonawcy danych LMN, w tym ich kontrolą i instalacją w nadleśnictwach;
d) eksploatacji LMN:
   – aktualizacji i zabezpieczania danych,
   – wyposażenia stanowiska osoby zarządzającej mapą numeryczną w nadleśnictwie (operatora LMN),
   – specyfikacji dotyczącej funkcjonalności przeglądarki LMN.

W nowym SLMN zrezygnowano z regulowania niektórych fragmentów wymienionych zagadnień, w tym:

a) z definicji funkcjonalności przeglądarki, którą wykonawcy LMN przekazywali do nadleśnictw; obecnie dane LMN są prezentowane za pośrednictwem przeglądarki sieciowej stanowiącej jedną z kilku aplikacji udostępnianych przez geoserwer obsługujący dane geometryczne w SILP;
b) minimalnych wymagań co do stanowiska operatora LMN w nadleśnictwie – kiedy powstawał poprzedni SLMN, dostęp do sprzętu informatycznego nie był powszechny; obecnie sytuacja ta uległa radykalnej zmianie;
c) organizacji prac na styku wykonawca–odbiorca LMN – obecnie mapy nadleśnictw podlegają weryfikacji i aktualizacji w toku prac nad projektem planu urządzenia lasu (PUL), na zasadach podobnych do tych, na których są weryfikowane i aktualizowane pozostałe dane będące przedmiotem prac taksacyjnych. Ponadto wiedza na temat funkcjonowania map numerycznych stała się dość powszechna, również

wśród pracowników nadleśnictw. Uznano więc, że nie ma potrzeby, aby traktować mapy numeryczne inaczej niż pozostałe dane, np. poprzez powoływanie odrębnej komisji do ich odbioru od wykonawcy projektu PUL.

Pozostałe zagadnienia uregulowano, zmieniając sposób podejścia do nich (więcej na ten temat w dalszej części rozdziału).

W nowym SLMN odstąpiono również od regulacji zagadnień dotyczących kartografii. Poprzedni standard zawierał zapisy definiujące kolory, legendy i symbole, które wykonawcy projektów PUL mieli wykorzystywać na drukowanych przez nich mapach zdefiniowanych w IUL. Były one jednak dość nieprecyzyjne i zbyt ogólne – to spowodowało, że wykonywane na ich podstawie materiały kartograficzne stały się w dużej mierze niejednolite. Dlatego, kierując się również troską o tradycje związane z tzw. kartografią leśną, powzięto decyzję o kompleksowym uregulowaniu zagadnień dotyczących drukowanych map leśnych. W ten sposób powstał odrębny dokument zatytułowany: „Instrukcja techniczna sporządzania i wydruku map leśnych", który stał się trzecią częścią IUL. Nawiązuje on w swych zapisach do wcześniejszych IUL oraz do wzorców stosowanych w instrukcjach kartograficznych wykorzystywanych w geodezji.

Zrezygnowano również z zamieszczania w nowym standardzie słownika obiektów, który stanowił treść załącznika 6 poprzedniego SLMN. Słownik ten w rzeczywistości był wydrukiem tablicy kodowej zapisanej w bazie SILP. Tablica ta, z racji dopisywania do niej kolejnych kodów dla nowych obiektów, jakie chciano przechowywać w LMN, była przyczyną dezaktualizacji treści wspomnianego załącznika, a tym samym całego standardu.

W dość istotnym stopniu uległ zmianie zakres danych przechowywanych w LMN i sposób ich organizacji. Zgodnie z zapisami standardu z 2001 r., dane LMN miały postać trzech odrębnych struktur. Pierwsza, tzw. struktura wykonawcy, służyła jako format wymiany danych między wykonawcą LMN a nadleśnictwem. Pozostałe dwie struktury, tak zwane aktualizacji i warstw pochodnych, funkcjonowały w nadleśnictwach. Struktura aktualizacji została, jak z samej nazwy wynika, utworzona na potrzeby aktualizacji LMN. Struktura warstw pochodnych była wykorzystywana jako źródło do prezentacji danych w przeglądarkach LMN. Główne przyczyny takiego sposobu organizacji danych w poprzednim SLMN to:

1. Brak rozwiązań sieciowych, które pozwoliłyby na jednoczesne zdalne zarządzanie i udostępnianie LMN jej użytkownikom; stąd podział danych na strukturę aktualizacji i warstw pochodnych.
2. Ograniczony dostęp do rozwiązań informatycznych (aplikacji GIS) pozwalających na obsługę zależności topologicznych w ramach poszczególnych warstw geometrycznych i między warstwami; stąd utworzenie struktury wykonawcy i aktualizacji, które ułatwiały zachowanie wspomnianych zależności topologicznych. Było to możliwe dzięki zastoso-

waniu rozwiązania polegającego na zdefiniowaniu w tych strukturach warstw, które łączyły w sobie dane pozwalające na generowanie z nich kilku warstw pochodnych spójnych topologicznie. Na przykład: warstwa w strukturze wykonawcy o nazwie „obiekty podstawowe" przechowywała obiekty stanowiące najmniejsze wspólne części dla danych pochodzących z ewidencji gruntów i budynków oraz podziału lasów zarządzanych przez LP na wydzielenia. Każdy z obiektów tej warstwy miał przypisane atrybuty w postaci: adresu administracyjnego, numeru działki ewidencyjnej, numeru konturu użytku gruntowego i adresu leśnego wydzielenia. Przy założeniu, że warstwa ta była poprawna topologicznie (obiekty warstwy nie nachodziły na siebie lub się nie rozchodziły), generowano z niej warstwy:

– województw,
– powiatów,
– gmin,
– obrębów ewidencyjnych,
– działek ewidencyjnych,
– konturów użytków gruntowych,
– regionalnych dyrekcji LP,
– nadleśnictw,
– obrębów leśnych,
– leśnictw,
– oddziałów,
– wydzieleń.

Warstwy takie zachowywały poprawne relacje topologiczne zarówno między obiektami w warstwach, jak i między wygenerowanymi warstwami.

Wszystkie wymienione wcześniej struktury danych różniły się:

– liczbą warstw,
– nazwami plików stanowiących zapis warstw na nośnikach danych,
– strukturami wewnętrznymi,
– atrybutami.

Zastosowane w scentralizowanym SILP rozwiązania informatyczne usunęły przyczyny, dla których stworzono przywołane powyżej struktury. Pozwoliły one na zorganizowanie danych w jednej strukturze, w której warstwy zachowują zdefiniowane w geobazie relacje topologiczne. Znalazło to odzwierciedlenie w nowym standardzie, w którym zawarto opisy warstw przechowywanych w jednej strukturze, czyli geobazie SILP.

2.1.4. Analiza treści Standardu Leśnej Mapy Numerycznej

Treść obecnie obowiązującego SLMN zamieszczono w rozdziale VII części 1 IUL i nie stanowi, w przeciwieństwie do poprzedniego standardu, odrębnego zarządzenia Dyrektora Generalnego LP. Składa się z preambuły i podrozdziałów:

1. Układy odniesień przestrzennych
2. Struktura, format i typy danych
3. Źródła danych i ich zasięg przestrzenny
4. Zarządzanie i aktualizacja LMN
5. Definicje danych przestrzennych LMN

Preambuła zawiera stwierdzenie sankcjonujące integrację LMN z SILP. Zapis ten niesie za sobą pewne określone konsekwencje. Oznacza on bowiem, że jako część SILP, leśna mapa numeryczna podlega tym samym rygorom związanym z bezpieczeństwem dostępu do danych (np. konieczność autoryzacji użytkowników) lub ich archiwizacją (wykonywanie kopii zapasowych, ich zabezpieczanie itp.). Z tej przyczyny zrezygnowano z umieszczania w SLMN zapisów dotyczących powyższych zagadnień. Wyjątek stanowią tu zapisy odnoszące się do aktualizacji LMN, która wciąż jeszcze może być wykonywana niezależnie od aktualizacji danych opisowych systemu LAS.

Nie uległy zaś zmianie zapisy dotyczące układów odniesień przestrzennych przyjętych dla danych geometrycznych LMN. Podobnie jak w poprzednim SLMN, są to odpowiednio:
– układ współrzędnych płaskich prostokątnych „1992”,
– układ wysokości „Kronsztad 1986”.

Zasadnicza zmiana dokonała się w kwestii związanej ze strukturą danych, ich formatem oraz typami. Poprzedni SLMN szczegółowo opisywał struktury warstw LMN. W obecnym standardzie ograniczono się wyłącznie do stwierdzenia, że *struktury danych geometrycznych LMN przechowywane są w bazie danych Systemu Informatycznego Lasów Państwowych*. Zdecydowano, że opis struktur geobazy nie powinien podlegać standaryzacji, ponieważ stanowi on element dokumentacji technicznej SILP.

Zastosowanie danych przestrzennych w centralnym SILP do obsługi modułu Spatial Data Blade, stanowiącego element bazy danych IBM Informix Dynamic Serwer spowodowało, że odstąpiono od przechowywania danych w formacie ESRI Shapefile na rzecz formatu zgodnego ze specyfikacją Open GIS Consortium (OGC). Ponadto rozszerzono zakres stosowanych typów danych z trzech podstawowych (punkty, linie i poligony) o kolejne typy:
– kolekcje punktów jako pojedynczy obiekt (tzw. multipunkty),
– kolekcje linii jako pojedynczy obiekt (tzw. multilinie),
– kolekcje poligonów jako pojedynczy obiekt (tzw. multipoligony).

Poprzedni SLMN nie wskazywał bezpośrednio na możliwość przechowywania w LMN takich typów danych, co w niektórych sytuacjach stwarzało pewne problemy techniczne i merytoryczne. Wpisanie do standardu wymienionych wcześniej typów danych może całkowicie rozwiązać takie problemy.

Obecny SLMN w istotny sposób zmienia podejście do źródeł danych dla LMN. Wcześniejszy SLMN definiował źródła danych ukierunkowane na wykonawców map. Wskazywał, jakie dane należało wykorzystać przy

tworzeniu danych geometrycznych. Dzielił je na tzw. podkład geodezyjny i podkład urządzeniowy. Zakładał, że właściwie jedynym dostarczycielem danych potrzebnych do stworzenia LMN są jednostki organizacyjne LP i wykonawca mapy. Wyjątek stanowiły dane pochodzące z ewidencji gruntów i budynków, ale nawet w tym wypadku dopuszczano wytworzenie danych w postaci numerycznej przez wykonawcę mapy w sytuacji, gdy dane znajdujące się w powiatowych ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej miały formę wyłącznie analogową. Takie podejście do źródeł danych było uzasadnione, ponieważ:

– dostęp do danych w postaci numerycznej był bardzo ograniczony lub niemożliwy,
– wiele ówczesnych zasobów danych istniało wyłącznie w postaci analogowej,
– nie było uregulowań prawnych umożliwiających szerszą wymianę danych między różnymi instytucjami.

Obowiązujący SLMN wyróżnia dwa podstawowe źródła danych dla LMN.

1. Dane wewnętrzne, wytwarzane w ramach kompetencji, które mają jednostki organizacyjne LP. Ujmując to w skrócie, są to wszystkie dane o charakterze przestrzennym, powstające w toku prowadzenia szeroko rozumianej gospodarki leśnej, w tym również w czasie prac nad projektem Planu urządzenia lasu.
2. Dane zewnętrzne, istotne dla funkcjonowania LP i prowadzenia gospodarki leśnej, wytwarzane w ramach kompetencji innych instytucji niż jednostki LP. Do tej grupy danych źródłowych należą np. dane z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, wytwarzane i gromadzone przez służby geodezyjne różnego szczebla.

Taki podział danych źródłowych wynika z następujących przesłanek:

1. Kierując się założeniami ustawy z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej, dotyczącymi między innymi harmonizacji danych i ich interoperacyjności, należy, z jednej strony, unikać wytwarzania danych przestrzennych będących domeną innych organów, z drugiej zaś – dążyć do zachowania zgodności między zasobami pochodzącymi z różnych źródeł.
2. W związku z przepisami dotyczącymi dostępu do informacji publicznej (Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej) i informacji o środowisku (Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko) istotne stało się wyraźne wskazanie, które z wykorzystywanych w LMN danych są wytwarzane w ramach kompetencji jednostek organizacyjnych LP (tym samym owe jednostki są odpowiedzialne za jakość danych w sytuacji obowiązku ich udostępnienia).

W nowym SLMN w znacznym stopniu zmieniono podejście do kwestii zarządzania danymi i ich aktualizacji. Zapisy poprzedniego standardu regulowały zagadnienia z tego zakresu następująco:

– dane LMN zarządzane były wyłącznie z poziomu nadleśnictwa;

– zarządzaniem danych zajmowały się wyznaczone osoby, tzw. operatorzy LMN;
– aktualizacje danych LMN należało wykonywać równolegle do aktualizacji SILP;
– do aktualizacji należało wykorzystywać aplikację Aktualizator LMN;
– każda aktualizacja LMN musiała być zakończona wykonaniem kontroli danych;
– nadleśnictwa mogły wykonywać aktualizacje LMN własnymi siłami lub zlecać jej wykonanie podmiotom zewnętrznym.

Pomimo że zapisy te były dość precyzyjne i normowały wiele spraw związanych z zarządzaniem i aktualizacją LMN, w rzeczywistości ich realizacja okazała się jednak bardzo kłopotliwa. Można wskazać kilka przyczyn, między innymi:
– trudności z prawidłowym funkcjonowaniem aplikacji Aktualizator LMN;
– zbyt duża liczba warstw do aktualizowania i ich skomplikowana struktura (wspomniana wcześniej konieczność przechodzenia ze struktury warstw pochodnych do struktury aktualizacji);
– braki w wyszkoleniu osób odpowiedzialnych za wykonanie aktualizacji;
– nieprecyzyjne zapisy dotyczące terminu wykonywania aktualizacji.

W praktyce aktualizacja LMN przebiegała następująco:
– nadleśnictwa zlecały jej wykonanie podmiotom zewnętrznym lub wykonywały ją samodzielnie, wykorzystując do tego aplikację Aktualizator LMN (własność LP) lub dostępne na rynku aplikacje komercyjne przeznaczone do ogólnych zastosowań GIS lub aplikacje komercyjne dedykowane do obsługi LMN;
– aktualizację LMN wykonywano zwykle do końca pierwszego kwartału danego roku lub nawet później;
– aktualizowano tylko niektóre warstwy LMN (zwykle te, w których konieczność aktualizacji wynikała z przeprowadzonych w nadleśnictwie czynności gospodarczych).

Mając na względzie przeszkody i wypracowane praktyki związane z zarządzaniem i aktualizacją LMN, zapisy nowego SLMN dzielą dane geometryczne na dwie grupy danych, dane podstawowe (zarządzane przez nadleśnictwa) i dane stałe globalne (zarządzane przez rdLP i DGLP). Podział ten ma na celu zdjęcie z nadleśnictw obowiązku aktualizacji wszystkich danych LMN, powierzając im odpowiedzialność za jakość tylko tych warstw, których aktualność w najwyższym stopniu zależy od realizowanych przez nie zadań.

Nowy SLMN zobowiązuje nadleśnictwa do aktualizacji danych podstawowych co najmniej raz w roku, do końca pierwszego kwartału danego roku. Wyjątek stanowi ostatni rok obowiązywania PUL, w którym nadleśnictwa nie wykonują aktualizacji.

Ponadto zapisy SLMN wskazują kierowników jednostek organizacyjnych LP jako odpowiedzialnych za aktualizację danych. Są oni również zo-

bowiązani do wyznaczenia w kierowanych przez siebie jednostkach jednej lub kilku osób, których zadaniem jest zarządzanie LMN.

W nowym SLMN zrezygnowano z zapisów dotyczących sposobu organizacji prac związanych z aktualizacją LMN. Tym samym pozostawiono kierownikom jednostek dowolność w kwestiach związanych z doborem, m.in. oprogramowania do aktualizacji LMN oraz sił i środków służących do tej aktualizacji.

Dokonując podsumowania zagadnienia zarządzania danymi LMN, nowy standard:

- precyzuje termin wykonywania aktualizacji danych podstawowych;
- przenosi część odpowiedzialności za prawidłowe funkcjonowanie SIP LP na wyższe poziomy zarządzania;
- liberalizuje zasady organizacji sposobu przeprowadzania aktualizacji LMN, ograniczając się wyłącznie do wskazania na obowiązek terminowego jej wykonywania.

Bez wątpienia najistotniejszym elementem każdego systemu informacji przestrzennej są dane geometryczne w nim gromadzone i przechowywane. W porównaniu z poprzednim standardem obecnie obowiązujący reprezentuje diametralnie różne podejście do tego zagadnienia. Dotychczasowy SLMN opisywał dane LMN, kładąc duży nacisk na opis techniczny ich struktur. Zawierał on, poza definicjami obiektów składających się na poszczególne warstwy mapy numerycznej, szczegółową dokumentację techniczną ich tabel atrybutów. Wskazywał także formaty plików, w których poszczególne dane były przechowywane. Ponadto zakładał podział danych na trzy wspomniane wcześniej struktury: wykonawcy, warstw pochodnych i aktualizacji. Dodatkowo dzielił dane na obligatoryjne, fakultatywne o określonej strukturze i fakultatywne o nieokreślonej strukturze. W nowym standardzie całkowicie zrezygnowano z opisów struktur tabel atrybutów warstw, zakładając, że są one elementem dokumentacji technicznej SILP. W zamian za to skupiono się na zdefiniowaniu danych w możliwie szerokim aspekcie. Każda warstwa LMN została opisana w postaci tabeli, w której zawarto:

- nazwę warstwy LMN;
- nazwę tabeli systemu LAS przechowującą geometrię obiektów warstwy;
- określenie wymiarowości obiektów warstwy;
- definicje obiektów przechowywanych w warstwie;
- jednostkę organizacyjną LP zarządzającą warstwą;
- opis relacji przestrzennych zachodzących między obiektami w ramach warstwy i między warstwami;
- opis relacji atrybutowych zachodzących między tabelami przechowującymi dane geometryczne a tabelami przechowującymi atrybuty obiektów warstwy;
- progowe dokładności dla tworzenia obiektów warstwy;
- atrybuty opisujące obiekty warstwy.

Tabela 2.1. Elementy składowe warstwy wydzieleń

Wydzielenia	
Tabela	G_SUBAREA
Wymiarowość	Poligon, MultiPoligon
Definicja	Obiekty reprezentujące wydzielenia
Zarządzanie	Nadleśnictwo
Zależności geometryczne	Granice wydzieleń muszą zawierać się w granicach oddziałów właściwych dla ich lokalizacji. Tolerancja błędu położenia wierzchołków warstwy, w stosunku do przebiegu granic oddziałów, wynosi 2 cm. Poligony wydzieleń muszą pokrywać poligony oddziałów właściwych dla ich lokalizacji. Poligon wydzielenia musi się zawierać w granicach poligonu użytku ewidencyjnego. Wyjątek od tej reguły stanowią wydzielenia zlokalizowane na kilku działkach. Obiekty w ramach warstwy nie mogą się nakładać i rozchodzić.
Zależności atrybutowe	Każdy obiekt powinien mieć odpowiednik w tabeli wydzieleń bazy systemu LAS
Dokładność	IUL Część 1 § 17 pkt. 1–3
Atrybuty	Wewnętrzny identyfikator poligonu wydzielenia
	Unikalny numer wewnętrzny dla podziału gospodarczego lasu

Taki sposób definiowania danych przestrzennych ma następujące zadania:
- wskazuje, gdzie określona warstwa LMN została umiejscowiona w geobazie SILP,
- definiuje merytoryczny zakres danych przechowywanych w warstwie i techniczny sposób ich zapisu,
- określa poziom zarządzania danymi, sankcjonując podział danych na podstawowe (zarządzane przez nadleśnictwa) i dane stałe globalne (zarządzane przez rdLP i DGLP),
- określa warunki poprawności danych, wskazując dokładność, z jaką należy je pozyskiwać, a także relacje przestrzenne i atrybutowe, jakim podlegają, a w konsekwencji definiuje zakres kontroli, jakim dane LMN powinny podlegać.

Poza szczegółowymi definicjami danych przestrzennych LMN standard definiuje pojęcia przyjęte do określania:
- wymiarowości obiektów na warstwach (punkt, linia, poligon, multipunkt, multilinia, multipoligon),
- zależności przestrzennych obiektów na warstwach i między warstwami (zawieranie, pokrywanie, nakładanie, rozchodzenie, przecinanie, łączenie).

SLMN wprowadza również podział danych przestrzennych na kategorie tematyczne i przypisuje do każdej z nich poszczególne warstwy:

a) kategoria – ewidencja gruntów i budynków, do której należą następujące warstwy LMN:
   – graniczniki
   – użytki ewidencyjne w działce
   – działki ewidencyjne
   – obręby ewidencyjne
   – gminy
   – powiaty
   – województwa
   – budynki
b) kategoria – ewidencja leśna, zawierająca warstwy LMN:
   – wydzielenia
   – oddziały
   – leśnictwa
   – obręby leśne
   – nadleśnictwa
   – regionalne dyrekcje LP
   – lokalizacje siedzib leśnictw
   – lokalizacje siedzib nadleśnictw
   – lokalizacje siedzib RDLP
c) kategoria – sytuacja na terenach w zarządzie LP, do której należą następujące warstwy LMN:
   – drogi
   – cieki
   – infrastruktura liniowa
d) kategoria – obiekty związane z opisem taksacyjnym, zawierająca warstwy LMN:
   – wydzielenia siedliskowe
   – osobliwości przyrodnicze
   – powierzchnie niestanowiące wyłączeń
e) kategoria – obiekty wynikające z planów oraz zdarzeń gospodarczych i losowych – do której należą następujące warstwy LMN:
   – działki zrębowe
   – kierunki cięć
   – powierzchnie próbne (moduł punktu próbnego)
   – granice pożaru
   – miejsca powstania pożaru
f) kategoria – inne obiekty istotne do prowadzenia gospodarki leśnej – zawierająca warstwy LMN:
   – strefy operacyjne jednostek straży pożarnej
   – obwody łowieckie
   – mezoregiony przyrodniczoleśne
   – regiony pochodzenia leśnego materiału podstawowego

– leśny materiał podstawowy
– formy ochrony przyrody
– szlaki turystyczne
– inne obiekty punktowe
– inne obiekty powierzchniowe

g) kategoria – elementy kartograficzne – zawierająca warstwy LMN:
– lokalizacja opisów wydzieleń
– lokalizacja opisów oddziałów.

Analizując powyższy zakres warstw składających się na LMN, można zauważyć, że (poza kilkoma wyjątkami) merytorycznie jest on zbliżony do struktury warstw pochodnych poprzedniego standardu. Zrezygnowano mianowicie z przechowywania danych określanych w poprzednim standardzie mianem fakultatywnych. Dotyczyły one przede wszystkim danych numerycznego modelu terenu i szkółek, które w praktyce były rzadko wykonywane i wykorzystywane.

Podsumowując niniejszy rozdział, należy stwierdzić, że obecny SLMN znacznie różni się od swojego poprzednika, głównie pod względem podejścia do zagadnień związanych z funkcjonowaniem SIP LP. Różnice te wynikają przede wszystkim z tego, że oba standardy zostały napisane w nieco innym celu, dlatego nie można ich porównywać w kategoriach: lepszy–gorszy. Standard z 2001 r. spełnił swoje zadanie jako dokument regulujący wdrażanie LMN w nadleśnictwach; dobrze przygotował leśną mapę numeryczną do połączenia z SILP. Na ocenę obecnego standardu jest jeszcze za wcześnie. Niedługo się okaże, jak sprawdzi się on w praktyce. Pozostaje mieć nadzieję, że dobrze przysłuży się funkcjonowaniu i rozwojowi systemu informacji przestrzennej LP i będzie godnym następcą swego poprzednika.

2.2. Współpraca RDLP i nadleśnictwa z wykonawcą Planu Urządzenia Lasu w zakresie danych przestrzennych

BOŻYDAR NEROJ
ANDRZEJ TALARCZYK

2.2.1. Wstęp

Zgodnie z § 1. Instrukcji urządzania lasu: *Podstawowym celem planowania urządzeniowego jest opracowywanie projektów planów urządzenia lasu zgodnie z wymogami przepisów prawa oraz wymogami trwale zrównoważonej gospodarki leśnej, z odpowiednim uwzględnieniem oczekiwań społecznych w sprawie ochrony środowiska i racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody*. Realizacja tego celu nie jest możliwa bez ścisłej współpracy wykonawcy projektu Planu Urządzenia Lasu (PUL) z RDLP i nadleśnictwem.

Prezentowane w niniejszym rozdziale zagadnienia są jednym z elementów przygotowania projektu PUL i konieczne jest naświetlenie całego procesu tworzenia planu, aby właściwie opisać kwestie związane z wymianą danych przestrzennych, ich tworzeniem, aktualizowaniem i kontrolą. W obecnie tworzonych PUL dane przestrzenne są używane na każdym etapie tworzenia planu. Nie można traktować ich jako produktu stanowiącego osobną część planu. Dodatkowo, w związku ze zmianą Instrukcji urządzania lasu (IUL), zatwierdzonej 22 listopada 2011 r. Zarządzeniem nr 55 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych, pojawiły się nowe wymagania dotyczące danych przestrzennych, które spowodują zmiany w procesie tworzenia PUL. Wprowadzono nowy Standard Leśnej Mapy Numerycznej (SLMN), który różni się istotnie od obowiązującego wcześniej, także po ostatniej aktualizacji z 2005 r. Do najistotniejszych zmian należy zaliczyć zrezygnowanie ze struktury warstw wykonawcy, które to warstwy były przez ostatnie lata podstawowym materiałem, podlegającym kontroli i odbiorowi na etapie prac urządzeniowych. W chwili przygotowywania niniejszej publikacji brak jeszcze doświadczeń związanych z procesem tworzenia projektu PUL zgodnie z nową instrukcją i zapisami nowego standardu. Z pewnością nowa instrukcja wyprzedziła znacznie zawartość SILP i oprogramowanie służące do kontrolowania i obsługi map numerycznych. Należy mieć nadzieję, że w nieodległym czasie wykonawcy PUL i nadleśnictwa otrzymają pakiet niezbędnego oprogramowania pozwalającego na przeprowadzenie procesu wymiany danych przestrzennych w okresie tworzenia PUL oraz jego kontrolę na etapie odbioru prac.

Historycznie, analizując współpracę wykonawców i odbiorców PUL, można zauważyć znaczną ewolucję stosowanych praktyk. Początkowo obie

Ryc. 2.1. *Pracownicy Nadleśnictwa Legnica, RDLP we Wrocławiu i wykonawcy prac z BULiGL Oddział w Brzegu w czasie odbioru LMN (z archiwum Piotra Kyca)*

strony nie miały wielu doświadczeń i ograniczały się do prostych czynności kontrolnych. Tworzenie mapy numerycznej odbywało się u wykonawcy i dopiero na etapie odbioru mapy dochodziło do kontroli i przekazania mapy do RDLP. Kontrola polegała na sprawdzeniu zgodności geometrycznej i atrybutowej za pomocą aplikacji kontrolnej LMN. Z czasem wiedza i potrzeby spowodowały zwiększenie liczby elementów zamieszczanych w mapie numerycznej i zależności między nimi, a co za tym idzie – rozszerzenie procesów kontrolnych. Etap tworzenia i przekazywania gotowej mapy zawierał coraz więcej uwag technicznych i merytorycznych.

Zdobywane przez kilkanaście lat doświadczenia pozwalają na sformułowanie wskazówek, jak postępować w trakcie tworzenia planu urządzenia lasu.

Zbudowanie map numerycznych zgodnych ze standardem dla całego zarządzanego obszaru należy uznać za duży sukces – zarówno LP i wykonawców PUL, jak również firm budujących oprogramowanie obsługujące tworzenie, aktualizację i przeglądanie map numerycznych, w powiązaniu z danymi opisowymi zawartymi w SILP.

2.2.2. Zakres i poziomy współpracy jednostek organizacyjnych LP z wykonawcą PUL

Prace nad projektem PUL dla nadleśnictwa rozpoczynają się jeszcze przed wyłonieniem wykonawcy. Dyrektor RDLP zwołuje Komisję Założeń Planu (KZP), na której określa się zakres prac do zrealizowania w trakcie tworzenia nowego projektu PUL. Wykonanie projektu planu spoczywa na wykonawcy, jednak na każdym etapie realizacji opracowania konieczna jest współpraca ze zleceniodawcą. Z formalnego punktu widzenia możemy wyróżnić współpracę na dwóch poziomach: RDLP i nadleśnictwa. Współpracę z RDLP można podzielić na etapy: (1) początkowy – przekazanie niezbędnych do rozpoczęcia pracy materiałów, (2) kontroli w trakcie wykonywania prac terenowych, (3) przygotowania i przeprowadzenia narady techniczno-gospodarczej (NTG) i komisji projektu planu (KPP) oraz (4) zakończeniowy – kontroli i przyjmowania gotowego projektu PUL. W ramach wymienionych etapów interesujące nas zagadnienia dotyczące danych przestrzennych skupiają się w pierwszym i czwartym etapie. Okresy pośrednie odnoszą się do innych zagadnień związanych z tworzeniem planu i w mniejszym zakresie związane są z wymianą danych przestrzennych.

Współpraca wykonawcy z nadleśnictwem ma nieco inną specyfikę i zakres. Analizując etapy prac, na które składa się proces tworzenia PUL, współpraca nadleśnictwa i wykonawcy planu w okresie jego opracowania jest ciągła i wymaga od obydwu stron kontaktów i uzgodnień, prowadzących do osiągnięcia kompromisu między ograniczeniami wynikającymi z ochrony przyrody a niezbędnymi działaniami gospodarczymi. Nie do przecenienia jest rola nadleśniczego i kierownika zespołu wykonującego

projekt PUL. Ich współpraca pozwala na optymalizację i koordynację zakresu działań ujmowanych w planie. Wynika to z faktu, że plan zawiera opisy i wskazanie kierunków realizacji zadań z wszystkich dziedzin leśnictwa, a część z nich (np. obiekty selekcji nasiennej, uboczne użytkowanie lasu, w tym gospodarka łowiecka) jest przyjmowana z dokumentacji przedstawionej przez nadleśnictwo. Ponadto można częściowo zastosować różne warianty intensywności planowanych działań, prowadzące do rozwiązań optymalnych (np. etaty użytkowania głównego). Dane przestrzenne – zarówno znajdujące się w nadleśnictwie, jak i tworzone przez wykonawcę – są materiałem, który może wspomagać podejmowanie decyzji nadających planowi ostateczny kształt podlegający zatwierdzeniu.

Wśród materiałów wchodzących w skład projektu PUL znajdują się też dane przestrzenne z zakresu ochrony lasu. Ich merytoryczne przygotowanie spoczywa na Zespole Ochrony Lasu (ZOL). Dane z tego zakresu przekazywane są wykonawcy projektu PUL i nadleśnictwu, z powiadomieniem RDLP. Najczęściej są to dane w postaci map analogowych. Jest to ważny materiał, będący podstawą aktualizacji mapy przeglądowej ochrony lasu.

2.2.3. Prace przygotowawcze do etapu Komisji Założeń Planu

Pierwszej analizy jakości i kompletności materiałów dokonuje się jeszcze przed wyłonieniem wykonawcy planu urządzenia lasu. Niezwykle ważna jest pełna zgodność stanu ewidencji gruntów nadleśnictwa z ewidencją powszechną, ponieważ projekt planu jest na niej budowany. Przekazanie danych z tego zakresu odbywa się poprzez import z bazy SILP do oprogramowania Taksator. W przypadku niezgodności danych ewidencyjnych z ewidencją powszechną lub standardem LMN, należy podjąć stosowne decyzje na etapie KZP. Trzeba tu przypomnieć, że ewentualne porządkowanie spraw stanu posiadania powinno być w zasadzie prowadzone niezależnie od projektu PUL. W takich przypadkach konieczne są dodatkowe uzgodnienia z wykonawcą projektu planu. Dobrą praktyką jest sprawdzenie w nadleśnictwie lub przy pomocy specjalistów GIS na poziomie regionalnej dyrekcji LP stanu materiałów pod względem ich zgodności geometrycznej, ewidencyjnej i położenia w przestrzeni.

Podstawowe elementy podlegające sprawdzeniu to:

- zgodność elementów warstw mapy numerycznej nadleśnictwa z opisem zawartym w SILP,
- kompletność powiązań warstwy obiektów podstawowych w zakresie atrybutów (przywiązanie działek, użytków, konturów),
- porównanie powierzchni systemowej obiektów geometrycznych z zapisaną powierzchnią powiązaną w opisie bazy danych SILP,
- położenie elementów mapy (działki, wydzielenia, elementy liniowe i punktowe) względem posiadanej ortofotomapy – w przypadku braku materiałów nowych, zakupionych na potrzeby PUL, materiał archiwal-

ny, na przykład dostępny w serwisach publicznych (najpopularniejszym jest geopotral.gov.pl),
- aktualność LMN pod kątem danych z warstw *in_pkt* (np. siedziby leśnictw, punkty dotyczące ochrony przeciwpożarowej, ochrony lasu, ochrony przyrody itp.),
- warstwa *in_pow* (np. poligony zasięgów obwodów łowieckich),
- warstwa elementów liniowych pod kątem właściwego kodowania obiektów i przypisanych atrybutów (zarówno pierwszej funkcji pełnionej przez element, jak i informacji dodatkowych, takich jak szlaki turystyczne, dojazdy pożarowe i inne).

Takie skontrolowanie mapy ułatwia sporządzenie SIWZ i określenie rozmiaru dodatkowych prac – związanych z elementami obligatoryjnymi i fakultatywnymi – jakich zleceniodawca oczekuje od wykonawcy prac urządzeniowych. Wykonanie kontroli i analiza wymagań dotycząca zakresu aktualizacji LMN ułatwi właściwe wykonanie PUL.

2.2.4. Wyłonienie wykonawcy prac – przekazanie materiałów do tworzenia nowego Planu Urządzenia Lasu

Po wyłonieniu wykonawcy prac należy przekazać dane początkowe do PUL. Najłatwiej nazwać ten etap przekazaniem bazy danych programu Taksator i zaktualizowanej LMN według stanu możliwie najbliższego rozpoczęciu prac urządzeniowych. Formalnie obowiązek przekazania danych spoczywa na nadleśniczym, jednak zgodnie z zapisami IUL dane mogą przygotować specjaliści wydziałów odpowiedzialnych za urządzanie lasu w regionalnych dyrekcjach LP.

Przedstawiona poniżej ścieżka postępowania nie jest obowiązkowa, ale praktyka wskazuje, że jej zastosowanie ułatwia współpracę na dalszych etapach. Po stronie RDLP i nadleśnictwa należy pobrać dane do bazy programu Taksator i warstwy LMN w strukturze wykonawcy wraz z kopią bazy danych SILP na potrzeby aktualizacji mapy. Może się wydawać, że dane SILP do aktualizacji są zbędne, jednak pozwalają na użytkowanie mapy wykonawcy planu wraz z przeglądarką LMN (np. eLMapa). Dobrą praktyką jest sporządzenie protokołu przekazania materiałów w trzech egzemplarzach (nadleśnictwo, RDLP i wykonawca) wraz załącznikiem elektronicznym, zawierającym dane numeryczne. Tak przygotowane dane powinny być skontrolowane przez wykonawcę planu. Kompletność i prawidłowość otrzymanych danych należy porównać z zakresem prac określonym w umowie na wykonanie projektu PUL.

Obowiązującym dokumentem regulującym wymianę danych między nadleśnictwem a wykonawcą projektu PUL jest Zarządzenie nr 13 z marca 2007 r. Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych. Zawiera ono wytyczne w sprawie przenoszenia informacji między PUL a SILP oraz w sprawie

bieżącej aktualizacji stanu lasu w SILP. Należy podkreślić, że w związku z wejściem w życie nowej Instrukcji Urządzania Lasu oraz technicznych zmian w SILP zarządzenie wymaga zaktualizowania. Niemniej w ogólnym zarysie zagadnienia związane z przekazywaniem danych powinny być realizowane w sposób podobny.

2.2.5. Wymiana danych w trakcie prac urządzeniowych

W trakcie prac związanych z tworzeniem projektu planu nadleśnictwo prowadzi działalność bieżącą. Mogą powstawać różnice między aktualną ewidencją prowadzoną w SILP a przekazaną wykonawcy. Pod koniec prac nad projektem PUL konieczna jest więc wymiana informacji o zmianach wprowadzonych w SILP. Niezbędne do wykonania prace z zakresu zmian w stanie posiadania należy odnotowywać i prowadzić uzgodnienia z wykonawcą planu w zakresie pozwalającym na bieżąco wprowadzać korekty do bazy programu Taksator. Przykładem takich zmian jest sprzedaż osady leśnej, która wymaga podziału działki. Dużym udogodnieniem dla wykonawcy i nadleśnictwa może być wstrzymanie lub maksymalne ograniczenie zmian w SILP w czasie tworzenia projektu PUL, szczególnie w ostatnim okresie przed zakończeniem prac urządzeniowych (zapisy § 10 IUL). Zapewni to łatwe zsynchronizowanie danych zawartych w SILP i bazie danych budowanej w trakcie prac urządzeniowych. Należy o tym pamiętać przede wszystkim ze względu na przechowywanie informacji o historii zmian prowadzonych w adresach wydzieleń leśnych. Dane przekazywane po pracach urządzeniowych do SILP będą zawierały informacje o historii zmian w adresowaniu. Użytkujący bazę danych SILP będzie w stanie sprawdzić historię wydzielenia leśnego – czy powstało w wyniku podziału lub połączenia innych sąsiadujących wydzieleń. W przypadku dokonywania podziałów w SILP po przekazaniu danych do bazy Taksator informacje takie nie mogą być przechowywane.

Współpraca nadleśnictwa i wykonawcy prac urządzeniowych dotyczy w pewnym zakresie wymiany danych przestrzennych. Wymieniane są dane wektorowe lub analogowe. Coraz częściej są to dane uzyskane za pomocą używanych w nadleśnictwach odbiorników GPS i oprogramowania GIS. Jeżeli przed pracami urządzeniowymi dane te nie zostały umieszczone w warstwach LMN, to prace z tego zakresu można wykonać na etapie tworzenia PUL. Wśród przykładów, których autorzy doświadczyli w swojej pracy, można wymienić dostosowanie do wymagań SLMN położenia drzew matecznych z pomiarów GPS dostarczonych bezpośrednio z odbiorników GPS. Dodatkowo można wykorzystać pomiary GSP do kontroli naniesionych obiektów, pochodzących z okresu poprzedzającego powszechne wykorzystywanie nowych ortofotomap lub pomiarów GPS.

Inne dane wektorowe, przygotowane w nadleśnictwie, mogą pochodzić np. z wektoryzacji obiektów w przeglądarce eLas. Wymiana danych ze

Ryc. 2.2. *Kontrolne pomiary GPS w Nadleśnictwie Wałbrzych, mające na celu sprawdzenie położenia gniazd naniesionych w pracach urządzeniowych, których nie było na ortofotomapie używanej w trakcie prac (z archiwum Piotra Kyca)*

środowiska eLas daje szansę interakcji pomiędzy przygotowującym dane (np. leśniczym) a odbiorcą tych danych, ponieważ możliwa jest praca z przeglądarką za pośrednictwem serwerów LP. Niestety, możliwość ta nie była szerzej stosowana w praktyce.

Kolejną grupę stanowią zestawy danych wykonywane ręcznie na mapach wzorcowych. W tym przypadku dane podlegają wektoryzacji przez wykonawcę PUL. Przykładem praktycznym są mapy przeglądowe z naniesionymi obiektami łowieckimi przygotowanymi w nadleśnictwie przy udziale kół łowieckich zarządzających obwodami łowieckimi.

Trudno sobie wyobrazić aktualizację Programu Ochrony Przyrody (POP) bez aktywnego udziału nadleśnictwa. Podstawą aktualizacji POP jest materiał przygotowany i zatwierdzony przez KZP. Wykonawca aktualizuje przedstawione przez nadleśniczego dane i w programie daje wskazania dotyczące postępowania ochronnego. Możliwe są różne warianty realizacji celów ochronnych, dlatego ważne jest przedstawienie propozycji różnych podejść do realizacji tych celów i przedstawienie w programie ochrony uzgodnionego wariantu postępowania. Dużą pomocą bywają robocze mapy analogowe lub warstwy wektorowe zawierające interesujące obiekty, wymieniane w czasie uzgodnień prowadzonych w trybie ciągłym w okresie tworzenia projektu PUL. Mimo że są dostępne nowe materiały opisujące obiekty i obszary w POP, nadal mogą występować utrudnienia wynikające z zastosowanej technologii i różnych dokładności. Przykładem mogą być wektorowe granice obszarów Natura 2000 i obszarów siedlisk

przyrodniczych znajdujących się w ich zasięgu. Zdarza się, że przygotowane na podkładzie map topograficznych w skali 1:50 000 obiekty ochrony są umieszczone w przestrzeni z mniejszą dokładnością niż wydzielenia leśne oparte na działkach ewidencyjnych z mapy gospodarczej w skali 1:5000. W ślad za tym występuje rozbieżność granic siedlisk przyrodniczych i wydzieleń leśnych widoczna na warstwach wektorowych. Nie ma to odzwierciedlenia w terenie, ponieważ różnica granic powstała na innym etapie prac. Problem jest trudny do rozwiązania, a wymaga weryfikacji, ponieważ siedlisko przyrodnicze w myśl zapisów nowej IUL jest jednym z kryteriów wyznaczania granic wydzieleń leśnych. Podany przykład jest opisem bardzo szczegółowego podejścia, które warto odnotować ze względu na to, że posiadanie warstw wektorowych nie zawsze ułatwia pracę, jeżeli materiały mają różny poziom dokładności.

Inwentaryzacja stanu lasu, określenie przestrzennego przebiegu granic wyłączeń taksacyjnych i wskazania dotyczące prowadzenia gospodarki leśnej w okresie obowiązywania planu podlegają uzgodnieniom. Można te uzgodnienia prowadzić w ograniczonym zakresie. Wystarczające jest przesłanie wstępnego opisu taksacyjnego do zaakceptowania, a następnie dyskutuje się tylko pozycje budzące wątpliwości nadleśnictwa. Jednak wspólne działanie leśniczego i taksatora, zarówno na początku taksacji terenu leśnictwa, jak i po zakończeniu pracy, pozwala na przedyskutowanie stanu lasu i wskazań gospodarczych, które zaprojektował taksator. Korzyści takiej współpracy są obustronne. Z jednej strony, taksator, mający zwykle doświadczenie zdobyte w pracy w wielu nadleśnictwach, może podzielić się spostrzeżeniami z gospodarzem terenu. Z drugiej strony, taksator stwierdzający określony stan lasu w momencie taksacji może dowiedzieć się, jakie działania hodowlane prowadzące do obecnego stanu drzewostanu zastosowano wcześniej.

Czas uzgodnień z leśniczym to bardzo dobry moment na prezentację danych wektorowych na tle ortofotomapy, najlepiej wykonanej w roku poprzedzającym taksację lub w roku taksacji. Dyskusja dotycząca warstw wydzieleń, gniazd, kęp, luk, przebiegu dróg i linii podziału powierzchniowego z ortofotomapą w tle może udoskonalić plan i robocze uzgodnienie wskazań gospodarczych.

Ważnym zagadnieniem jest uzgodnienie wyłączeń, w których nadleśnictwo planuje wykonanie zabiegów w trakcie prac taksacyjnych. Chodzi szczególnie o uzgodnienie cięć, które mogą się odbyć już po taksacji lasu. Jest to jeden z najważniejszych elementów koniecznego uzgodnienia nowego planu cięć. Proces jest bardzo istotny dla nadleśnictwa, ponieważ uzgodniony etat cięć stanowi podstawę jego gospodarki na następne dziesięciolecie.

W praktyce nadleśniczowie niejednokrotnie mają wątpliwości co do wielkości proponowanych etatów cięć. Należy jednak podkreślić, że często obserwowane zwiększenie etatów wynika głównie ze wzrostu udziału drzewostanów starszych klas wieku (rębnych) i związanej z tym potrzeby spowolnienia dotychczasowego tempa wzrostu przeciętnego wieku oraz

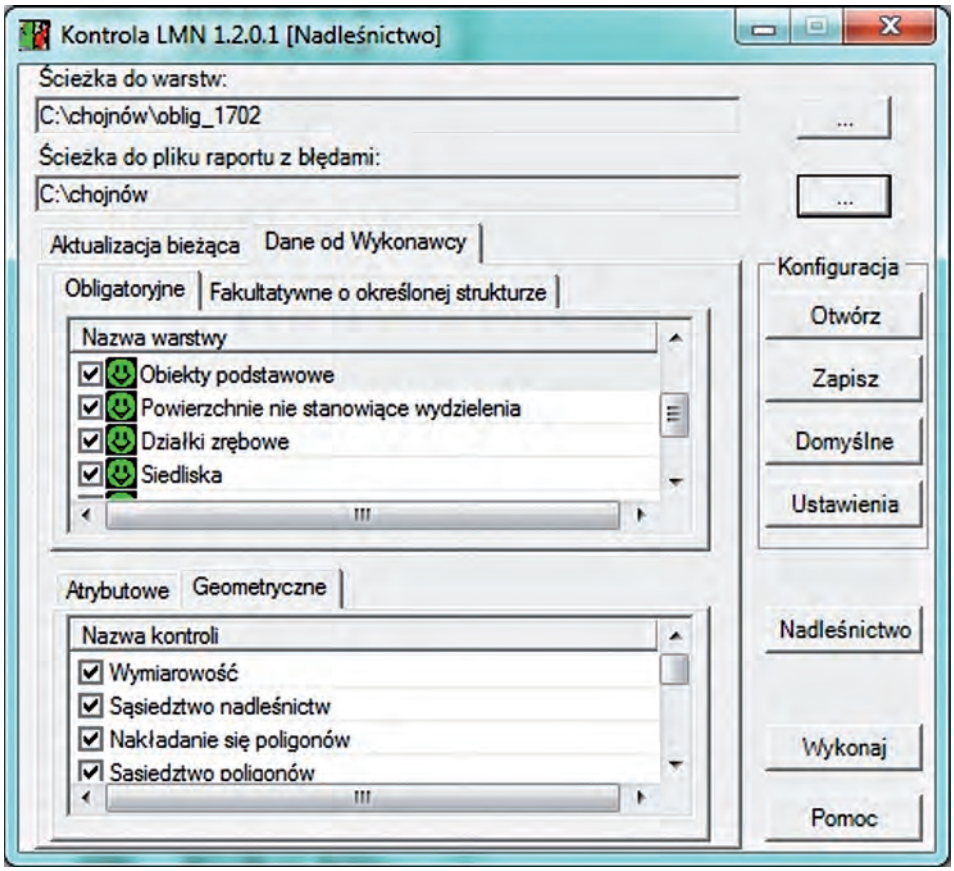
średniej zasobności drzewostanów, a niekiedy nawet obniżenia wartości tych wskaźników w urządzanych obiektach, aby nie dopuścić do zachwiania stabilności lasu. Dlatego ważne jest odpowiednie zaprezentowanie gospodarzowi terenu i uzasadnienie proponowanego etatu cięć jako wielkości optymalnej. W kontekście pożądanego kierunku rozwoju stanu oraz zasobów drzewnych bardzo pomocne jest prezentowanie danych w formie przestrzennej – na drukowanych mapach roboczych bądź bezpośrednio na ekranie w środowisku oprogramowania wspomagającego prace specjalistów urządzania lasu.

2.2.6. Przygotowanie danych do odbioru w RDLP i nadleśnictwie

Kulminacyjnym momentem współpracy jest przygotowanie przez wykonawcę bazy danych opisu taksacyjnego i zaktualizowanej LMN. Baza danych programu Taksator jest dużym zbiorem, a program Taksator zawiera wiele procedur kontrolnych. Jeżeli przygotowana baza danych spełnia wymagania stawiane przez program, to proces importu do SILP prawdopodobne odbędzie się bez kłopotów. Trzeba podkreślić, że nie można mówić o mapie bez bazy danych programu Taksator, gdyż do tej właśnie bazy odnosi się większość obiektów zawartych w mapie. Równie ważne jest odbieranie mapy numerycznej razem z bazą, ponieważ takie działanie gwarantuje zachowanie spójności obiektów geometrycznych z ich opisami w bazie danych Taksator.

Procedura kontroli warstw mapy numerycznej opiera się od kilku lat na aplikacji Kontrola LMN, dostarczanej przez LP. Operuje ona na warstwach mapy w strukturze wykonawcy i podłączonej bazie danych opisu taksacyjnego. Połączenie było możliwe bezpośrednio do bazy SILP (po zmianach w SILP funkcjonalność ta została wyłączona) lub do bazy danych programu Microsoft Access, do której zaimportowano uprzednio niezbędne tabele pobrane z bazy SILP. Dotychczas praktykowano przede wszystkim rozwiązanie polegające na dostarczeniu do RDLP gotowej bazy danych programu Taksator. W RDLP importowano dane do szkoleniowej bazy SILP, następnie kopiowano dane niezbędne do kontroli LMN do bazy Microsoft Access współpracującej z aplikacją Kontrola LMN. Za pomocą tak przygotowanego zestawu danych opisowych i warstw mapy w strukturze wykonawcy sporządzający plan kontrolował wewnętrznie mapę numeryczną. Po zakończeniu wewnętrznych kontroli przekazywał mapę do kontroli w RDLP.

W przeszłości zdarzały się opóźnienia w uruchomieniu nowej mapy w nadleśnictwie. Dochodziło do tego, że odbiór LMN i jej instalacja w nadleśnictwie odbywały się długo po zakończeniu prac urządzeniowych. Jedną z przyczyn był, jak się wydaje, niedobór w LP kadry specjalistów potrafiących ocenić jakość mapy numerycznej. Dziś, przy powszechnie wysokim poziomie wyszkolenia administracji nadleśnictw, problem ma charakter historyczny.



Ryc. 2.3. *Kontrola LMN. Ekran główny aplikacji odpowiedzialnej za kontrolę poprawności map numerycznych powoli odchodzi do historii*

Po wprowadzeniu w grudniu 2011 r. znowelizowanej Instrukcji Urządzania Lasu przyjęto, że odbiór LMN nie powinien być oddzielony od odbiorów pozostałych elementów projektu PUL od wykonawcy. Można stwierdzić, że z każdym rokiem współpraca dotycząca odbiorów LMN przyjmowała coraz bardziej schematyczny przebieg, a działanie aplikacji kontrolnej wymagało od obu stron odpowiedniej interpretacji wyników kontroli.

Oto kilka wskazówek dotyczących sprawnego przebiegu odbioru mapy numerycznej:

– Należy sprawdzić zapisy umowy i uzgodnień bieżących dotyczących obiektów, które powinny być umieszczone w mapie, a także upewnić się, która ze stron i w którym momencie realizacji umowy odpowiada za dostarczenie materiałów odpowiedniej jakości.
– Należy dążyć do przekazania bazy danych programu Taksator i LMN w jednym czasie do odbioru i kontroli.

– Trzeba planować odbiór mapy z takim wyprzedzeniem czasowym w stosunku do terminów realizacji PUL, aby możliwe były uzupełnienia i poprawki oraz dokonanie ponownej kontroli.

2.2.7. Prawdopodobna prognoza zmian dotyczących współpracy RDLP i nadleśnictw z wykonawcami Planu Urządzenia Lasu

W chwili pisania niniejszego tekstu nie mamy doświadczeń ze współpracy w zakresie wymiany danych przestrzennych w trybie zgodnym z zapisami nowej IUL. Wydaje się, że autorytarnie będzie można się wypowiedzieć dopiero po wykonaniu kilku nowych projektów PUL. Pewne wskazówki co do wyboru kierunku znajdują się w roboczych wytycznych sformułowanych przez DGLP w styczniu 2012 r.

Wytyczne podtrzymują zapis IUL o zniesieniu obowiązku powoływania oddzielnej komisji odpowiedzialnej za odbiór LMN od wykonawcy. Należy go dokonywać w ramach procedur odbioru projektu PUL. Wydaje się, że z uwagi na specyfikę zagadnień GIS, wiążących się z wykonywaniem LMN, niezbędne będzie wypracowanie sposobu technicznego odbioru mapy, być może w formie uzgodnień roboczych przed oficjalnym odbiorem.

Jeśli chodzi o problematykę opracowywania mapy numerycznej, LP przyjęły koncepcję umieszczenia danych przestrzennych w bazie programu Taksator, w formie obiektów geometrycznych zapisanych w standardzie WKT w polach tekstowych bazy danych. Stworzyło to konieczność opracowania sposobu eksportu i importu danych przestrzennych do i z bazy programu Taksator. W związku z rezygnacją z tzw. struktury wykonawcy warstw LMN należy się spodziewać, że eksport i import będą następowały do struktury SLMN. To zmusi wykonawców PUL do dostosowania swoich rozwiązań technologicznych. W wytycznych DGLP ustala się, że do czasu dostosowania programu Taksator odbiór danych przestrzennych od wykonawcy PUL ma następować w (nieobowiązującej) strukturze wykonawcy.

Kolejną kwestią wymagającą rozwiązania jest import danych z bazy Taksator do SILP. Obecnie SILP nie jest wyposażony w taką funkcjonalność. Niejasna jest kwestia kontroli technicznej leśnej mapy numerycznej. Nowa IUL znosi wymóg używania aplikacji Kontrola LMN, w zamian proponuje się kontrole przestrzenne na platformie SILP Web, służące nadleśnictwom do bieżącej kontroli LMN w środowisku SILP w strukturze danych zgodnej z zapisami nowej IUL. Zaproponowano również udostępnienie wykonawcom PUL zdalnego dostępu do szkoleniowej bazy SILP, w celu umożliwienia wykonania niezbędnych czynności kontrolnych i weryfikacji jakości LMN przed odbiorem. Dotyczy to dwóch zagadnień: importu danych bazy programu Taksator do środowiska szkoleniowego SILP, a następnie importu LMN i jej kontroli.

Takie kontrole nie zostały jeszcze w SILP zaimplementowane, w związku z tym ustalono, że do odbioru LMN należy nadal stosować (nieobowiązującą) aplikację Kontrola LMN oraz wprowadzone do tej pory procedury kontrolne SILP Web. Wymaga to rozwiązania problemów formalnych i technicznych związanych z dostępem zdalnym do SILP Web.

Biorąc pod uwagę zapisy znowelizowanej IUL, w tym SLMN, zasygnalizowane przejściowe trudności i aktualne uwarunkowania, warto dążyć do rozwiązań przedstawionych niżej.

– Przebudowanie programu Taksator tak, aby spełniał w całości zapisy IUL oraz tak, aby można było rozwiązać narastające problemy z jego przestarzałą architekturą.
– Wyposażenie programu Taksator w łatwe do stosowania i niezawodne interfejsy do konwersji danych przestrzennych do powszechnie używanych formatów GIS, np. GML lub ESRI Shapefile. Można rozważyć także korzystanie z formatu Standard Wymiany Danych o Lasach, opracowanego na potrzeby Banku Danych o Lasach. Format ten umożliwia przechowywanie jednocześnie danych opisowych i geometrycznych.
– Wyposażenie programu Taksator w procedury kontroli jakości technicznej warstw geometrycznych LMN, odzwierciedlające kontrole wykonywane przez SILP Web. Stworzyłoby to aplikację referencyjną (analogiczną do programu Kontrola LMN), umożliwiającą wykonawcy przygotowanie mapy o odpowiedniej jakości, a zlecającemu łatwą i niepowodującą nieporozumień weryfikację jakości warstw geometrycznych. Pozwoliłoby to na uzyskanie logicznej sytuacji, w której zlecający prace nad projektem PUL dostarcza wykonawcy narzędzia pozwalające na otrzymanie opisowych i przestrzennych baz danych w oczekiwanym formacie i jakości.

2.2.8. Podsumowanie

Prawidłowa współpraca między specjalistami urządzania lasu a leśnikami z nadleśnictw, przekładająca się na zrozumienie zależności między planowaniem urządzeniowym a bieżącą działalnością nadleśnictwa, przynosi istotne korzyści dla jakości projektu PUL. Właściwie przygotowane materiały początkowe, za które odpowiada nadleśnictwo już na etapie KZP, są warunkiem dobrego wykonania projektu planu. Ciągła współpraca i wymienianie się aktualizowaną wiedzą sprzyjają płynności przejścia od przygotowania do realizacji nowego planu urządzania lasu. Rekapitulacją tej współpracy jest tab. 2.2.

Tabela 2.2. Lista kontrolna czynności geomatycznych ciążących na zleceniodawcy w ramach współpracy z wykonawcą PUL (Autorzy: B. Neroj, K. Okła, J. Broda)

Temat	Opis czynności	Stan	Działanie	Potwierdzenie wykonania (wpisać „+”)
Przygotowanie do KZP				
Stan posiadania	Sprawdzenie zgodności stanu posiadania nadleśnictwa z ewidencją gruntów i budynków.	Poprawne	Poinformowanie w SIWZ o zgodności	
		Zawiera błędy	Zlecenie prac geodezyjnych przed zleceniem PUL	
Ortofotomapa	Przeprowadzenie analizy pozyskania nowej ortofotomapy – zdefiniowanie potrzeb i określenie koniecznych parametrów potrzebnej ortofotomapy.	Dostępna ortofotomapa jest wystarczająca	Poinformowanie w SIWZ o wykorzystaniu istniejącej ortofotomapy.	
		Dostępna ortofotomapa jest mało aktualna	Poinformowanie w SIWZ o konieczności aktualizacji istniejącej ortofotomapy z wykorzystaniem zdjęć niemetrycznych lub inną metodą i wskazanie obszarów tej aktualizacji.	
		Potrzebna jest nowa ortofotomapa	Zlecenie wykonania nowej ortofotomapy (najlepiej przed rozpoczęciem prac terenowych ul).	
			Zakup przez nadleśnictwo aktualnej ortofotomapy w ODGiK.	

cd. tab. 2.2.

1	2	3	4	5
Numeryczny Model Terenu (NMT)	Przeprowadzenie analizy potrzeby pozyskania nowego NMT – zdefiniowanie potrzeb i określenie koniecznych parametrów potrzebnego NMT.	NMT jest zbyteczny	Niepodejmowanie żadnych działań.	
		Dostępny NMT jest zadawalający	Przekazanie NMT wykonawcy.	
		Brak NMT lub istniejący nie spełnia kryteriów	Zlecenie ALS dla wykonania NMT lub pozyskanie ALS inną drogą (np. z ISOK) – dotyczy całego nadleśnictwa.	
			Pozyskanie NMT inną metodą.	
Sprawdzenie LMN	Sprawdzenie poprawności geometrycznej i atrybutowej (wg wskazówek opisanych w rozdz. 2.2.3.).	Poprawne	Niepodejmowanie żadnych działań.	
		Zawiera błędy	Zaktualizowanie mapy.	
Kontrole dodatkowe LMN	Położenie obiektów LMN względem ortofotomapy.	Poprawne	Niepodejmowanie żadnych działań.	
		Zawiera istotne błędy	Uwzględnienie potrzeby poprawy geometrii w SIWZ.	
Wyłonienie wykonawcy prac – przekazanie materiałów do tworzenia nowego PUL				
Przekazanie baz danych	Wykonanie kopii przekazywanych danych (bazy danych programu Taksator wraz ze zaktualizowaną LMN) na nośniku elektronicznym i protokołu przekazania danych dla wykonawcy, RDLP i nadleśnictwa.	Przekazano z protokołem	Przekazanie danych wykonawcy.	
Przekazanie danych uzupełniających	Przekazanie wykonawcy danych przygotowanych na potrzeby PUL (ortofotomapa, NMT, dane dla LMN itp.).	Przekazano z protokołem	Przekazanie wykonawcy danych kompletnych.	
			Przekazanie wykonawcy danych do uzupełnienia przez niego.	
		Nie przekazano dodatkowych danych	Niepodejmowanie żadnych działań.	

cd. tab. 2.2.

1	2	3	4	5
Wymiana danych w trakcie prac urządzeniowych				
Edycja danych w SILP po przekazaniu danych do bazy Taksator	Uzgadnianie z wykonawcą PUL wprowadzania zmian w bazach Taksatora w zakresie stanu posiadania, po ich edycji w SILP.	Brak zmian	Systematyczne sprawdzanie aktualności zapisów dotyczących tego zadania.	
		Wprowadzono zmiany	Potwierdzenie jego stanu pod koniec prac urządzeniowych.	
Dane z ZOL	Dostarczenie danych sporządzonych przez ZOL do mapy z zakresu ochrony lasu.	Przekazano z protokołem	Przekazanie danych wykonawcy.	
Dodatkowe dane przestrzenne wynikłe w trakcie realizacji prac UL	Wszelkie dodatkowe dane przestrzenne, które zostały przygotowane lub ujawnione w trakcie realizacji prac UL, należy przekazać wykonawcy.	Istnieją dodatkowe dane	Weryfikacja (wspólnie z wykonawcą) wcześniejszych uzgodnień co do zakresu przekazywanych danych i przekazanie ich wykonawcy.	
		Brak danych dodatkowych	Niepodejmowanie żadnych działań.	
Uzgodnienia bieżące	Konsultacje z wykonawcą PUL w trybie roboczym i na materiałach roboczych w zakresie wykonywanych opisów taksacyjnych i map.	Przeprowadzono	Spisanie protokołu z konsultacji.	
Przygotowanie do kontroli i odbioru				
Przyjęcie bazy danych do testów nowego PUL	Przygotowanie środowiska szkoleniowego SILP oraz dostępu dla wykonawcy PUL na podstawie bazy danych Taksator i LMN, co umożliwi wykonawcy przeprowadzenie kontroli bazy danych Taksator i LMN przed odbiorem PUL.	Wykonano	Spisanie protokołu z przejęcia.	
Kontrola bazy danych Taksator	Przyjęcie bazy danych Taksator do kontroli i przeprowadzenie kontroli.	Baza poprawna	Spisanie raportu z kontroli.	
		Baza zawiera błędy	Zwrot bazy do poprawy.	

cd. tab. 2.2.

1	2	3	4	5
Kontrola LMN	Przyjęcie LMN do kontroli i przeprowadzenie kontroli.	LMN poprawna	Spisanie raportu z kontroli.	
		LMN zawiera błędy	Zwrot bazy do poprawy.	
Sprawdzenie dokumentacji PUL	Sprawdzenie kompletności i poprawności dostarczonych przez wykonawcę PUL materiałów opisowych i kartograficznych.	Dokumentacja poprawna	Przyjęcie dokumentacji.	
		Dokumentacja niepoprawna	Zgłoszenie uchybień do poprawy.	

2.3. Eksploatacja leśnej mapy numerycznej

WITOLD WITOSZA

2.3.1. Wstęp

Poszczególne nadleśnictwa, wraz z przynależnymi im leśnictwami, obejmują powierzchnię od kilku tysięcy do kilkuset tysięcy hektarów (wg danych uzyskanych w Wydziale Urządzania Lasu i Geoinformatyki DGLP w 2011 r. najmniejszy zasięg terytorialny nadleśnictwa to poniżej 10 tys. ha, największy – ponad 270 tys. ha). Specyfika rozkładu drzewostanów bądź kompleksów leśnych, ich rozczłonkowanie, położenie gruntów leśnych LP wśród lasów obcej własności i odnoszenie wszelkich zabiegów gospodarczych do przestrzeni wymuszają daleko idące wykorzystanie Leśnej Mapy Numerycznej (LMN) w pracy leśnictw i nadleśnictw. Szeroko rozumiany GIS, którego nieodłączną częścią jest LMN, stanowi narzędzie codziennego użytku w pracy: leśnictw (Rejestrator Leśniczego z eLas Mobile), inżynierów nadzoru lub zastępców nadleśniczych (palmtop z mLas Inżynierem), specjalistów stanu posiadania (specjalistyczny sprzęt GPS, nierzadko klasy geodezyjnej, z zainstalowanym ESRI ArcPAD bądź dedykowanymi aplikacjami). W celu wykorzystania LMN na dowolnym szczeblu zarządzania w LP, warstwy mapy utworzono wg obowiązujących standardów i zasilono je danymi. Źródłem danych przeważnie są materiały kartograficzne należące do nadleśnictw, regionalnych dyrekcji (RDLP) i Dyrekcji Generalnej (DGLP), materiały pozyskiwane z instytucji zewnętrznych (mapy zasadnicze, ewidencyjne, zbiory kartograficzne instytucji państwowych, np. zarządu dróg, zarządu gospodarki wodnej). Natomiast digitalizację większości map analogowych wykonano w Biurach Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, a także w firmach specjalizujących się w świadczeniu usług urządzeniowych na rzecz leśnictwa. Rozwój LMN zawdzięczamy decyzjom o konieczności dostosowania map do

Standardu Leśnej Mapy Numerycznej (SLMN), a także zarządzeniom i instrukcjom o tworzeniu LMN w ramach prac urządzeniowych. Standaryzacja obiektów i warstw LMN pozwoliła na automatyzację dostosowania warstw mapy numerycznej w czasie wdrażania nowego podsystemu LAS (powstał program Konwerter LMN dostosowujący warstwy i kody do wymogów nowych tabel w SILP), a obecnie możliwy stał się automatyczny import warstw w strukturze wykonawcy do tabel środowiska scentralizowanego SILP (geobazy) wg nowego Standardu LMN.

LP od pierwszych rewizji planów urządzania lasu opierały swą działalność na dwóch podstawowych elementach – części opisowej planu i części kartograficznej. Dopiero ich połączenie pozwala na pełny opis środowiska leśnego i śledzenie zmian dokonujących się w ciągu dziesięcioleci. Pierwszym i podstawowym wykorzystaniem map leśnych było więc planowanie urządzeniowe. Do dziś szeroko rozumiane mapy kojarzone są z kolejnymi rewizjami PUL i Urządzanie Lasu, jako dział gospodarki leśnej, jest przykładem najszerszego wdrażania map w LP. Wydaje się zatem właściwe, aby ten właśnie dział gospodarki leśnej wskazać jako pierwotne źródło danych mapowych, na którego bazie budowane są poszczególne mapy – mapy cięć, przeglądowe, gospodarcze, tematyczne – ochrony lasu, ochrony przeciwpożarowej, ochrony przyrody i walorów przyrodniczych itd.

2.3.2. Wykaz i przykłady zastosowań LMN w nadleśnictwie

Jak zaznaczono na wstępie, leśna mapa numeryczna (w skrócie LMN) stała się nieodzowną częścią gospodarki leśnej. Wykorzystanie LMN jest ściśle powiązane z poszczególnymi działami w strukturze nadleśnictwa lub zakresami obowiązków pracowników. Planowanie i analityka zadań gospodarczych nie są możliwe bez umiejscowienia ich w terenie. Mapy analogowe, w dużym formacie, pozwalają na interpretację przestrzenną, natomiast leśna mapa numeryczna dostarcza szczegółowych informacji co do poszczególnych zadań w precyzyjnie określonej lokalizacji (dla szczegółowego adresu wydzielenia lub dla ściśle określonych współrzędnych). Wykorzystanie LMN w aplikacjach jest w zasadzie ograniczone wielkością monitora komputerowego i uzależnieniem dostępu do danych od źródeł zasilania. Te dwa czynniki obecnie powodują zahamowanie trendu zastępowania map analogowych – numerycznymi. Nie można zatem rozpatrywać wykorzystywania LMN z pominięciem map analogowych.

LMN kojarzona jest z różnymi raportami mapowymi, a nie z danymi źródłowymi, którymi są warstwy w strukturze wykonawcy, aktualizacji, warstwy pochodne lub tabele w scentralizowanym środowisku. W tym ujęciu wykorzystanie LMN można rozpatrywać w powiązaniu z aplikacjami, które umożliwiają budowanie projektów (raportów), a te dedykowane są różnym poziomom zarządzania. I choć poszczególne raporty można powiązać z działami gospodarki leśnej, wykorzystuje się je na wielu szczeblach zarządzania. Przykłady wykorzystywania map zawiera tab. 2.3.

Tabela 2.3. Przykłady wykorzystywania map na poszczególnych stanowiskach w nadleśnictwie

Dział / Stanowisko	Rodzaj najczęściej wykorzystywanych map i aplikacji	Przykładowe wykorzystanie
1	2	3
Nadleśniczy	Mapa analogowa, ścienna, małoskalowa – przeglądowa na podkładzie topograficznym lub ortofotomapy	Narady biznesowe z przedstawicielami instytucji lub firm zewnętrznych. Lokalizacja planowanych inwestycji. Planowanie przestrzenne zadań statutowych.
	Mapy analogowe, urządzeniowe, tematyczne	Narady gospodarcze z kierownikami pionów – planowanie, analiza i wykonanie zadań gospodarczych.
	Mapy numeryczne, aplikacja eLAS, aplikacja centralna	Bieżąca analiza planu i wykonania zadań gospodarczych, weryfikacja zmian w zakresie powierzchniowym w stosunku do stanu wyjściowego, lokalizacja podejmowanych decyzji biznesowych w zasięgu działania gmin, powiatów, województw. Przeglądarka centralna LMN – pozyskiwanie bieżących informacji opisu taksacyjnego w powiązaniu z LMN.
Zastępca nadleśniczego	Mapy analogowe, ścienne, obrębowe (np. skala 1:25 000) – przeglądowe, na podkładzie rastrowym, ortofotomapy lub bez podkładu	Planowanie gospodarcze, bieżąca analiza zabiegów gospodarczych z leśniczymi. Rozpatrywanie wniosków instytucji i firm zewnętrznych w nawiązaniu do gruntów leśnych. Obsługa klientów nadleśnictwa co do planowania wywozu drewna, sieci i stanu dróg wywozowych, dostępności, spadków terenu.
	Mapy numeryczne, aplikacja eLAS, aplikacja centralna	Bieżąca analiza wykonania rocznych planów gospodarczych, weryfikacja zgłaszanych problemów z lokalizacją zadań w przestrzeni, planowanie z leśniczymi kumulacji zadań w celu wyprzedzającego remontu dróg. Przeglądarka LMN – pozyskiwanie bieżących informacji opisu taksacyjnego w powiązaniu z LMN. Rozmieszczenie zapasu drewna na gruncie. Lokalizacja zadań gospodarczych. Podkład warstw geoportalu – rozmieszczenie kompleksów w zarządzie LP a sąsiedztwo lasów obcej własności.
	Mapy numeryczne, urządzenia mobilne z GPS – mLas Inżynier, Elas Mobile, ArcPAD	Orientacja w terenie. Kontrole na gruncie.

cd. tab. 2.3.

1	2	3
Inżynier nadzoru	Mapy analogowe leśnictw	Planowanie zabiegów gospodarczych. Kontrola planów proponowanych przez leśnictwa. Rozwiązywanie bieżących problemów zgłaszanych przez leśnictwa.
	Mapy numeryczne, aplikacja eLAS, aplikacja centralna	Bieżąca kontrola postępu prac w leśnictwach. Rozpatrywanie wniosków leśnictw pod względem obowiązujących zarządzeń, pod kątem ochrony przyrody itp.
	Mapy numeryczne, urządzenia mobilne z GPS – mLas Inżynier, Elas Mobile, ArcPAD	Orientacja w terenie. Kontrola na gruncie i dokładna lokalizacja stwierdzonych problemów. Weryfikacja granic kęp ekologicznych, zrębów. Kontrola poprawności lokalizacji urządzeń łowieckich. Kontrola naniesienia punktowych obiektów ochrony przyrody itd.
Operator LMN	Mapy analogowe – szkice zrębowe, szkice odnowieniowe, mapy ewidencyjne, zasadnicze mapy projektowe	Materiały otrzymywane z poszczególnych działów gospodarki leśnej lub podmiotów zewnętrznych, wykorzystywane do aktualizacji LMN.
	Mapy numeryczne, Aktualizator LMN, aplikacja centralna – edytor	Aktualizacja LMN. Udostępnianie danych źródłowych (zaktualizowanych) dla aplikacji w celu pozyskiwania aktualnych informacji przez użytkowników.
	Mapy numeryczne, aplikacje GIS typu Mapnik, Mapan, elMapa, ArcGIS	Budowanie szczegółowych raportów dla decydentów. Wydruki na potrzeby operacyjne.
	Mapy numeryczne, urządzenia mobilne z GPS – mLas Inżynier, Elas Mobile, ArcPAD	Orientacja w terenie. Pomiary do aktualizacji LMN. Weryfikacja granic. Lokalizacja obiektów ważnych gospodarczo. Kontrola granic zrębów, pnsw.
Gospodarka Leśna – Stan posiadania	Mapy analogowe – materiały z ewidencji powszechnej, mapy zasadnicze, szkice projektowe	Materiały do weryfikacji stanu posiadania. Przestrzenna lokalizacja inwestycji.
	Mapy numeryczne, aplikacja eLas, aplikacja centralna	Weryfikacja danych z ewidencji powszechnej. Pozyskiwanie informacji o działkach i użytkach. Przestrzenna lokalizacja przedmiotów najmu, deputatów i dzierżaw.
	Mapy numeryczne, urządzenia mobilne z GPS – mLas Inżynier, Elas Mobile, ArcPAD	Orientacja w terenie. Zgrubne wyznaczanie położenia graniczników, słupów oddziałowych. Lokalizacja inwestycji i weryfikacja w terenie. Kontrola powykonawcza powierzchni i długości inwestycji.

cd. tab. 2.3.

1	2	3
Pozostałe działy Gospodarki Leśnej	Mapy analogowe, szkice odnowieniowe i szkice zrębowe dostarczane przez leśnictwa. Granice obszarów szczególnej ochrony (rezerwaty, Natura 2000, parki krajobrazowe)	Materiały weryfikowane, a następnie dostarczane operatorowi LMN na potrzeby aktualizacji LMN.
	Mapy numeryczne, aplikacja eLas, aplikacja centralna	Analiza planów dziesięcioletnich i rocznych. Budowanie planów rocznych. Weryfikacja i kontrola protokołów odbiorczych. Rozliczanie sprzedaży drewna. Analiza stanów magazynowych.
	Mapy numeryczne, aplikacje GIS typu Mapnik, Mapan, elMapa, ArcGIS	Wydruki na potrzeby działu gospodarki leśnej lub leśnictw, wynikające ze specyfiki gospodarki w poszczególnych jednostkach.
	Mapy numeryczne, urządzenia mobilne z GPS – mLas Inżynier, Elas Mobile, ArcPAD	Orientacja w terenie. Kontrole na gruncie. Pomiary wykonanych prac. Planowanie zadań gospodarczych bądź ich weryfikacja w terenie.
Straż leśna	Mapy analogowe, szczegółowe mapy leśnictw, mapy obrębów, mapa zasięgu terytorialnego nadleśnictwa	Mapy na potrzeby operacyjne, sieć i przejezdność dróg, możliwości wywozowe, zabezpieczenie lasu pod kątem kradzieży drewna. Miejsca potencjalnej wzmożonej penetracji gruntów leśnych przez ludzi.
	Mapy numeryczne, aplikacja eLas, aplikacja centralna	Planowanie tras kontroli terenowych. Planowanie działań operacyjnych na podstawie stanów magazynowych drewna na wydzieleniach i w leśnictwach, lokalizacji zrębów i trzebieży.
	Mapy numeryczne, urządzenia mobilne z GPS – mLas Inżynier, Elas Mobile, ArcPAD	Orientacja w terenie. Ewidencja stwierdzonych nieprawidłowości. Notatki z geolokalizacją. Kontrole na gruncie.
Leśnictwa	Mapy analogowe: przeglądowa, gospodarcza, użytków rębnych itp. Mapa ścienna na podkładzie rastrowym, ortofotomapy lub bez podkładu	Mapy na potrzeby operacyjne. Konsultacje zabiegów gospodarczych z zakładami usług leśnych. Lokalizacja stanów drewna i możliwości wywozu dla przewoźników lub klientów indywidualnych.
	Mapy numeryczne, aplikacja eLAS (pod warunkiem dostępu do Internetu)	Bieżąca analiza planu i wykonania zabiegów gospodarczych. Planowanie zadań gospodarczych. Wydruki szkiców zrębowych i odnowieniowych do rozliczenia prac w nadleśnictwie.

1	2	3
Leśnictwa	Mapy numeryczne – Elas Mobile w Rejestratorze Leśniczego	Planowanie, weryfikacja i kontrola zadań gospodarczych na gruncie. Pomiary granic zrębów, rozmieszczenia gatunków w uprawach, ewidencja odnowień naturalnych. Pomiary i ewidencja szlaków zrywkowych, obiektów ważnych dla gospodarki leśnej (drzewa ekologiczne, doborowe, gniazda gatunków chronionych, stwierdzone występowanie gatunków chronionych roślin itp.). Materiały wykorzystywane w bieżącej pracy leśnictwa lub dostarczane na potrzeby aktualizacji LMN.
	Mapy numeryczne, aplikacja QGIS na Stanowisku Leśniczego	W fazie wdrażania. Brak szczegółowych wytycznych co do możliwości wykorzystania w leśnictwach.

Na każdym szczeblu zarządzania wykorzystuje się zarówno mapy numeryczne, jak i mapy analogowe. Istotna zmiana jakościowa w ostatnich dziesięcioleciach jest taka, że źródłem leśnych map analogowych – i w dużych formatach, przygotowywanych przez wykonawców planu urządzania lasu, i w małych formatach (np. szkice zrębowe lub odnowieniowe) – jest leśna mapa numeryczna. Tym ważniejsza staje się więc jej jakość, kompletność i aktualność.

2.3.2.1. Wykorzystanie LMN w nadleśnictwie na przykładzie aplikacji eLAS

Wykorzystanie LMN w pracy nadleśnictwa uzależnione jest od potrzeb pracowników, a także poziomu ich wiedzy, koniecznej do tworzenia własnych, autorskich rozwiązań. W tak dużej organizacji jak LP nie jest możliwe takie przygotowanie gotowych raportów mapowych w aplikacjach, które spełni każde zapotrzebowanie. System jest więc otwarty – na potrzeby leśnej geomatyki przygotowano rozwiązania systemowe, z gotowymi projektami mapowymi (eLAS, Mapnik, Mapan, SprintMap, elMapa), gdzie każda z tych aplikacji oferuje użytkownikom możliwość budowania własnych projektów i dostosowanie aplikacji do indywidualnych potrzeb. Rozpatrzymy ten problem na przykładzie aplikacji eLAS.

Aplikacja ma szereg gotowych projektów, które nie wymagają dużej wiedzy od użytkownika. Na podstawie loginu i hasła otrzymuje on dostęp do określonych map tematycznych – gospodarczych, ewidencyjnych, planu i wykonania, przeciwpożarowych itd. W ramach każdej mapy może definiować skalę wyświetlania, zakres wyświetlanych danych, ich zasięg przestrzenny i inne. Ma również możliwość uzyskiwania szczegółowych informacji z bazy opisowej, m.in. opis taksacyjny, dane ewidencyjne itp.

Wbudowano też proste narzędzie do pomiaru długości i powierzchni. Istnieje także możliwość wkreślania własnych obiektów z przyporządkowaniem kodów określonych w tabelach słownikowych SILP lub z własnych opisów.

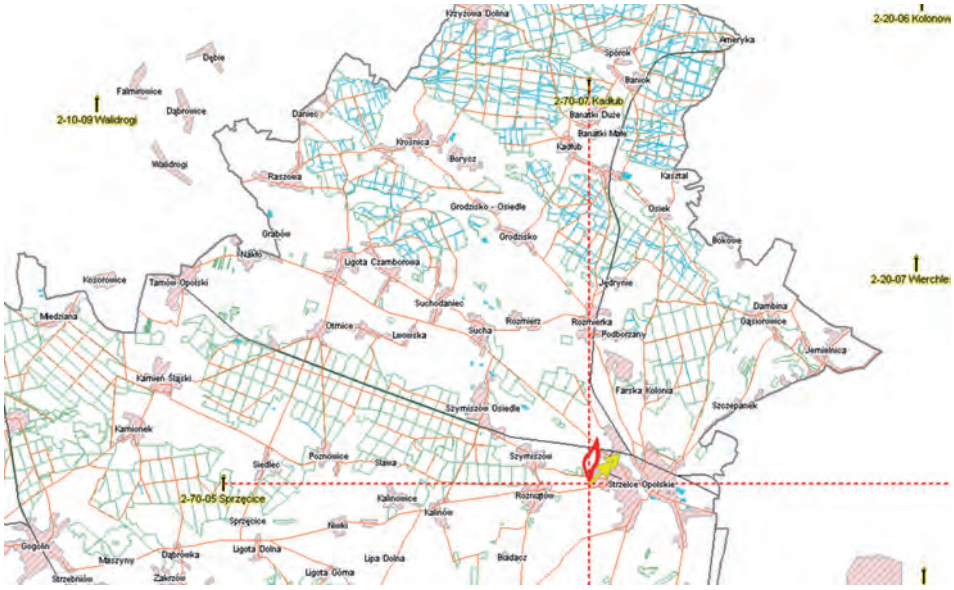
Poza gotowymi rozwiązaniami system oferuje możliwość budowania własnych projektów. W tym celu przygotowano kilka gotowych rozwiązań, opisanych w instrukcji – pięć „akcji zbierania danych" i mapy użytkownika, np. „mapa RDLP". Ze względu na udostępnienie aplikacji w Internecie akcja zbierania danych może być przeprowadzona na każdym szczeblu zarządzania. Możliwości te są wykorzystywane np. do wszelkiego typu inwentaryzacji w leśnictwach.

Projekty poszczególnych map były i są przedmiotem modyfikacji na podstawie uwag zgłaszanych przez użytkowników w systemie zgłaszania błędów i modyfikacji SILP. Jednym z przykładów modyfikacji jest wdrożenie map przeciwpożarowych, kiedy służby ochrony przeciwpożarowej ściśle zdefiniowały swe oczekiwania do systemu. Prace trwające kilka lat zaowocowały opracowaniem nowych map przeciwpożarowych i nowych rozwiązań co do lokalizacji miejsca powstania pożaru.

- Lokalizacja pożaru na podstawie azymutu i szacowanej odległości z jednej wieży przeciwpożarowej, gdzie miejsce powstania pożaru jest wyznaczane jako punkt końcowy linii namiaru w zadanej odległości od wieży (ryc. 2.4).
- Lokalizacja pożaru na podstawie azymutów z dwóch wież przeciwpożarowych, gdzie miejsce powstania pożaru jest wyznaczane jako punkt przecięcia dwóch linii namiaru (ryc. 2.5).
- Lokalizacja pożaru na podstawie azymutów z trzech wież przeciwpożarowych, gdzie miejsce powstania pożaru jest wyznaczane jako obszar utworzony z przecięcia trzech linii namiaru (ryc. 2.6).
- Lokalizacja pożaru na podstawie współrzędnych (ryc. 2.7).
- Lokalizacja pożaru na podstawie adresu leśnego wydzielenia (ryc. 2.8).
- Możliwość wpisania kierunku i siły wiatru (docelowo system ma pobierać te dane automatycznie ze stacji prognostycznych) i wizualizacja tych danych na mapie w punkcie zlokalizowanego pożaru.
- Informacje uzupełniające po zlokalizowaniu pożaru – współrzędne pożaru, adresu leśnego, adresu administracyjnego.
- Wydruki map przeciwpożarowych służą określonym celom – dyspozycyjnym i operacyjnym przy prowadzeniu akcji gaśniczej.

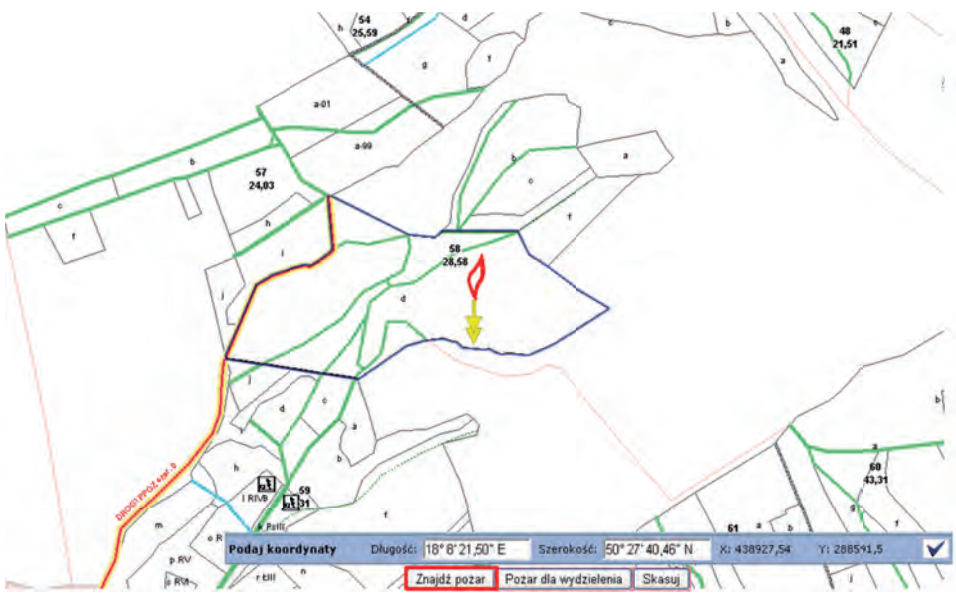
Największą jednak zmianą w podejściu systemowym jest fakt, że opracowane rozwiązania znalazły swe odzwierciedlenie w Instrukcji Ochrony Przeciwpożarowej. Wskazuje ona dostęp do internetowych i intranetowych map pożarowych (m.in. aplikację eLAS) jako jeden z elementów – poza mapą ścienną „sznurkową" – organizacji stanowiska punktu alarmowo-dyspozycyjnego w nadleśnictwie. Wydruk zlokalizowanego miejsca powstania pożaru na podstawie azymutów uzyskanych z wież przeciwpo-

Ryc. 2.4. *Lokalizacja pożaru na podstawie azymutu i odległości od wieży przeciwpożarowej*

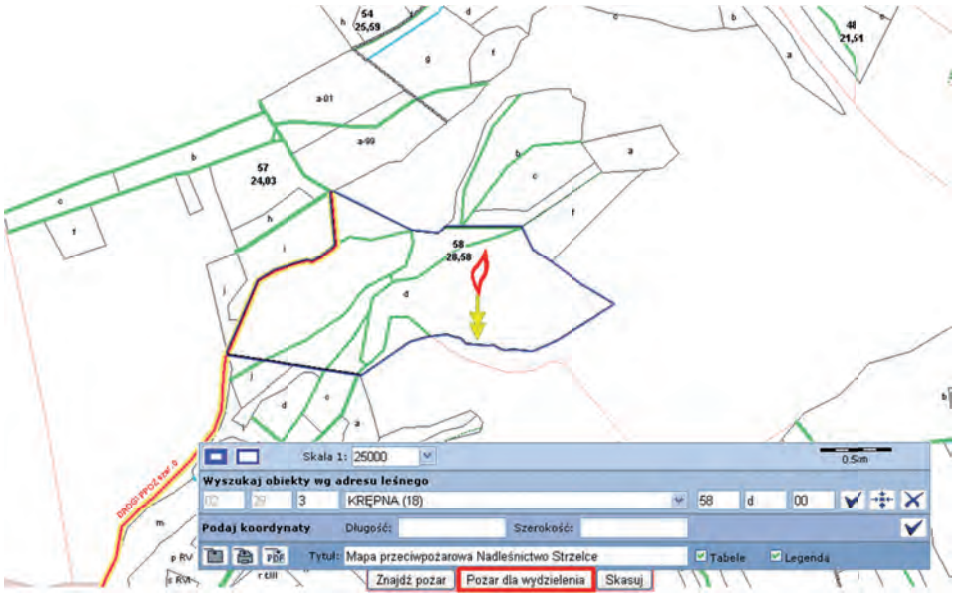


Ryc. 2.5. *Lokalizacja pożaru na podstawie azymutu z dwóch wież przeciwpożarowych*

Ryc. 2.6. *Lokalizacja pożaru na podstawie azymutu z trzech wież przeciwpożarowych*



Ryc. 2.7. *Lokalizacja pożaru na podstawie współrzędnych*



Ryc. 2.8. *Lokalizacja pożaru na podstawie adresu leśnego wydzielenia*

żarowych jest częścią dokumentacji ze zdarzenia, natomiast mapy w formacie A3 są pomocne w organizowaniu akcji gaśniczej.

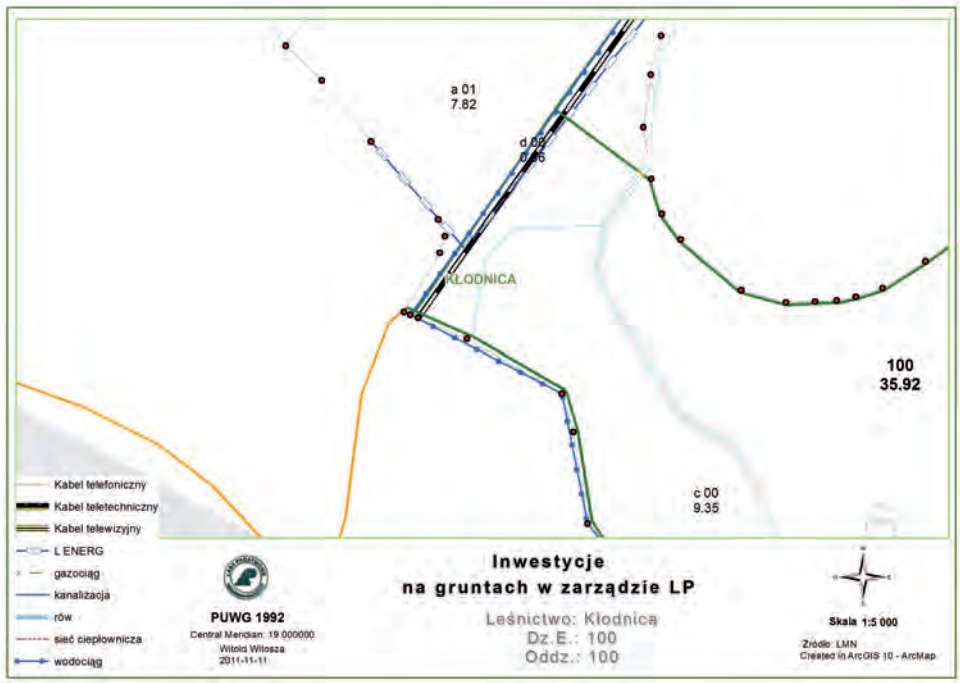
Projekty w aplikacji eLAS odpowiadają również na potrzeby użytkowników, jeśli wykorzystanie map jest wymuszone obowiązującymi zarządzeniami lub innymi przepisami. Na potrzeby sprzedaży gruntów wykorzystuje się wydruki z map ewidencyjnych; do rozliczenia powierzchni zrębowych – wydruki szkiców zrębowych, natomiast do rozliczenia powierzchni odnowieniowych – wydruki szkiców odnowieniowo-zalesieniowych. Taki materiał, w formie analogowego wydruku, staje się częścią dokumentacji zdarzeń gospodarczych.

2.3.2.2. Przykłady innego wykorzystania LMN w nadleśnictwie

Omówione gotowe rozwiązania, oferowane przez aplikacje, nie zawsze odpowiadają na zapotrzebowanie użytkowników, jeśli specyfika zadań gospodarczych i nieprzewidziane okoliczności wymuszają budowanie własnych, autorskich projektów. Poniżej omówiono kilka z nich.

Obecnie nie ewidencjonuje się geometrycznej lokalizacji inwestycji na gruntach LP. Do uzyskania zgody dyrektora RDLP na zawarcie umowy konieczny jest załącznik mapowy. Są dwie możliwości jego przygotowania: nanoszenie obiektów na mapę poprzez kreślenie grafik lub edycja własnych warstw. Przy-

kładowy projekt inwestycji na gruntach w zarządzie LP pokazano na ryc. 2.9 wraz z wycinkiem tabeli atrybutów warstwy liniowej w tab. 2.4.



Ryc. 2.9. *Inwestycje na gruntach w zarządzie LP*

Tabela 2.4. Tabela atrybutów warstwy inwestycji liniowych

Id	Kod	Właściciel	Opis	Dl_m	R_inwest	Shape_ Length
1	2	3	4	5	6	7
23	L ENERG	Energia	odgromienie linii 110 kV	834	2010	833.861132
25	L ENERG	Energia	podziemne przyłącze energetyczne	10	2010	9.471647
26	kanalizacja	Starostwo	kanalizacja burzowa drogi powiatowej	40	2010	46.661991
28	kanalizacja	KGK	kolektor kanalizacji sanitarnej	1592	2010	1592.024333
29	L ENERG	Energia	podziemna linia ŚN 15kV	104	2010	103.268125

cd. tab. 2.4.

1	2	3	4	5	6	7
30	L ENERG	Energiae	przyłącze energetyczne NN do basenu w Zdzieszowicach	55	2011	55.127116
38	L ENERG	PTK	linia NN podziemna do zasilenia stacji bazowej umowa 10/2000	40	2000	40.06726
41	kanalizacja	Gmina	umowa 2/2001	509	2001	508.500849
43	L ENERG	UM	umowa 5/2001 kabel NN podziemny	365	2001	364.546561
49	wodociąg	EF Raszowa	umowa 11/2002	4	2002	3.826879

Do celów analitycznych w nadleśnictwie tworzy się autorskie projekty, w zależności od bieżących potrzeb użytkowników, np. mapy: kompleksów leśnych, przynależności działek do ksiąg wieczystych, podziału dróg publicznych wg ich kategorii (konieczne do ustalenia odpowiedzialnego za stłuczki, padłą zwierzynę, śmieci), gruntów pod liniami energetycznymi

***Ryc. 2.10**. Mapa gruntów pod liniami energetycznymi wg właścicieli linii*

Ryc. 2.11. *Mapa zasięgu obszaru Natura 2000*

wg właścicieli linii (ryc. 2.10), lokalizacji słupków oddziałowych, kategorii ochronności do celów wystąpienia do Ministra Środowiska o uznanie ochronności drzewostanów (mapa obrębowa w skali 1:25 000 ze wszystkimi elementami wymaganymi zarządzeniem), zasięgu obszaru Natura 2000 (ryc. 2.11), do celów rozliczenia powierzchni geometrycznej wydzieleń do systemowej zmiany zasięgu kamieniołomów na terenie nadleśnictwa za lata 1990–2011.

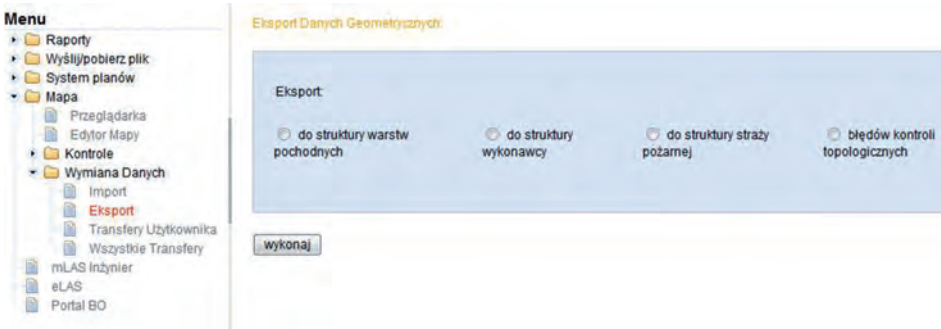
Dzięki standaryzacji układu współrzędnych warstw LMN można korzystać z portali internetowych oferujących serwisy WMS. W celu sprawdzenia poprawności położenia granic działek ewidencyjnych w zarządzie LP bądź w celu umiejscowienia położenia działek proponowanych do przejęcia przez Agencje Nieruchomości Rolnych, wojewodów i starostów nie jest konieczne pobieranie map ewidencyjnych w ośrodkach dokumentacji. Aby uzyskać wymagane dane, wystarczy do aplikacji dodać internetowy adres serwisu. Możliwość taką wykorzystuje się przy budowaniu pul. Wykazy rozbieżności wykonawca planu przekazuje nadleśnictwu, aby skorygowało błędy.

Bardzo ważnym elementem wykorzystania LMN w nadleśnictwie jest udostępnianie warstw LMN i opisu taksacyjnego, wynikające z dyrektyw unijnych i obowiązującego prawa.

2.3.3. Pobieranie danych przestrzennych i opisowych ze scentralizowanego SILP do wykorzystania przez zewnętrzne aplikacje GIS

Proces centralizacji SILP, czyli likwidacji serwerów w nadleśnictwach i przeniesienie baz na serwery centralne, spowodował konieczność nowego spojrzenia na zagadnienia LMN. Stary Standard LMN, oparty na trzech strukturach: wymiany danych z wykonawcami PUL (warstwy w strukturze wykonawcy), aktualizacji mapy (struktura aktualizacji) i pracy z LMN w aplikacjach GIS (warstwy pochodne) nie miał już racji bytu, gdyż import warstw wykonawcy do struktury aktualizacji i późniejsze generowanie warstw pochodnych oparte były na przestarzałym protokole ODBC. Taki schemat wymiany danych w środowisku centralnym nie jest możliwy. Z tego względu zaproponowano przeniesienie bazy opisowej i geometrycznej do tzw. geobazy, umożliwiającej przechowywanie tabel opisowych i geometrycznych z zachowaniem pełnej funkcjonalności obu środowisk. Podjęto prace nad nowym SLMN, aplikacją do wyświetlania danych i aplikacją do edycji danych geometrycznych wg nowego SLMN. Zagadnienia aktualizacji LMN omówione są w rozdziale 2.4.

Zasilenie systemu centralnego bazą geometryczną odbywa się na zasadzie importu warstw w strukturze wykonawcy. Niezaimportowane obiekty trafiają do bufora wymiany danych tak, by nie utracić obiektów geometrycznych. Docelowo import w środowisku centralnym nie będzie możliwy. Natomiast system zasilany będzie w dane opisowe i geometryczne w trakcie przekazywania bazy przez wykonawcę PUL. Gotowe rozwiązania i projekty mapowe, oferowane przez przeglądarkę i edytora w systemie centralnym, nie zaspokoją w pełni zapotrzebowania jednostek organizacyjnych LP. Z tego względu podjęto decyzję o pozostawieniu warstw, które można eksportować z systemu centralnego w celu wykorzystania ich w zewnętrznych aplikacjach GIS. Do tego celu służy prosty mechanizm, umożliwiający generowanie tych warstw (nie ma możliwości wyboru warstw, które należy generować, każdorazowo przygotowywany jest komplet wybranych danych



Ryc. 2.12. *Pobieranie danych geometrycznych z systemu centralnego*

geometrycznych), a następnie pobranie ich na dysk komputera. System centralny pozwala pobierać warstwy pochodne, w strukturze wykonawcy, warstwy pochodne przeznaczone dla straży pożarnych i warstwy z kontroli błędów topologicznych (ryc. 2.12).

Aplikacje GIS, dedykowane LP, oferują pełną funkcjonalność z użyciem danych geometrycznych (w postaci warstw pochodnych) i danych opisowych (dostęp do bazy poprzez protokół ODBC lub praca na kopii bazy w formacie pliku MS Access). Jak już omówiono, dostęp do danych w systemie centralnym z wykorzystaniem lokalnego protokołu ODBC nie jest możliwy, dlatego przygotowano możliwość pobierania (eksportu z systemu centralnego) kopii bazy opisowej. Stworzono dwa zestawy danych: bazę na potrzeby aktualizacji leśnej mapy numerycznej (zawiera wszystkie niezbędne tabele do pracy z Aktualizatorem LMN) oraz dane do aplikacji mapowych. W obydwu przypadkach opracowano listę niezbędnych do pracy tabel, a dla niektórych z nich ograniczono listę pól lub liczbę wierszy (np. w tabeli *c_wood_head* pozostawiono tylko dwa pola *quitt_kind_fl* i *quitt_nr*, a ze względu na konieczność ochrony danych osobowych eksportowana tabela adresowa jest pusta). Dane przygotowywano w postaci plików tekstowych, a na serwerze centralnym w zestawie do aktualizacji LMN znajduje się pusta baza MS Access, która przy pierwszym uruchomieniu konwertuje te dane do pliku mdb. Tak przygotowana baza może być wykorzystana do pracy z aplikacjami GIS. Baza na potrzeby aplikacji mapowych obecnie nie zawiera gotowego rozwiązania do konwersji plików tekstowych; bazę taką można pobrać ze strony Zespołu Zadaniowego ds. Leśnej Mapy Numerycznej.

2.3.4. Oprogramowanie GIS dedykowane Lasom Państwowym i jego wykorzystanie na różnych stanowiskach w nadleśnictwie

Wraz z rozwojem leśnej mapy numerycznej rozwijały się również aplikacje, które służyły do aktualizacji warstw i obsługi projektów. Coraz szersze wykorzystanie GIS w LP było bodźcem do poszukiwania i tworzenia nowych rozwiązań. Powstanie aplikacji w szerokim zakresie dedykowanym pracownikom LP było możliwe wraz ze standaryzacją LMN. Standard zawierał opis ujednoliconych warstw, sposób ich zapisu i aktualizacji, słowniki obiektów w poszczególnych warstwach, zasady aktualizacji. Naturalny stał się podział aplikacji na użytkowe, tzw. przeglądarki (Mapnik, Mapan, SprintMap.Las, eLMapa), i aktualizacyjne (Aktualizator LMN, SprintMap. Las). Krótki opis aplikacji zamieszczono w tab. 2.5.

Tabela 2.5. Podstawowy opis aplikacji dedykowanych Lasom Państwowym

Oprogramowanie, firma, strona www	Funkcja	Podstawowa funkcjonalność
1	2	3
LIMES – Przeglądarka i edytor w systemie centralnym	Przeglądarka Aktualizacja LMN Serwer internetowy	Gotowe projekty map. Gotowe scenariusze aktualizacji. Import warstw w strukturze wykonawcy (funkcjonalność tymczasowa). Import danych użytkownika na potrzeby aktualizacji. Eksport warstw, w tym na potrzeby PSP. Kontrola warstw.
Aktualizator LMN TaxusSI Sp. z o.o. www.taxussi.com.pl Własność LP	Aktualizacja LMN (stary standard)	Import warstw. Eksport warstw. Tworzenie warstw pochodnych. Podstawowa kontrola. Tworzenie warstw pochodnych dla PSP.
Kontrola LMN Taxus SI Sp. z o.o. www.taxussi.com.pl Własność LP	Kontrola LMN (stary standard)	Kontrola warstw w strukturze wykonawcy. Kontrola warstw w strukturze aktualizacji.
TraKo Taxus SI Sp. z o.o. www.taxussi.com.pl Własność LP	Transformacja Konwersja	Transformacja warstw w kilku układach współrzędnych (WGS 84, 1942, 1695, 1992, 2000, elipsoida Krasowskiego, oGUGiK80). Konwersja warstw do kilku formatów (shp, mif, dgn, EWMapa, dxf, dbf, pnt).
eLAS TatukGIS Sp. z o.o. www.tatukgis.com Własność LP	Przeglądarka	Serwer intranetowy i internetowy. Automatyczne generowanie raportów mapowych. Wydruki map. Edycja tzw. warstwy edycyjnej. Zapis do formatów rastrowych.
Mapnik Taxus SI Sp. z o.o. www.taxussi.com.pl	Przeglądarka	Gotowe projekty map. Budowanie własnych projektów. Zapytania do bazy danych z prezentacją na mapie (możliwość podłączenia innych baz niż SILP). Wydruki map. Edycja warstw (z wyjątkiem opisanych w SLMN).
Mapan Las Krameko www.krameko.com.pl	Przeglądarka	Gotowe projekty map. Budowanie własnych projektów. Zapytania do bazy danych z prezentacją na mapie (możliwość podłączenia innych baz niż SILP). Wydruki map. Edycja warstw (z wyjątkiem opisanych w SLMN). Eksport do urządzeń mobilnych.
SprinMap.Las SmallGIS A. Łabaj smallgis.pl	Przeglądarka Aktualizacja LMN	Gotowe projekty map. Budowanie własnych projektów. Zapytania do bazy danych z prezentacją na mapie (możliwość podłączenia innych baz niż SILP). Wydruki map. Edycja warstw. Eksport do urządzeń mobilnych.

cd. tab. 2.5.

1	2	3
eLMapa Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej www.elmapa.pl	Przeglądarka	Gotowe projekty map. Budowanie własnych projektów. Zapytania do bazy danych z prezentacją na mapie (możliwość podłączenia innych baz niż SILP). Wydruki map. Edycja warstw.
eLas Mobile TatukGIS Sp. z o.o. www.tatukgis.com	Dedykowany dla Rejestratora Leśniczego	Współpraca z GPS. Gotowe projekty map i możliwość wyświetlania innych projektów, przygotowanych w aplikacjach desktopowych. Pomiary terenowe. Informacja z opisu taksacyjnego i systemu planów (z bazy danych interfejsu Leśnik).
mLas Inżynier TaxusSI Sp. z o.o. www.taxussi.com.pl	Dedykowany dla urządzeń mobilnych, w tym dla Rejestratora Leśniczego	Współpraca z GPS. Gotowe projekty map i możliwość wyświetlania innych projektów, przygotowanych w aplikacjach desktopowych. Pomiary terenowe. Informacja z opisu taksacyjnego i systemu planów (kopia bazy pobierana z systemu centralnego).

Tworzenie programów specjalistycznych dedykowanych Lasom Państwowym wynika z polityki przyjętej w Wydziale Informatyki DGLP i zatwierdzonej przez Dyrektora Generalnego LP, o jawności struktur bazodanowych i standardów obowiązujących w LP. Pomimo dużej liczby programów dedykowanych LP, tylko kilka firm specjalizuje się w ich tworzeniu. Część z nich powstała z inicjatywy LP przy założeniu, że uzyskują one prawa własności z możliwością instalacji na dowolnej liczbie komputerów (Aktualizator LMN, Kontrola LMN, TraKo, eLas Mobile). Natomiast serwer eLAS, mimo że utworzono go z inicjatywy LP, na początku wdrażania nie był ich własnością. Zakup licencji nastąpił w kilku transzach, a prawa własności zakupiono po pełnym wdrożeniu sieci WAN (i możliwości instalacji serwera na poziomie RDLP), a przede wszystkim po doprowadzeniu wszystkich map w LP do zgodności ze SLMN.

Stary SLMN zawierał zapis o konieczności uzyskania rekomendacji Dyrektora Generalnego LP dla przeglądarek, co do kompletności i wyglądu map tematycznych.

Aplikacje, dedykowane LP, możemy podzielić na trzy podstawowe grupy: ogólne, możliwe do wykorzystania przez pracowników po podstawowym kursie obsługi (przeglądarka w systemie centralnym, serwer eLAS), ogólnospecjalistyczne, w podstawowej funkcjonalności możliwe do stosowania po podstawowym kursie obsługi, a wykorzystanie zaawansowane wymaga od użytkownika większej wiedzy z zakresu GIS (eLas Mobile, mLas Inżynier, Mapnik, Mapan Las, SprintMap.Las, eLMapa), i oprogramowanie specjalistyczne, dedykowane operatorom LMN lub innym pracownikom zaangażowanym w GIS (edytor w systemie centralnym, Aktualizator LMN, TraKo, Kontrola LMN). Pierwszą grupę oprogramowania wykorzystuje

się na wszystkich stanowiskach w nadleśnictwach i w leśnictwach. Drugą grupę oprogramowania, w podstawowej funkcjonalności, mogą stosować wszyscy pracownicy, jednak korzystanie z zaawansowanych funkcji wymaga przeszkolenia. Na przykład eLAS Mobile wykorzystuje się w pracy leśnictw, mLas Inżyniera wykorzystuje nadleśniczy, zastępca nadleśniczego, inżynierowie nadzoru, operator LMN i straż leśna, natomiast pozostałe aplikacje – typu desktop – w większości stosują pracownicy działu technicznego i operatorzy LMN. Ostatnia grupa to oprogramowanie dla operatorów LMN i innych pracowników zaangażowanych w GIS.

2.3.5. Inne oprogramowanie GIS wykorzystywane do pracy z leśną mapą numeryczną

W 2008 r. Wydział Urządzania Lasu i Geoinformatyki zebrał informacje o aplikacjach stosowanych w LP. Oprócz aplikacji dedykowanych LP, które opisano w poprzednim podrozdziale, największe znaczenie w leśnej geomatyce ma oprogramowanie firmy ESRI – ArcMap (z programami towarzyszącymi typu ArcCatalog, ArcGlobe, ArcScene) i ArcPad.

ArcMap, aplikacja typu desktop, służy do profesjonalnej pracy z warstwami w różnych formatach, włącznie z danymi oferowanymi przez serwisy www. Zaawansowane narzędzia edycji, kartografii, analiz przestrzennych, tworzenia i obsługi geobaz, łączenie danych w różnych formatach i układach współrzędnych wykorzystuje się w bardzo szerokim zakresie warstw LMN. Przygotowane projekty można wydrukować wg wbudowanych szablonów wydruku, które nadają się do modyfikowania. Oprogramowanie również pozwala na eksport map do różnych formatów z zapisem georeferencji.

ArcPad, aplikacja dedykowana urządzeniom mobilnym opartym na systemie Windows Mobile, przystosowana jest do pomiarów w terenie. Oprócz współdziałania z odbiornikami GPS ArcPad umożliwia pracę z dalmierzami, automatycznie obliczając uzyskiwane z tych źródeł pomiary z prezentacją ich na mapie. Dużym ułatwieniem dla użytkownika jest funkcja eksportu projektów z ArcMap do ArcPad, a także łatwy import obiektów pomierzonych z wykorzystaniem ArcPad do osobistej geobazy.

Równie dużą rolę w leśnej geomatyce pełni darmowa aplikacja **QGIS**. Oprogramowanie, rekomendowane jako prosty i darmowy program do przeglądania, edycji i redakcji map, oferuje użytkownikowi bardzo wiele funkcji do analiz przestrzennych, analiz rastrowych, edycji, kartografii itd. Program umożliwia kontrolę topologii warstw, zaawansowaną edycję tabel, ma wbudowane narzędzia klasyfikacji. Umożliwia użytkownikowi pracę z danymi z różnych źródeł, w różnych formatach i układach współrzędnych, włącznie z danymi oferowanymi przez serwisy www. Oprogramowanie umożliwia również eksport map do różnych formatów z zapisem georeferencji.

Część nadleśnictw wykorzystuje również oprogramowanie firmy TatukGIS sp. z o.o. – **TatukGIS Editor** i **TatukGIS Viewer**. Profesjonalne

oprogramowanie do tworzenia, edycji i wizualizacji danych ma również tę zaletę, że przygotowana i zapisana w projekcie symbolizacja dla warstw wprost nadaje się do przeniesienia do serwera eLAS, a projekty w Elas Mobile są prezentowane w TatukGIS Viewer lub Editor. TatukGIS Viewer jest darmowym programem, jednak pełni tylko rolę przeglądarki bez możliwości edycji warstw.

W LP wykorzystuje się wiele innych aplikacji, często dedykowanych kontrolerom GPS. Niebagatelną rolę pełni **AutoMapa**, której mapy zasilane są m.in. danymi należącymi do LP (lokalizacja siedzib nadleśnictw i leśnictw).

Do planowania sesji pomiarowych przy użyciu odbiorników GPS wykorzystuje się darmowy program **Quick Plan**, a także program **Planing 2.9** firmy Trimble (rozdz. 5). Na podstawie aktualnego almanachu dla zadanych współrzędnych program oblicza najlepszy czas wykonania pomiarów. Użytkownik określa podstawowe parametry: datę i czas planowanego pomiaru, liczbę satelitów, ich rozmieszczenie, maskę horyzontu, powyżej której będą widoczne satelity biorące udział w pomiarach itp.

W LP coraz większą rolę pełnią zdjęcia lotnicze i zobrazowania satelitarne. Poza prostym wyświetlaniem tych danych w aplikacjach, które umożliwiają obsługę formatów zdjęć i zobrazowań, programy typu **ER Mapper** lub **Geomatica** wykorzystuje się również do analiz teledetekcyjnych, zwłaszcza na zdjęciach w bliskiej podczerwieni.

Poza wymienionymi podstawowymi aplikacjami (anonsowanymi w tym podrozdziale) w jednostkach organizacyjnych LP w użyciu są również programy – czy to dedykowane urządzeniom mobilnym (np. Mobile Mapper, Farm Site Mate), czy to stosowanym przez służby geodezyjne (np. Cgeo) bądź przez wykonawców planów urządzania lasu (np. Sinad). Nie do przecenienia jest rola aplikacji i map oferowanych w sieci www – Google Earth, Geoportal, mapy Google, Targeo, Zumi, Interia i innych.

2.3.6. Analizy przestrzenne – przykładowe analizy SIP i opis sposobu ich wykonania

Baza danych, jak sama nazwa wskazuje, służy do przechowywania informacji i uporządkowanych danych. Dane mogą być wprowadzane, modyfikowane, usuwane, archiwizowane. Każda dana jest powiązana szeregiem zależności, wiersze opisane w poszczególnych tabelach mogą łączyć się z wierszami innych tabel, gdzie np. jednemu wierszowi tabeli źródłowej może odpowiadać jeden lub wiele wierszy tabeli podrzędnej. Przykładowo do jednego wiersza adresu wydzielenia w tabeli *f_arodes*, na który składa się numer wewnętrzny, pełny adres, flaga aktywności adresu itp., przywiązany jest jeden wiersz opisu wydzielenia (powierzchnia, typ siedliska, gleby itd.), do którego przywiązanych może być jeden wiersz lub kilka wierszy o warstwach drzewostanu (nazwa warstwy, zmieszanie, zwarcie, zadrze-

wienie itp.), do każdej warstwy przywiązana jest informacja o gatunkach w warstwie (nazwa gatunku, wiek, pierśnica, bonitacja) itd. W scentralizowanym środowisku SILP tabele opisowe znajdują swe odpowiedniki w tabelach geometrycznych, np. do tabeli zawierającej podstawowe informacje o wydzieleniu (*f_subarea*) przywiązana jest tabela z geometrią obiektów (*g_subarea*).

Zależności między danymi wykorzystuje się do wszelkiego rodzaju analiz, do operacji na danych itd. Wyniki, uzyskane na drodze tworzenia zapytań, można wizualizować na mapie, uzyskując odpowiedź na pytanie: „gdzie?". Jest to na razie podstawowy sposób wykorzystywania SIP w nadleśnictwach, jednak nie jest to analiza przestrzenna w klasycznym ujęciu. Przeprowadzanie analiz przestrzennych polega na wykorzystywaniu danych – zarówno opisowych, jak i geometrycznych – od początku budowania zapytań, gdzie geometria służy nie tylko do wizualizacji wyniku, lecz również do zawężania selekcji. Różnice między tymi sposobami przybliżono na przykładach.

W przykładzie dokonano prostej wizualizacji wyselekcjonowanych danych na mapie. Należy pamiętać, że nie jest to typowa analiza przestrzenna. Selekcjonujemy adresy leśne, które nie mają w SILP przypisanej kategorii ochronności, a następnie na podstawie tych danych analizujemy, które wydzielenia spełniają kryterium danej ochronności w poszczególnych gminach. Wymagane dane:

- las ochronny – definicja wg Ustawy o lasach Art. 15: *Za lasy szczególnie chronione, zwane dalej „lasami ochronnymi", mogą być uznane* ***lasy*** ... Art. 3. tejże ustawy definiuje pojęcie lasu: *Lasem w rozumieniu ustawy jest grunt:*
  1) o zwartej powierzchni co najmniej 0,10 ha, pokryty roślinnością leśną (uprawami leśnymi) – drzewami i krzewami oraz runem leśnym – lub przejściowo jej pozbawiony:
  a) przeznaczony do produkcji leśnej lub
  b) stanowiący rezerwat przyrody lub wchodzący w skład parku narodowego albo
  c) wpisany do rejestru zabytków;
  2) związany z gospodarką leśną, zajęty pod wykorzystywane dla potrzeb gospodarki leśnej: budynki i budowle, urządzenia melioracji wodnych, linie podziału przestrzennego lasu, drogi leśne, tereny pod liniami energetycznymi, szkółki leśne, miejsca składowania drewna, a także wykorzystywany na parkingi leśne i urządzenia turystyczne.

Tak rozumując, lasem ochronnym mogą być zarówno drzewostany, zręby, halizny i płazowiny, jak i grunty związane z gospodarką leśną. Nie można nadać statusu gruntu ochronnego tzw. gruntom ekonomicznym, jak role, pastwiska, łąki itd. W niniejszym przykładzie nie analizujemy elementów liniowych;

- wymagane dane wektorowe – granice wydzieleń (warstwa wydz_pol),
- wymagane tabele wg adresów leśnych: *f_arodes* (numer wewnętrzny wydzielenia, adres leśny), *f_subarea* (numer wewnętrzny wydzielenia,

powierzchnia), *f_arod_category* (numer wewnętrzny wydzielenia, kategoria ochronności),

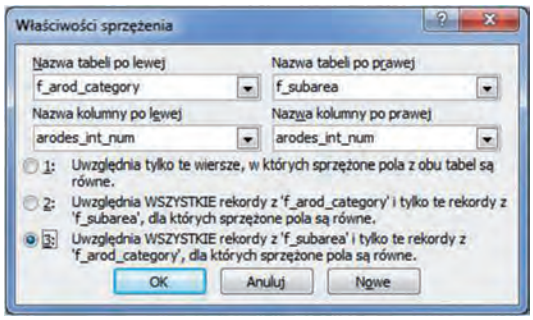
- wymagane tabele wg adresów administracyjnych, do celów selekcji adresów leśnych z użytkiem *Ls: f_parcel* (numer wewnętrzny działki), *f_parcel_land_use* (numer wewnętrzny działki, numer użytku, nazwa użytku). Użytkom *Ls* odpowiadają po stronie opisu taksacyjnego odpowiednie kody rodzajów powierzchni, jednak selekcja od strony administracyjnej jest mniej pracochłonna.

W pierwszym kroku należy pobrać wymagane dane z SILP-WEB, do czego wystarczy baza utworzona na potrzeby aktualizacji mapy. Po pierwszym uruchomieniu bazy – wówczas następuje proces zasilenia tabel danymi z plików tekstowych – tworzymy zapytanie:

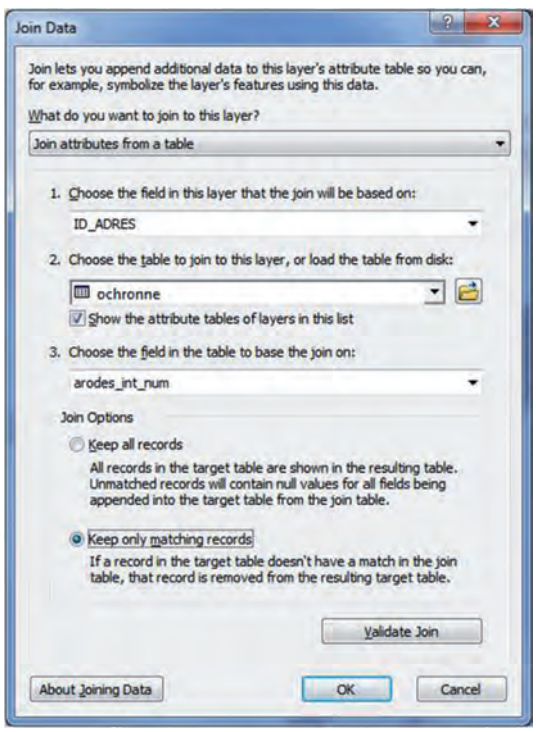
- łączymy tabele wg schematu przedstawionego na ryc. 2.13, przyjmując właściwość sprzężenia: „uwzględnia tylko te wiersze, w których sprzężone pola z obu tabel są równe". Wyjątkiem od tej zasady jest połączenie tabeli *f_subarea* z tabelą *f_arod_category* – dla nich sprzężenie przyjmuje właściwość: „uwzględnia wszystkie rekordy z *f_subarea* i tylko te rekordy z *f_arod_category*, dla których sprzężone pola są równe" (ryc. 2.14).

W wyniku tak skonstruowanego zapytania otrzymujemy wszystkie wydzielenia (łącznie z wydzieleniami z tyldą), które są przywiązane w SILP do użytków *Ls*. Część z nich spełnia warunki kategorii ochronności. Wynik zapytania można ograniczyć tylko do tych wydzieleń, które nie mają kategorii ochronności; jednak tu pozostawimy taką sytuację

Ryc. 2.13. *Schemat połączenia tabel*

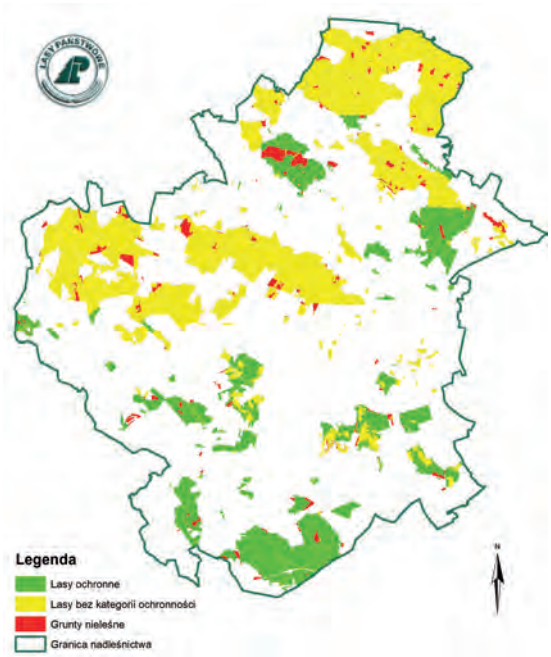


Ryc. 2.14. *Ustawianie właściwości sprzężenia*



Ryc. 2.15. *Ustawianie właściwości sprzężenia w aplikacji GIS*

do późniejszego wykorzystania. Wynik zapytania zapisujemy w formie tabeli, do połączenia tych danych z geometrią wydzieleń (w tym przykładzie zostanie zapisana jako „ochronne"). W aplikacji, która umożliwia przyłączenie tabel zewnętrznych (np. tabeli *Access*) do *warstw,* dodajemy do widoku warstwę wydzieleń *(wydz_pol)* i utworzoną w wyniku zapytania w *Access* tabelę *ochronne*. Dane geometryczne łączymy z tabelą *Access* poprzez *pole kluczowe ID_ADRES* (w warstwie wydzieleń) i *arodes_int_num* (w tabeli *Access*), pozostawiając tylko te rekordy, które znajdą swe odpowiedniki w obu tabelach (ryc. 2.15).



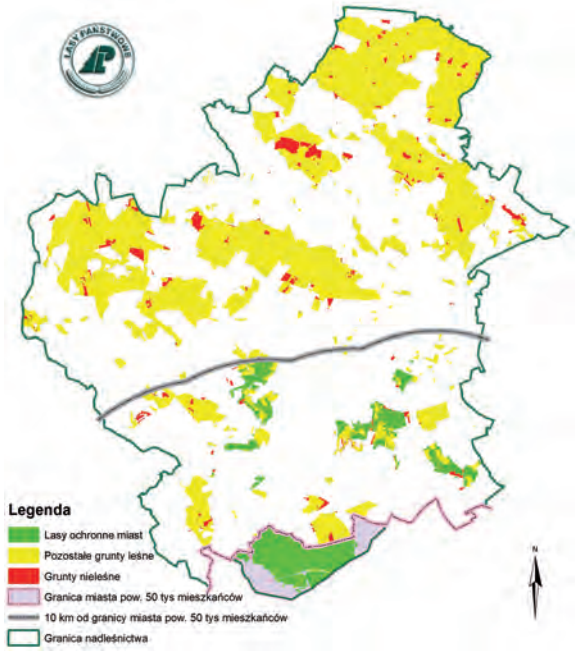
Ryc. 2.16. *Podział gruntów w nadleśnictwie ze względu na ochronność lasów*

Połączone dane należy zapisać jako nową warstwę, np. *ochronne.shp*. Po dodaniu warstwy do projektu symbolizujemy obiekty w tej warstwie poprzez pole *prot_category_cd* (ze względu na rozmiar nazwy kolumny program może skrócić nazwę do np. *prot_cat*), dla wartości pustych przyjmując kolor żółty (brak ochronności), dla pozostałych wartości – zielony. Obraz wydzieleń z kategorią ochronności i bez kategorii ochronności przedstawia ryc. 2.16. Wizualizacja gruntów nieleśnych na tle gruntów leśnych jest stosunkowo prosta – do widoku dodajemy warstwę wydzieleń, symbolizujemy ją na czerwono, a w kolejności wyświetlania dajemy ją poniżej warstwy *ochronne.shp*.

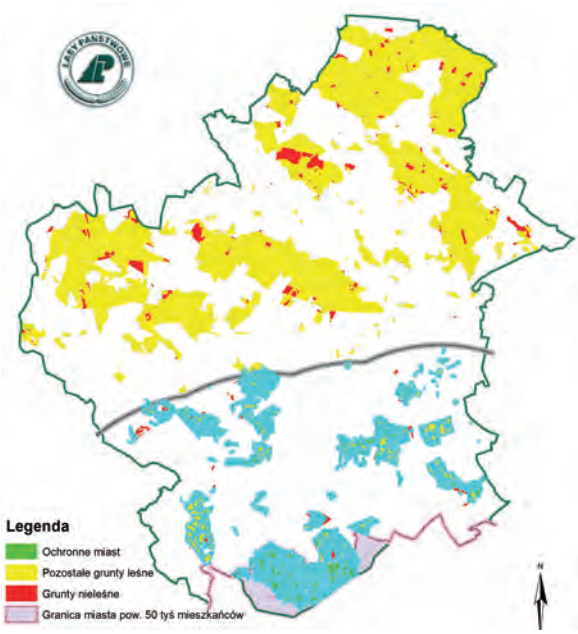
W dalszym kroku należy wykonać kilka dodatkowych operacji:

- wyszukać lasy wg przykładowej kategorii ochronności;
- wyszukać lasy, które spełniają kryterium danej kategorii ochronności, ale jej nie mają;
- podzielić lasy wg adresów administracyjnych.

W celu wyszukania lasów w danej kategorii ochronności (w tym przykładzie wybierzemy lasy ochronne *w granicach administracyjnych miast i w odległości do 10 km od granic administracyjnych miast liczących ponad 50 tys. mieszkańców*), użyjemy utworzoną wcześniej tabelę *ochronne* i skorzystamy z pola *prot_category_cd*. Wydzielenia, które w polu *prot_category_cd* mają atrybut „OCH MIAST", oznaczymy kolorem zielonym, a pozostałe wydzielenia (inna kategoria ochronności lub brak ochronności) – kolorem żółtym. Po dodaniu granic miasta powyżej 50 tys. mieszkańców



Ryc. 2.17. *Lasy ochronne w kategorii w granicach administracyjnych miasta powyżej 50 tys. mieszkańców lub w odległości do 10 km od tej granicy*



Ryc. 2.18. *Lasy spełniające kryterium ochronności w kategorii w granicach administracyjnych miasta powyżej 50 tys. mieszkańców lub w strefie do 10 km od tej granicy (wyselekcjonowane lasy zaznaczono kolorem turkusowym)*

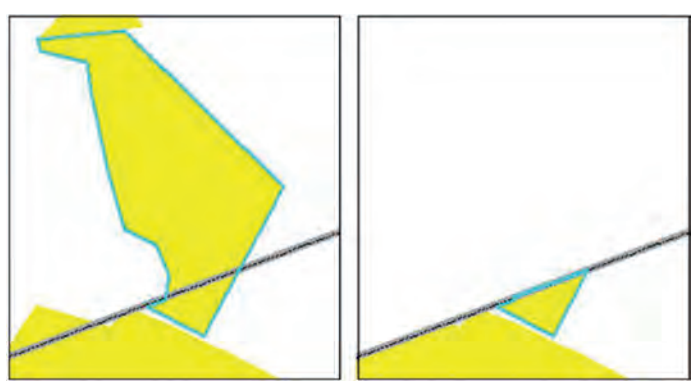
i utworzeniu bufora o szerokości 10 km od tych granic, czyli zdefiniowaniu kryteriów ochronnych, możemy stwierdzić, że część przedstawionych wydzieleń spełnia warunki omawianej kategorii ochronności, a część – nie. Rycina 2.17 obrazuje omawianą sytuację.

W następnym kroku wyszukamy lasy, które spełniają kryterium danej kategorii ochronności, czyli znajdują się w granicach administracyjnych miasta powyżej 50 tys. mieszkańców lub w odległości do 10 km od tej granicy, i zapiszemy je w nowej warstwie. W tym celu wykorzystamy narzędzia selekcji wg położenia, czyli wybierzemy z warstwy *ochronne* te obiekty, które zostają przecięte warstwą bufora 10 km od granicy miasta (ryc. 2.18).

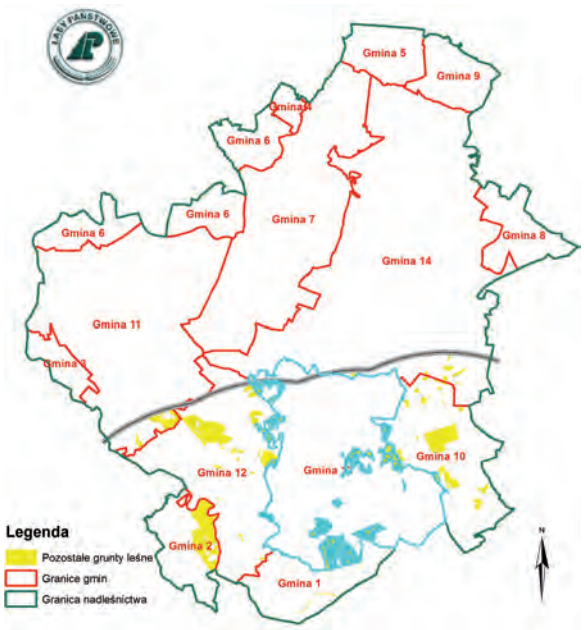
Zapisujemy wyselekcjonowane w warstwie *ochronne.shp* obiekty jako nową warstwę i dodajemy ją do projektu. Wykorzystując selekcję wg atrybutów, zadajemy zapytanie do pola *prot_category_cd*, by wybrać lasy niemające wartości „OCH MIAST". Możemy tego dokonać na kilka sposobów, np. najpierw wybrać lasy z kategorią „OCH MIAST", a następnie odwrócić selekcję lub wybrać lasy z kategorią ochronności różną (< >) od „OCH MIAST" i zapisujemy wybrane obiekty jako nową warstwę, np. pod nazwą *ochronne_miast.shp*.

Pobieżna analiza wyselekcjonowanych obiektów pozwala stwierdzić, że są wydzielenia, które częściowo leżą w buforze 10 km, a częściowo są poza nim. Aby uzyskać dokładną powierzchnię lasów spełniających kryterium ochronności, przecinamy nowo utworzoną warstwę *ochronne_miast.shp* warstwą bufora 10 km. Na ryc. 2.19 przedstawiono wydzielenie wyselekcjonowane w pierwszym kroku, a następnie podzielone w wyniku przecięcia warstwą bufora – tak uzyskaną warstwę można wykorzystać do dalszej pracy.

Do naszego projektu dodajemy granice administracyjne gmin. Zaznaczamy (selekcjonujemy – kolor turkusowy) wybraną gminę. Korzystając z na-



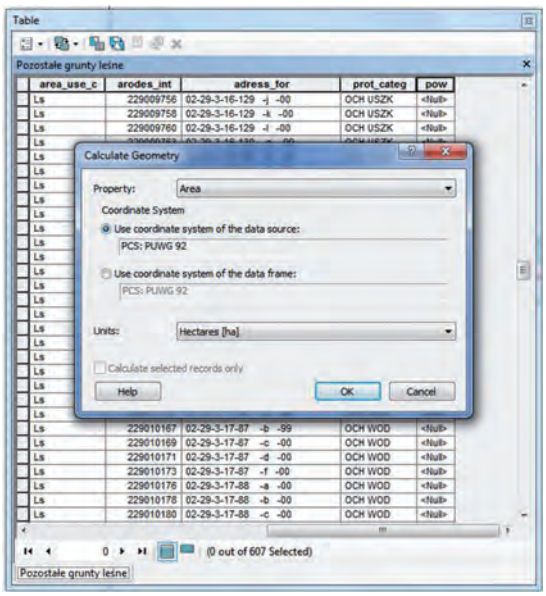
Ryc. 2.19. *Granice lasów przed przecięciem i po przecięciu buforem 10 km od granicy administracyjnej miasta*



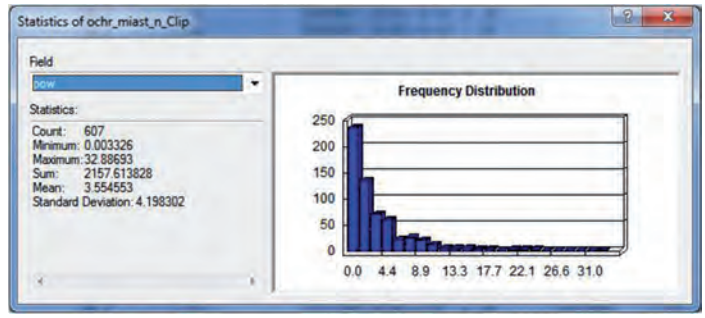
Ryc. 2.20. *Lasy spełniające kryterium ochronności w danej gminie, a nie zakwalifikowane do tej kategorii*

rzędzia selekcji wg położenia, wybieramy z przygotowanej warstwy *ochronne_miast.shp* te obiekty, które są przecięte przez granicę wybranej gminy (ryc. 2.20). Wybrane kompleksy LP zaznaczono kolorem turkusowym.

Aby obliczyć powierzchnię geometryczną tych lasów, do tabeli atrybutów dodajemy nowe pole *pow*. Za pomocą narzędzia obliczenia geometrii w aplikacji GIS przypisujemy powierzchnię geometryczną do utworzonego pola (ryc. 2.21). Następnie, stosując narzędzie wyliczania statystyk, odczytujemy powierzchnię lasów, które w danej gminie mogą zostać uznane za ochronne miast (ryc. 2.22). Należy pamiętać, że rada gminy tylko opiniuje wniosek, natomiast uznanie lasów za ochronne leży w kompetencjach ministra ds. środowiska.



Ryc. 2.21. *Obliczenie powierzchni geometrycznej*



Ryc. 2.22. *Statystyki dla wybranego pola*

Aby dokładnie wywiązać się z zadania, trzeba sprawdzić, czy wśród wylistowanych wydzieleń są wydzielenia o powierzchni poniżej 0,10 ha. Można tego dokonać na dwa sposoby:

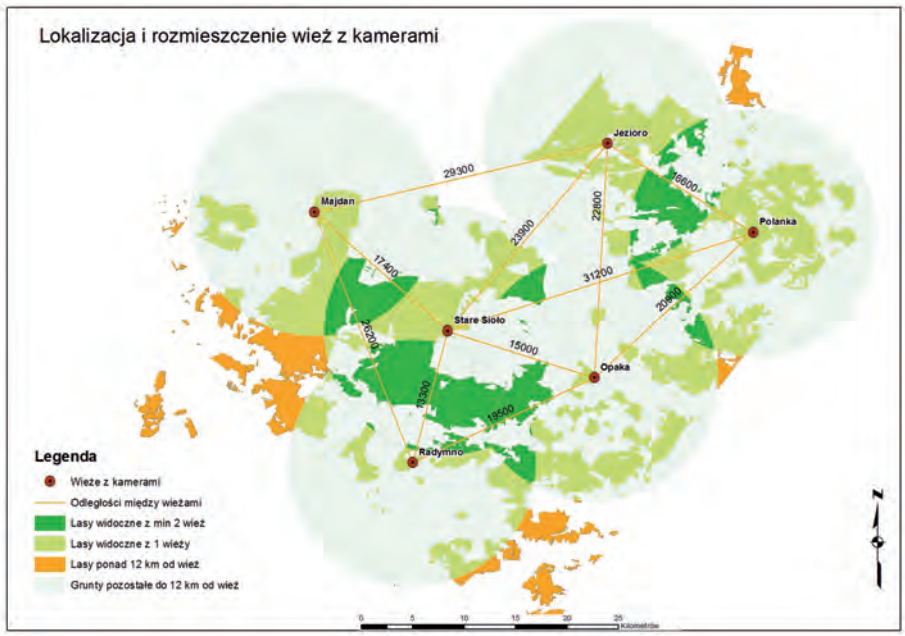
- pole *pow* sortuje się rosnąco, aby znaleźć wydzielenia poniżej 0,10 ha; następnie należy sprawdzić na mapie, czy są to enklawy wśród gruntów obcych (wtedy nie klasyfikuje się ich jako ochronne);
- w warstwie *ochronne_miast.shp* scala się wszystkie obiekty, następnie należy je rozbić na podobiekty i obliczyć ich geometrię; potem, sortując wg powierzchni, sprawdza się lokalizację na mapie – wyeliminuje się wtedy przynajmniej część wydzieleń, które sąsiadują z innymi gruntami leśnymi.

Podsumowując powyższy projekt wyszukiwania lasów, które mogą zostać uznane za ochronne, należy zwrócić uwagę na dwa podstawowe aspekty, które powinny być silnie skorelowane:

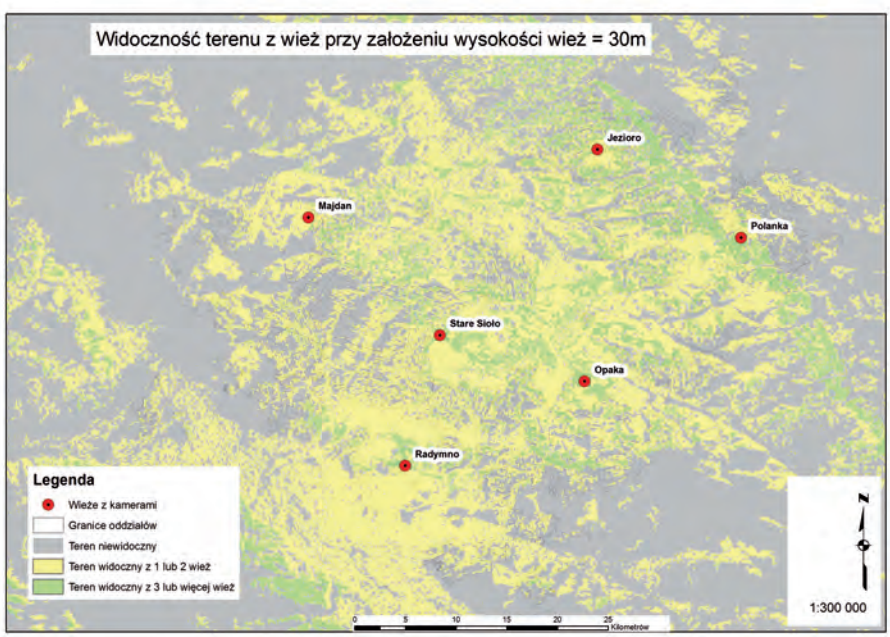
- poziom wiedzy i doświadczenie pracownika przygotowującego materiały i dokonującego analizy;
- możliwości oprogramowania, którymi dysponują jednostki LP.

Poniżej przedstawiono kilka analiz przestrzennych wykonanych przez Zespół Zadaniowy do spraw LMN wraz z Wydziałem Urządzania Lasu i Geoinformatyki DGLP, Wydziałem Ochrony Lasu DGLP, Zespołami Ochrony Lasu, pracownikami RDLP i nadleśnictw:

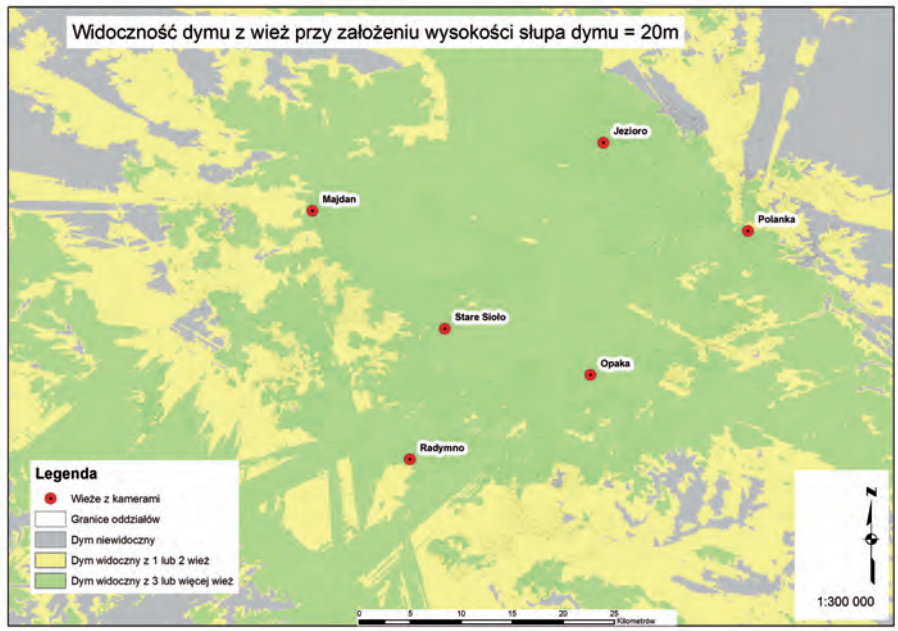
- analiza widoczności lasów, przy założeniu widoczności z wieży równej 12 km (w analizie tej nie uwzględniono NMT) (ryc. 2.23);
- analiza widoczności lasów, z uwzględnieniem NMT i maksymalnej wysokości gatunku w wydzieleniu (ryc. 2.24);
- analiza widoczności dymu z wież, przy założeniu wysokości słupa dymu równego 20 m (ryc. 2.25);
- zagrożenie ze strony szkodników pierwotnych sosny (z wyłączeniem brudnicy mniszki), opracowane na podstawie danych za lata 1985–2010 (ryc. 2.26);
- zagrożenie ze strony brudnicy mniszki, opracowane na podstawie danych za lata 1985–2010 (ryc. 2.27).



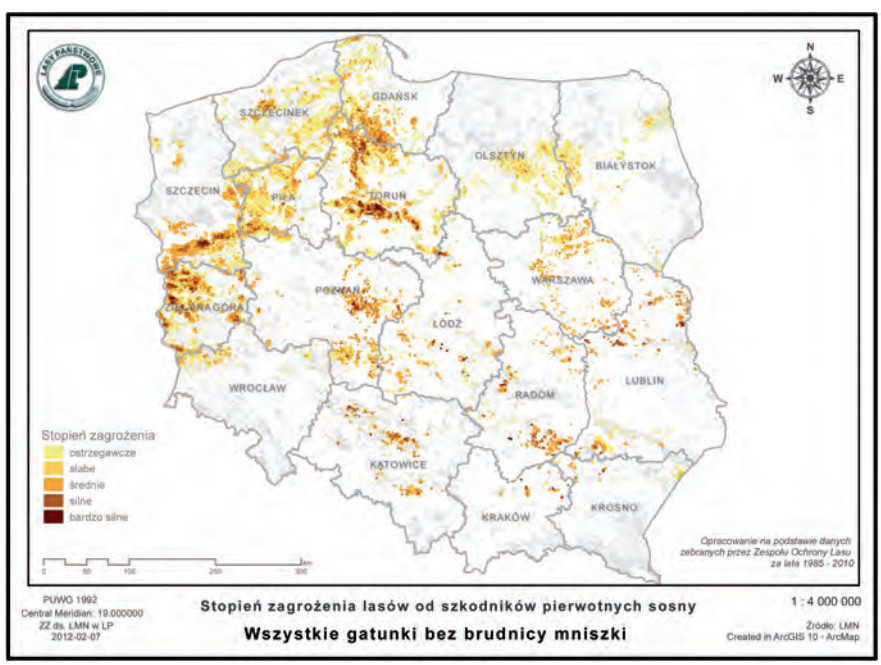
Ryc. 2.23. *Analiza widoczności lasów, przy założeniu widoczności z wieży równej 12 km*



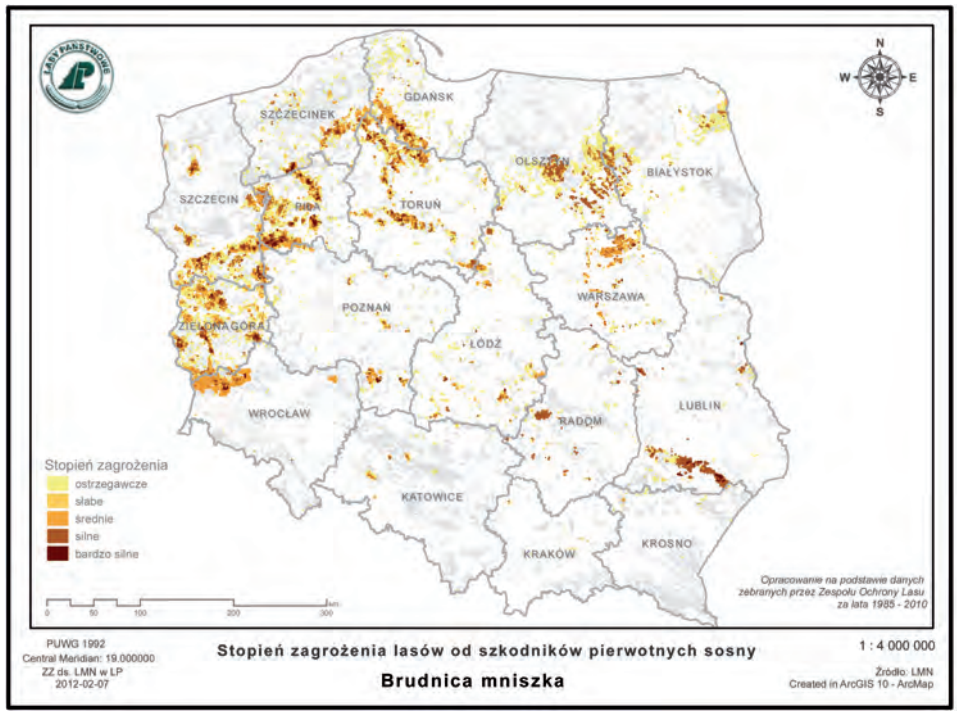
Ryc. 2.24. *Analiza widoczności lasów, z uwzględnieniem NMT i maksymalnej wysokości gatunku w wydzieleniu*



Ryc. 2.25. *Analiza widoczności dymu z wież*



Ryc. 2.26. *Zagrożenie szkodnikami pierwotnymi sosny (bez brudnicy mniszki)*



Ryc. 2.27. *Zagrożenie inwazją brudnicy mniszki*

2.3.7. Archiwizacja baz geometrycznych i opisowych

W starym standardzie LMN, który obowiązywał do 2011 r., przewidziano obowiązek corocznej archiwizacji bazy geometrycznej i opisowej. Procedury archiwizacji bazy opisowej i geometrycznej opisano w załączniku nr 7 – Archiwizacja i ochrona danych Systemu Informacji Przestrzennej na szczeblu nadleśnictwa. Zostały określone terminy i sposoby wykonywania kopii, a także metody przechowania kopii zapasowych. Oprócz procedur opisanych w SLMN w poszczególnych dyrekcjach regionalnych funkcjonowały systemowe rozwiązania, np. w RDLP Katowice od kilku lat odbywały się tygodniowe warsztaty aktualizacyjne, po aktualizacji LMN kopie danych geometrycznych i opisowych przekazywano do Zespołu Geoinformatyki RDLP.

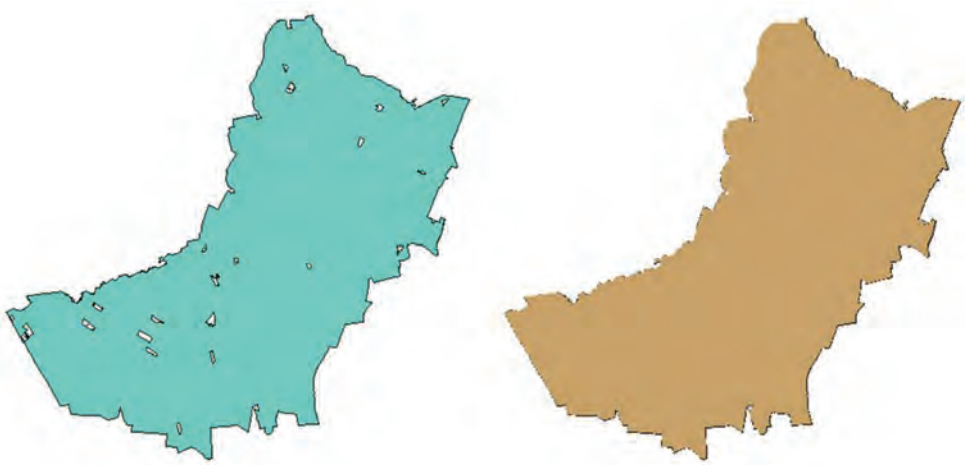
Nowy SLMN, wprowadzony wraz z IUL, nie przewiduje osobnej procedury archiwizacji SIP. Tabele geometryczne, jako integralna część bazy danych, podlegają takim procedurom tworzenia kopii zapasowych, jak pozostałe tabele, dlatego tworzenie archiwum danych geometrycznych i opisowych bezpośrednio po odbiorze bazy, otrzymanej od wykonawcy PUL, jest uzasadnione i potrzebne.

2.4. Aktualizacja leśnej mapy numerycznej

WITOLD WITOSZA

2.4.1. Wstęp

W dotychczasowej praktyce rozpatrywano Leśną Mapę Numeryczną (LMN) i bazę Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP) jako dwa odrębne byty. Wynikało to z samego sposobu przechowywania danych. W bazie SILP zapisane były m.in. tabele słownikowe (np. *g_geo_glossary_dic, g_layer_dic*), tabele przechowujące nazwy geograficzne obiektów w warstwach (*g_object_name*) czy też współrzędne obiektów punktowych (*g_point*). Natomiast warstwy w formie plików shape przechowywano na dysku komputera jako warstwy w tzw. strukturze aktualizacji, w katalogu Layers (*Basic_ob.shp*, *Lines.shp*, *Sp_area.shp* itd.). Aktualizacja bazy opisowej nie wymuszała (poprzez programowe procedury aktualizacyjne) aktualizacji bazy geometrycznej. Dlatego obie bazy można było aktualizować niezależnie. Niezgodności między tymi bazami wyszukiwano za pomocą programu Kontrola LMN lub tworząc warstwy pochodne. Sztandarowym „testem" LMN było tworzenie warstw pochodnych zasięgów administracyjnych, np. warstw *Woj_pol.shp* i *Nadl_pol.shp*, w których niezgodności adresów administracyjnych w obiektach podstawowych powodowały „dziury" w warstwie pochodnej granic województw lub niezgodności adresów leśnych w obiektach podstawowych (niezaktualizowane podziały wydzieleń) powodowały „dziury" w zasięgu terytorialnym nadleśnictwa (ryc. 2.28).



Ryc. 2.28. *Warstwa zasięgu terytorialnego nadleśnictwa z niezaktualizowanymi obiektami podstawowymi (z lewej) i po aktualizacji (z prawej) – stary SLMN*

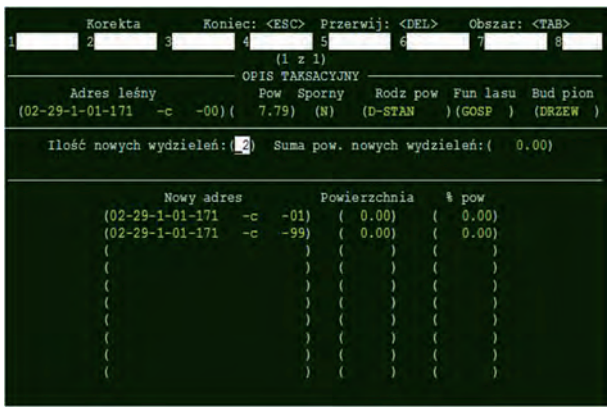
2.4.2. Aktualizacja LMN w kontekście centralizacji SILP

Centralizacja SILP przyczyniła się do pełnej integracji bazy geometrycznej i opisowej; obiektom w bazie opisowej, które mają reprezentację graficzną, odpowiadają dane geometryczne w tabelach przechowujących geometrię, np. obiektom tabeli *f_parcel_land_use* odpowiada geometria obiektów w tabeli *g_parcel_land_use*, a tabeli *f_forest_range* odpowiada tabela *g_forest_range* itd.

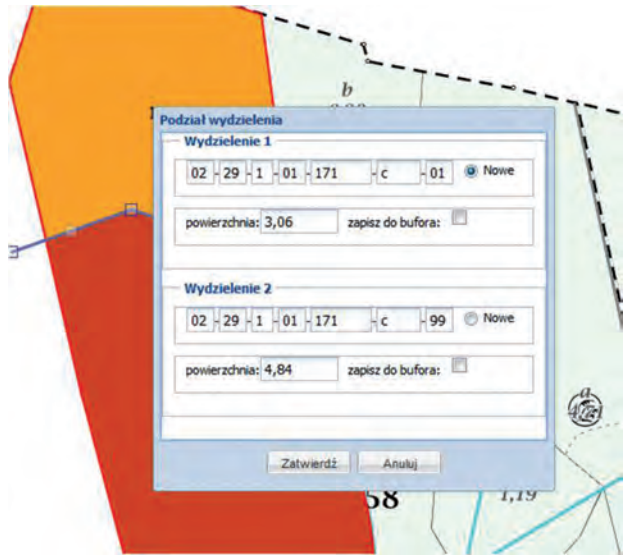
Unifikacja danych opisowych i geometrycznych wymusza nowe spojrzenie na procedury aktualizacji. Od rozpoczęcia prac nad nowym SLMN trwają również prace nad scenariuszem aktualizacji geometrii, bezpośrednio powiązanej z bazą opisową, np. podział wydzielenia z wykorzystaniem dokumentu źródłowego (ryc. 2.29) powoduje przeniesienie „starej" geometrii wydzielenia do bufora, a po podziale wydzielenia na mapie program „podpowiada" adresy leśne, z których użytkownik wybiera odpowiednie. Powiązanie geometrii z adresem administracyjnym nie jest konieczne, jak było w programie Aktualizator LMN, w którym wybór adresu leśnego wiązał się z wcześniejszym wskazaniem adresu administracyjnego, numeru działki i użytku w działce. Teraz program sam „podczytuje" konieczne dane z geometrii obiektów wyższego rzędu: granic województw (tabela *g_coutry*), granic powiatów (*g_district*), gmin (*g_municipality*), działek (*g_parcel*), użytków w działce (*g_parcel_land_use*), oddziałów (*g_compartment*) itd.

Rozpoczęcie aktualizacji od strony geometrycznej, np. podział wydzieleń, skutkuje przeniesieniem nowej geometrii podzielonego wydzielenia do bufora; późniejszy podział wydzielenia dokumentem źródłowym w opisie taksacyjnym jest udogodniony poprzez automatyczne wypełnienie pól z powierzchnią (ryc. 2.30 i ryc. 2.31). Zatwierdzenie dokumentu źródłowego automatycznie przypisuje geometrię z bufora do właściwych adresów leśnych i automatyczne tworzy opisy do nowych wydzieleń.

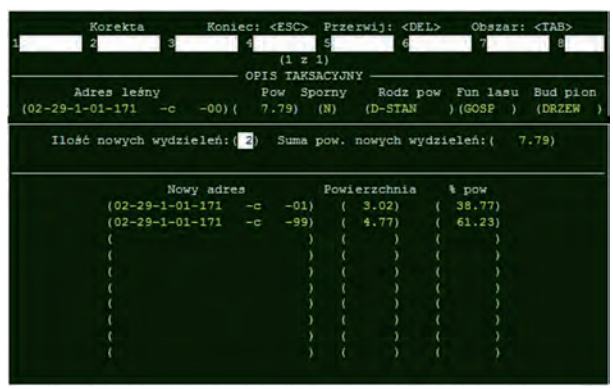
Prace nad aktualizacją bazy geometrycznej są w toku. Nie wszystkie warstwy można zaktualizować Edytorem LMN. W okresie przejściowym



Ryc. 2.29. *Dokument źródłowy – podział wydzielenia w SILP przed podziałem geometrii (użytkownik musi uzupełnić powierzchnie)*



Ryc. 2.30. *Podział wydzielenia w Edytorze LMN; powierzchnie wyliczane z geometrii*



Ryc. 2.31. *Dokument źródłowy po podziale wydzielenia w Edytorze LMN; powierzchnie wyliczane z proporcji powierzchni geometrycznej*

aktualizację LMN za 2011 r. opisano w piśmie DGLP zawierającym wytyczne do procedur aktualizacyjnych. Do czasu osiągnięcia przez Edytora LMN pełnej funkcjonalności LMN będzie aktualizowana analogicznie do wzmiankowanych wytycznych, dlatego pozostawiono w scentralizowanym środowisku możliwość importu warstw w strukturze wykonawcy.

2.4.3. Rejestr zmian przestrzennych podlegających aktualizacji

Aktualizację bazy geometrycznej można rozpatrywać w kontekście wielofunkcyjnej roli lasów, czyli także – gospodarki leśnej. Granice wydzieleń i oddziałów, opisy do nich, sytuacja zewnętrzna są elementami w budo-

waniu projektu ogólnej sytuacji poglądowej (mapy przeglądowej). Natomiast każdy dział gospodarki leśnej wykorzystuje specyficzne dane, które są przedstawiane na tym podkładzie. Najważniejszym zadaniem jest więc utrzymywanie zgodności bazy opisowej i geometrycznej wydzieleń i oddziałów. Za tym następuje uzupełnienie bazy o pozostałe elementy – powierzchnie niestanowiące wydzieleń, osobliwości przyrodnicze, granice obszarów Natura 2000, strefy ochrony ścisłej i częściowej, lokalizacja drzew doborowych, miejsca gniazdowania itp.

Podstawowym źródłem rejestru zmian przestrzennych jest SLMN, opisany w IUL, który m.in. definiuje dane geometryczne LMN – ich strukturę, format, źródła i zasięgi danych przestrzennych itd.

Opisane w nowym SLMN źródła danych przestrzennych, podzielone na wewnętrzne i zewnętrzne, stanowią wskazówkę do rejestru zmian przestrzennych, gdyż są podstawą aktualizacji LMN. W świetle nowej IUL danymi źródłowymi LMN są: rejestr działań związanych z prowadzeniem gospodarki leśnej (w szczególności działań związanych z ochroną, hodowlą i użytkowaniem lasu), rejestr inwentaryzacji stanu lasów i innych gruntów zarządzanych przez LP, rejestr prac wykonywanych w toku sporządzania PUL, rejestr innych prac wykonywanych w ramach statutowych działań lub na zlecenie LP.

Przytoczone rejestry są danymi wewnętrznymi LP, czyli ich tworzenie leży w kompetencjach LP. Danymi zewnętrznymi są: dane z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (w tym z ewidencji gruntów i budynków oraz państwowego rejestru granic); dane określające przebieg granic i lokalizację form ochrony przyrody wymienionych w Ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 04.92.880 z dnia 30 kwietnia 2004 r.); inne dane wytwarzane w ramach kompetencji organów, instytucji i organizacji niebędących jednostkami organizacyjnymi LP.

Nowy SLMN definiuje również pojęcie samej aktualizacji systemu informacji przestrzennej LP. Aktualizacja LMN to:

- wypełnienie, założonych w bazie systemu LAS, struktur LMN, które nie mają reprezentacji geometrycznej, geometrią obiektów zdefiniowanych w SLMN (wypełnienie „pustych warstw”);
- uzupełnienie, założonych w bazie systemu LAS, struktur LMN, mających reprezentację geometryczną, geometrią obiektów zdefiniowanych w SLMN (uzupełnienie o nowe obiekty „istniejących warstw”);
- korekta geometrii, istniejących w bazie systemu LAS, obiektów zdefiniowanych w SLMN (korekta „istniejących obiektów na warstwach”);
- usunięcie geometrii, istniejących w bazie systemu LAS, obiektów zdefiniowanych w SLMN (usunięcie „istniejących obiektów na warstwach”).

Nowy SLMN definiuje dane przestrzenne LMN, dzieląc je na poszczególne kategorie tematyczne. Każda kategoria ma zestaw danych przestrzennych, których format i struktura są szczegółowo opisane. Każda zmiana, wprowadzona w dowolnej kategorii, stanowi rejestr zmian przestrzennych

i jest podstawą aktualizacji LMN. Wyróżniono następujące kategorie tematyczne LMN:
- ewidencja gruntów i budynków (warstwy: graniczników, użytków ewidencyjnych w działce, działek ewidencyjnych, obrębów ewidencyjnych, gmin, powiatów, województw);
- ewidencja leśna (warstwy: wydzieleń, oddziałów, leśnictw, obrębów leśnych, nadleśnictw i RDLP, lokalizacji siedzib leśnictw, nadleśnictw i RDLP);
- sytuacja na terenach w zarządzie LP (warstwy: dróg, cieków, infrastruktury liniowej);
- obiekty związane z opisem taksacyjnym (warstwy: wydzieleń siedliskowych, osobliwości przyrodniczych, powierzchni niestanowiących wydzieleń);
- obiekty pochodzące z planów bądź związane ze zdarzeniami gospodarczymi i losowymi (warstwy: działek zrębowych, kierunków cięć, powierzchni próbnych, granic pożarów, miejsc powstania pożarów);
- inne obiekty istotne z punktu widzenia gospodarki leśnej (warstwy: stref operacyjnych jednostek straży pożarnych, obwodów łowieckich, mezoregionów przyrodniczo-leśnych, regionów pochodzenia leśnego materiału podstawowego, form ochrony przyrody, szlaków turystycznych, innych obiektów punktowych i powierzchniowych);
- elementy kartograficzne (warstwa lokalizacji opisów wydzieleń i oddziałów).

2.4.4. Konsekwencje niesynchronicznego aktualizowania SILP i bazy geometrycznej

Aktualizacja baz opisowych i geometrycznych jest jednym z podstawowych obowiązków, ciążących na kierownikach jednostek organizacyjnych. LP zarządzają ogromną przestrzenią, stanowiącą ponad 28% powierzchni Polski. Niezgodność bazy SILP i bazy geometrycznej skutkuje otrzymywaniem błędnych informacji z systemu informatycznego, a co za tym idzie – zafałszowaniem danych.

LP, jako zarządca gruntów leśnych i związanych z gospodarką leśną, działają w imieniu Skarbu Państwa. Organizacja musi dostosować swoją działalność do przepisów prawa unijnego i obowiązujących ustaw, m.in. do Ustawy o dostępie społeczeństwa do informacji o środowisku, która jest podstawowym dokumentem opisującym wpływ społeczeństwa na kształtowanie środowiska. Każde zaniedbanie w aktualizacji opisu taksacyjnego bądź LMN sprawia, że do instytucji zewnętrznych i do społeczeństwa mogą trafiać nieprawdziwe lub nieaktualne dane.

Innym, równie ważnym procesem, na który zgodność baz geometrycznych i opisowych ma ogromny wpływ, jest przekazywanie danych potrzebnych do wykonania PUL i planów ochronnych. Pominięcie adresu leśnego

wśród gruntów obszaru Natura 2000, rezerwatów, miejsc ochrony wiąże się z błędną powierzchnią leśną przypisaną tym terenom, co wymaga ponownego przeprowadzenia pełnej procedury w postępowaniu przewidzianym dla planów ochronnych, które już raz zostały wykonane.

Dane LMN przekazywane są na potrzeby Państwowej Straży Pożarnej (PSP). Porozumienie, podpisane przez Dyrektora Generalnego LP i Komendanta Głównego PSP, określa sposoby i cel wymiany danych. Dane przekazywane przez LP mają służyć jednostkom PSP jako materiał pomocniczy do prowadzenia akcji gaśniczych lub ratunkowych. Niezmiernie ważna jest więc aktualność tych danych; porozumienie określa terminy przekazywania danych ze strony LP i oprócz corocznej wymiany danych przewiduje również przekazywanie uzupełniające – po każdej zmianie w bazie opisowej lub geometrycznej – mające znaczenie w prowadzeniu akcji gaśniczej.

Efektem niezgodności danych opisowych i geometrycznych jest również uzyskiwanie niepełnych lub błędnych danych w wewnętrznych zestawieniach LP. Budowanie jakichkolwiek projektów, w których dane są zestawiane i prezentowane przestrzennie, jest obarczone pominięciem tych obiektów, które nie mają reprezentacji graficznej. Korzystanie z zestawień, np. tworzonych codziennie podczas replikacji eLAS, w których niespójne są baza opisowa i geomatyczna, może więc prowadzić do podejmowania błędnych decyzji.

2.4.5. Procedury stosowane przy wykonywaniu aktualizacji rocznych i indywidualnych

Proces centralizacji SILP umożliwił integrację bazy opisowej i geometrycznej. Obecnie nie ma jeszcze procedur aktualizacyjnych, w których ujęto by działania wymuszające podziały wydzieleń i aktualizację bazy geometrycznej i opisowej jednocześnie. Prace nad procedurami programowymi są w toku. Proces integracji procedur aktualizacyjnych jest bardzo złożony i prawdopodobnie będzie wymagał modyfikacji w trakcie wdrażania, a zatem będzie on pracochłonny i długotrwały.

Aktualizację roczną należy wykonać do 15 stycznia roku następnego po roku gospodarczym. Podczas aktualizacji następują podziały wydzieleń z tytułu zdarzeń gospodarczych w takich przypadkach, w których wykonana powierzchnia manipulacyjna jest mniejsza od powierzchni wydzielenia. W wyniku automatycznego podziału powstają wydzielenia potomne, przy tym powierzchnię nowego wydzielenia przejmuje się z systemu planów (z zapisów pola POW MANW), a pozostałą – wylicza się z różnicy dotychczasowej powierzchni wydzielenia i powierzchni z pola POW MANW wydzielenia nowego.

Można to prześledzić na przykładzie podziału z tytułu cięć rębnych. Nowe wydzielenie uzyskuje następujący rodzaj powierzchni:
- ZRĄB (w przypadku zrębów zupełnych),
- KDO (gdy rozpoczęto proces odnowienia z zastosowaniem rębni złożonych),
- KO (gdy co najmniej 50% powierzchni, a w drzewostanach użytkowanych rębnią częściową gniazdową lub rębniami gniazdowymi oraz stopniowymi - co najmniej 30%, zostało odnowione naturalnie lub sztucznie gatunkami głównymi o pełnej przydatności hodowlanej).

Liczba i powierzchnia gniazd wykonanych jest przepisywana z pola INFO do opisu taksacyjnego, w którym powstaje zapis GNIA, wraz z podaniem ich liczby i powierzchni. Opis taksacyjny starego wydzielenia, zmodyfikowany o przyrost i zdarzenia gospodarcze, jest przepisywany do pozostałej powierzchni po podziale, np. wydzielenie a–00 można podzielić na a–01 i a–99, w takim wypadku rodzaj powierzchni dla wydzielenia 01 zmieni się na ZRĄB, a do wydzielenia 99 będzie przypisany „stary" opis taksacyjny zmodyfikowany o przyrost. Jeśli rozpatrujemy podzielone wydzielenia, to informacje o powierzchniach, które nie były wydzieleniami, i o osobliwościach przyrodniczych przypisywano dotychczas do wydzielenia 99, gdyż system nie potrafił automatycznie zlokalizować poprawnej adresacji tych obiektów. Obecnie w trakcie aktualizacji można modyfikować opis wydzieleń w celu właściwego przypisania obiektów i udziałów gatunków oraz wprowadzenia przestoi itp.

W scentralizowanym środowisku SILP podział wydzieleń po stronie geometrii przed uruchomieniem procedur aktualizacyjnych lub przed podziałem wydzielenia z użyciem dokumentu źródłowego sprawia, że powierzchnie niestanowiące wydzieleń i osobliwości przyrodnicze są poprawne i automatycznie przypisywane do wydzieleń potomnych.

Proces aktualizacji – zarówno rocznej, jak i indywidualnej – powinien być poprzedzony zebraniem informacji z leśnictw, dotyczących wykonanych zabiegów gospodarczych. Zweryfikowane materiały tabelaryczne i kartograficzne stają się źródłem wszelkich zmian w SILP w trakcie aktualizacji rocznej i indywidualnej oraz w trakcie zmian wprowadzanych za pomocą dokumentów źródłowych. Pomocnymi materiałami są szkice zrębowe i odnowieniowe przygotowane w eLAS (tab. 2.6). W nadleśnictwach powinny funkcjonować instrukcje dla pracowników terenowych, określające sposób przygotowywania dokumentów źródłowych (tab. 2.6).

Tabela. 2.6. Przykładowa instrukcja sporządzania szkiców zrębowych

W materiałach znajdują się mapy wydzieleń, które zostaną rozliczone powierzchniowo w ramach cięć 2011 r. Na odwrocie każdej mapy znajduje się opis taksacyjny wydzielenia, tabele i legenda.

1. Zgodnie z legendą na mapie kolorem czerwonym nanieść granice zrębu – jak na przykładowej mapie (s. 2). *Jeśli wykonano pomiary GPS, to wydzielenie opisujemy: „Pomiar GPS" i nie nanosimy ręcznie granic zrębu.*
2. Uzupełnić pierwszą tabelę:
   a. Rębnia – zwrócić szczególną uwagę na cięcia uprzątające w rębniach złożonych(w wypadku cięć uprzątających po symbolu rębni dodaje się literę „U", np. IIIBU)
   b. Pow. całk. – wpisać powierzchnię całkowitą wydzielenia
   c. Pow. man. – wpisać powierzchnię manipulacyjną (np. pow. działki zrębowej). *Uwaga – powierzchnia manipulacyjna decyduje o podziale wydzieleń*
   d. Pow. zred. – powierzchnia do odnowienia pomniejszona o pozostawione biogrupy
   e. Pow. odn. – powierzchnia do odnowienia
   f. Wykonał – podpis i pieczęć sporządzającego.

Rębnia	Pow. całk.	Pow. man.	Pow. zred.	Pow. odn.
IB	2,50	1,20	1,13	1,20
Wykonał:		Sprawdził:		

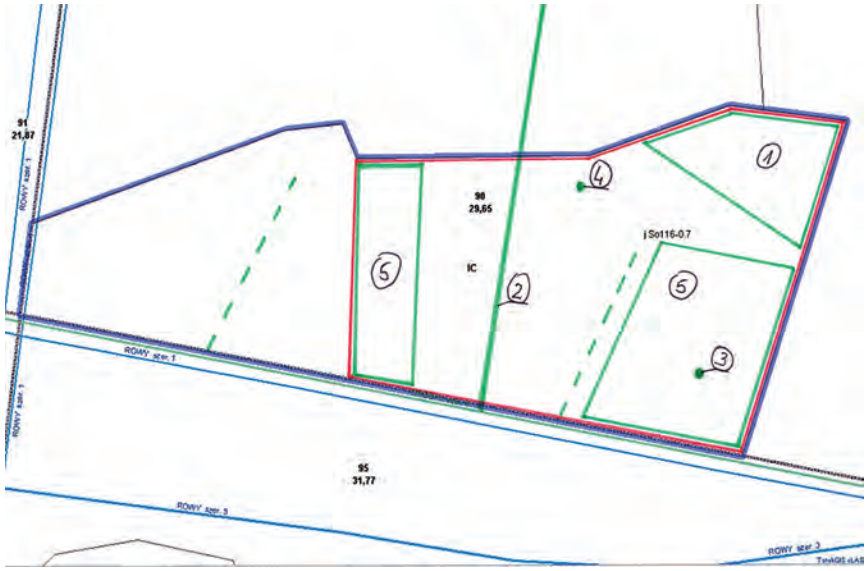
Przykładowy sposób wypełnienia tabeli opisu rębni

3. Kolorem zielonym zaznaczyć elementy ekologizacji leśnej, zwracając uwagę na sposób ich reprezentacji na mapie, następująco:
   a. pozostawione fragmenty drzewostanu, płaty roślinności chronionej itp. – poligon,
   b. fragment alei, droga nienaniesiona na mapę gospodarczą, rów itp. – linia,
   c. dziuplaki, pojedyncze drzewa, pomniki przyrody, kamienie narzutowe itp. – punkt.
4. Każdemu obiektywowi, oznaczonemu kolorem zielonym, należy nadać numer porządkowy. Na podstawie nadanych numerów opisujemy te elementy w tabeli, tzn. typ i uproszczony opis obiektu. Nieodnowione gniazda opisujemy literą porządkową, a w opisie wpisujemy liczbę gniazd i ich łączną powierzchnię; każde odno-

cd. tab. 2.6.

wione gniazdo opisujemy oddzielnie. *Uwaga: dla pozostawionych biogrup jest wymagany uproszczony opis taksacyjny – gatunek, wiek i zapas na całej powierzchni (biogrupy w SILP opisuje się jako kępy, ich zapas uwidocznia się w warstwie przestoi).*

5. Linią przerywaną w kolorze zielonym (inaczej niż w legendzie) należy nanieść trwale wyznaczone szlaki zrywkowe.
6. Jeżeli w granicach zrębu znajdowały się powierzchnie niestanowiące wydzieleń (luki, kępy itp.), a zostały wycięte, to na druku nazwę pnsw (luka, kępa) przekreślamy czerwoną kreską.



Nr obiektu	Opis
1	biogrupa 7 arów, Db 120 lat, ok. 45 m^3, So 120 lat, ok. 20 m^3
2	droga leśna szer. 2 m
3	granitowy głaz narzutowy
4	pojedyncze storczyki
5	2 gniazda pow. 0,40 ha

Mapa i sposób wypełnienia tabeli

2.4.6. Techniczne aspekty wykonywania aktualizacji

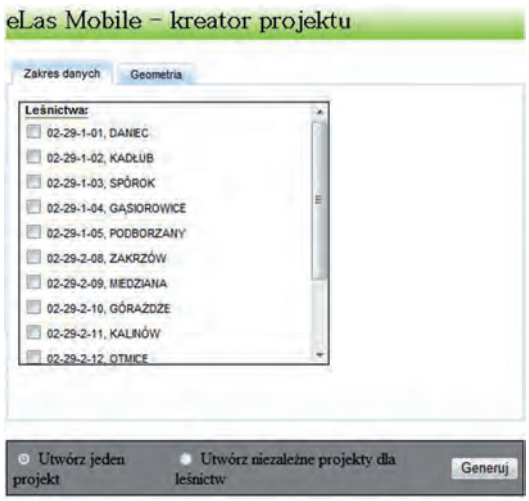
Przyczyną większości zmian wymuszających konieczność aktualizacji bazy opisowej i geometrycznej są zdarzenia gospodarcze (zręby, gniazda, luki, kępy) lub zmiany wynikające z ewidencji gruntów (podziały działek, przejęcia gruntów, sprzedaże).

Po zakończeniu cięć i uporządkowaniu powierzchni tworzy się szkice zrębowe. Coraz częściej leśnicy dokonują pomiarów granic zrębów, gniazd, kęp za pomocą odbiorników GPS. W Rejestratorach leśniczego w skład oprogramowania wchodzi m.in. eLas Mobile. Jest to mobilna aplikacja służąca także do pomiarów GPS. Projekty na potrzeby konkretnych leśnictw pobiera się ze środowiska centralnego (ryc. 2.32). Na razie nie opracowano procedur wymiany danych z eLas Mobile do środowiska centralnego; prace są w toku.

Pomiary GPS obarczone są błędami, które niekiedy trudno oszacować. Aby pomiary były dokładniejsze, wykonuje się np. pomiary hybrydowe, wykorzystując odbiornik GPS i dalmierz laserowy, najlepiej z opcją pomiaru azymutów i z inklinometrem (uwzględniającym nachylenie stoku). Jest to odmiana znanego z geodezji pomiaru biegunowego, w której uzyskuje się zdecydowanie dokładniejsze wyniki niż wykonując pomiary samym odbiornikiem GPS. Pomiar GPS jest ograniczony do lokalizacji stanowiska pomiarowego. Odległości i kąty mierzy się przy użyciu dalmierza, a mając wbudowany inklinometr, uwzględnia się również nachylenie terenu.

Przy rozliczaniu powierzchni należy pamiętać, że powierzchnia systemowa wydzieleń może różnić się od geometrycznej. Podstawową przyczyną różnic jest sposób rozliczania elementów liniowych, których powierzchnia, przywiązana do dróg, cieków itd., jest rozliczana w ramach oddziału kosztem powierzchni wydzieleń, przez które przebiegają dane elementy liniowe. W takim ujęciu powierzchnia geometryczna wydzielenia jest powierzchnią brutto, a powierzchnia systemowa – powierzchnią netto.

W środowisku scentralizowanym aktualizacja LMN z tytułu zdarzeń gospodarczych może być przeprowadzona z wykorzystaniem danych, których źródłem są: pomiary GPS, szkice zeskanowane i skalibrowane do układu współrzędnych „PUWG 1992”, granice działek



***Ryc. 2.32**. Tworzenie projektów na potrzeby eLas Mobile w środowisku centralnym*

zrębowych i domiary prostokątne. Pomiary GPS i szkice można importować do geobazy po spakowaniu tych danych do pliku zip, przy czym maksymalna wielkość importowanego pliku nie może przekraczać 10 Mb. Zarządzanie danymi źródłowymi po stronie geobazy następuje po wybraniu odpowiedniego scenariusza aktualizacji. Po wykorzystaniu dane źródłowe można usunąć.

Aktualizacja LMN, spowodowana zmianami wynikającymi z ewidencji gruntów i budynków, jest obecnie w środowisku centralnym ograniczona. Na etapie budowy scentralizowanej LMN przyjęto założenie, że źródłem danych ewidencyjnych w SILP będzie system SWDE. Nie został on jednak w pełni wdrożony w ośrodkach geodezyjnych. Aktualizacja granic działek ewidencyjnych, graniczników i użytków ewidencyjnych jest możliwa w dotychczasowym trybie, np. za pomocą Aktualizatora LMN, aplikacji Sprint. Map lub zlecenia aktualizacji podmiotom zewnętrznym. Dane do aktualizacji można pozyskać z różnych źródeł – jeśli jednostki organizacyjne LP zlecają prace geodezyjne, to w zleceniu można zawrzeć warunek, że geodeta dostarcza wykaz współrzędnych graniczników w układzie „PUWG 1992" lub warstwę granic działek i użytków w obowiązującym układzie. W przypadku nagłej konieczności wykonania aktualizacji LMN (zwykle pod presją obowiązującego terminu – 31 marca) przez wprowadzenie do bazy SILP gruntów przejętych (np. z Agencji Nieruchomości Rolnych) i nieposiadających jeszcze pełnej dokumentacji mapowej w formie wektorowej, można – do czasu uzyskania dokładnych wyrysów z ewidencji gruntów – wykonać tymczasową „łatkę", wektoryzując granice przejętych gruntów z serwisu Geoportal. Przejęte grunty należy rozliczyć według nomenklatury leśnej. Propozycję rozliczenia działek przejętych obrazuje tab. 2.7.

Tabela 2.7. Rozliczenie powierzchni przy przejęciu gruntów

Założenie nowych działek w SILP								
nr działki	pow. działki	nr konturu	użytek	pow. użytku	wydzielenie	rodzaj	pow. wydzielenia	uwagi wykazujące rozbieżności
415	4.6700	1	Ls	3.9000	02-29-3-18-71 -d -00	D-STAN	3.9000	Zmienić LsIV na Ls
		2	Lz	0.7700	02-29-3-18-71 -f -00	ZA-DRZEW	0.7700	Zmienić na Ls
403	0.5100	1	Ls	0.5100	02-29-3-18-71 -g -00	D-STAN	0.5100	Zmienić LsIV na Ls
404/3	5.7100	1	Ls	5.7100	02-29-3-18-71 -h -00	D-STAN	5.7100	Zmienić LsIV na Ls
413	0.6900	1	ŁV	0.6900	02-29-3-18-71 -i -00	Ł	0.6900	

Niezmiernie ważnym elementem aktualizacji bazy opisowej i geometrycznej jest przepływ informacji w obrębie jednostki LP. Dane inwentaryzowane w terenie są przekazywane do odpowiednich działów nadleśnictwa zajmujących się gospodarką leśną. Odpowiedzialnym za wprowadzenie zmian na mapę jest najczęściej operator LMN. Nie zawsze jest on w stanie opanować wszystkie elementy związane z tym procesem, zwłaszcza gdy nie ma opracowanych procedur przekazywania danych na potrzeby aktualizacji LMN. Mogą wówczas wystąpić niezgodności między opisem taksacyjnym, inwentarzem, ewidencją gruntów a LMN. Prace nad scenariuszami aktualizacyjnymi w geobazie powinny zmierzać do pełnej integracji procedur aktualizacyjnych, np. przy zatwierdzaniu dokumentu źródłowego brak kontroli geometrii, która miała być, a nie została zaktualizowana, należy traktować jako błąd. Operator LMN powinien również odpowiadać za dane ogólne, np.: granice wydzieleń, opisy do nich i przebieg elementów liniowych. Natomiast wszelkie modyfikacje SILP w bazie opisowej, dotyczące szczegółów specyficznych dla działów gospodarki leśnej, dokonywane przez osoby odpowiedzialne (np. inwentaryzacja ambon, drzew doborowych, pnsw), powinny być wprowadzane do bazy geometrycznej przez te same osoby.

Rozwój LMN, możliwy dzięki nowoczesnym rozwiązaniom oferowanym przez geobazy, należy kierować na wykorzystywanie geometrii do obrazowania zasięgu zjawisk – geometria takich zjawisk się nie zmienia. Ewidencjonowanie ich na podstawie adresów leśnych jest bardzo krótkotrwałe, gdyż podlegają one częstym zmianom.

2.5 Redakcja map

2.5.1. Wybrane elementy prezentacji kartograficznych

TOMASZ OLENDEREK
MICHAŁ BRACH

W publikacji „Geomatyka... Część I. Podstawy” (rozdz. 13) dokonano ogólnego przeglądu kartograficznych metod prezentacji. Tym razem, w części mającej z założenia praktyczny charakter, opisano szczegółowo dwa wybrane problemy związane z redakcją map: zaprojektowanie odpowiedniej podziałki liniowej i poprawne wykonanie kartogramu. Są to zagadnienia standardowe, których poznanie jest ważnym krokiem w opanowaniu trudnej sztuki redagowania opracowań kartograficznych. Więcej informacji na temat zasad redakcji map można znaleźć m.in. w podręczniku „Kartografia i wizualizacja” (2011, PWN) autorstwa Beaty Medyńskiej-Gulij. Zaletą tej książki jest praktyczne podejście do problemu i duża liczba dobrze powiązanych z tekstem przykładowych ilustracji.

2.5.1.1. Podziałka

We wszystkich aktualnych podręcznikach do kartografii określa się podziałkę (podziałkę liniową) jako graficzny obraz skali mapy. Wśród podziałek liniowych wyróżnia się podziałki proste i złożone (poprzeczne, transwersalne). Zakresem opracowania objęto jedynie podziałki proste (dalej zwane podziałkami), mające zdecydowanie szersze zastosowanie, szczególnie w przypadku map opracowywanych komputerowo.

Podstawowe pytania dotyczące prawidłowego stosowania podziałki to: na jakich mapach należy umieścić podziałkę? Jak ją prawidłowo wykonać? W którym miejscu mapy ją ulokować?

Charakterystyczną cechą kartografii komputerowej jest rosnący udział map wykonywanych w tzw. skalach nieokrągłych, np. 1:4728 zamiast 1:5000. W takim przypadku redaktor mapy ma do wyboru: umieszczenie na mapie nieokrągłej wartości skali (sprawia to pewne trudności percepcyjne), napisanie „skala ok. 1:5000" (zapis jest nieprecyzyjny, więc lepiej go unikać) lub zastosowanie podziałki liniowej. Nawet w zasadach formatowania niniejszej książki znalazło się następujące zalecenie: *Ze względu na trudności techniczne z zachowaniem docelowej skali map w publikacji, proszę nie używać w legendzie prezentowanych map skali liczbowej (np. mapa 1:5000), tylko ograniczyć się do zastosowania podziałki liniowej*. Podsumowując, trzeba stwierdzić, że celem umieszczenia na mapie podziałki jest ułatwienie odbiorcy wyobrażenia sobie skali mapy. Istotne może być również ułatwienie dokonywania na mapie pomiarów kartometrycznych.

Należy jednak pamiętać, że jest liczna grupa map, na których umieszczenie podziałki jest niewskazane. Są to przede wszystkim mapy małoskalowe przedstawiające duże obszary, np. mapy świata lub kontynentów. Wiadomo, że nie istnieje takie odwzorowanie kartograficzne, które pozwala wiernie odwzorować wszystkie długości na mapie. Zniekształcenia są bardzo duże i zróżnicowane, dlatego tworzenie dla takiej mapy jednej podziałki nie ma sensu.

Forma podziałki powinna być jak najprostsza (ryc. 2.33.a, 2.34, 2.38). Przede wszystkim należy podać jednostkę długości (metry, kilometry lub mile). Wybrane wartości, możliwe do odłożenia na podziałce, powinny być równe i „okrągłe" (ryc. 2.33.a). Kiedy przewidujemy, że podziałka będzie służyła do dokładnych pomiarów na mapie, wówczas podstawę podziałki (odcinek podzielony na mniejsze części umieszczony z lewej strony) należy opisać w kierunku od prawej strony do lewej, czyli odwrotnie niż resztę podziałki (ryc. 2.33.b). Podstawa podziałki powinna być podzielona na taką liczbę części, aby każda z nich odpowiadała „okrągłej" wartości, np. odcinek odpowiadający 20 m można podzielić na cztery części po 5 m (ryc. 2.33.b) lub na dziesięć części po 2 m. Nieprawidłowy jest podział, np. na sześć części po 3,33 m (ryc. 2.33.c). Prawdopodobnie wkrótce specjalne oznaczanie podstawy podziałki na mapach będzie nieistotne. Powszechne stają się

Ryc. 2.33. *Podziałki liniowe. Na rysunkach a), b), d) wykonane poprawnie. Na rysunku c) źle podzielono podstawę podziałki. Na rysunku e) ramkę podziałki oznaczono zbyt grubą linią (źródło: opracowanie własne)*

bowiem opracowania kartograficzne w postaci elektronicznej, więc coraz rzadziej wykonuje się pomiary na podstawie map analogowych, korzystając z podziałki i przenośnika.

Ważne jest też zwrócenie uwagi na formę graficzną podziałki. Jeżeli chcemy, żeby przypominała ona stosowane na mapach leśnych oznaczenie linii podziału powierzchniowego, czyli grubą, przerywaną linię ograniczoną ramką, to ramka ta powinna być stosunkowo cienka (ryc. 2.33.d). Grubsza ramka, zlewając się z zaczernionym fragmentem podziałki, istotnie wpłynie na zmianę proporcji między czernią a bielą, co może utrudnić odmierzanie odległości na mapie (ryc. 2.33.e).

Podziałkę należy umieścić na mapie w sąsiedztwie innych form opisu skali mapy. Zwykle jest to tzw. główka mapy (najlepiej pod opisami tytułowymi) lub jej legenda.

2.5.1.2. Kartogram

Metoda kartogramu jest jedną z siedmiu podstawowych kartograficznych metod prezentacji (pozostałe to: metoda kartodiagramu, izolinii, kropkowa, sygnatur, zasięgów i chorochromatyczna). Ogólnie opisano je w „Geomatyka …. Część I. Podstawy" (rozdz. 13). Metoda kartogramu służy do prezentacji średniego natężenia danej cechy lub zjawiska w odniesieniu do ustalonych wcześniej jednostek podstawowych (pól odniesienia), należy zatem do grupy metod ilościowych.

Do podstawowych zadań redakcyjnych w przypadku konstruowania kartogramu należą: dobór jednostek podstawowych, dobór danych, podział danych na klasy (przedziały), opracowanie skali barw i opracowanie legendy. Jako przykład wybrano fragment kompleksu leśnego obejmujący

Ryc. 2.34. *Przykład poprawnie wykonanego kartogramu (źródło: opracowanie własne)*

Ryc. 2.35. *Na mapie brakuje linii rozgraniczających wydzielenia (źródło: opracowanie własne)*

ponad 40 wydzieleń. Tematem prezentacji jest liczba drzew na jednostkę powierzchni (ha) wg wydzieleń kompleksu leśnego. Za najlepszą spośród przedstawionych autorzy uznają mapę na ryc. 2.34. Pozostałe przykłady zawierają na ogół błędy. Ich zwięzłą charakterystykę przedstawiono poniżej.

Dobór jednostek podstawowych zależy od planowanego stopnia generalizacji, czyli uogólnienia treści mapy. W przypadku map leśnych wiele danych zbieranych jest dla wydzieleń. Pól tych jest zwykle stosunkowo dużo, co powoduje, że jeśli chcemy objąć zasięgiem mapy (o niewielkim formacie) większy obszar, to może okazać się ona słabo czytelna. Wtedy należy rozważyć przyjęcie jako pola podstawowego oddziału lub nawet leśnictwa – jeśli jest to możliwe – ze względu na cel prezentacji kartograficznej. Niezależnie od tego, jaki rodzaj pól podstawowych wybierzemy, na mapie trzeba pokazać wszystkie ich granice, a zatem także granice znajdujących się w tej samej klasie jednostek, które ze sobą sąsiadują. Brak takiej informacji (ryc. 2.35) utrudni odbiorcy ocenę przyjętego na mapie stopnia szczegółowości prezentacji.

Ze względu na duże różnice wielkości pól powierzchni wydzieleń trudno jest obiektywnie przedstawić tą metodą liczbę drzew w poszczególnych jednostkach (wydzieleniach). Na ogół bowiem większe wartości cechy występują w największych jednostkach, mniejsze zaś – w najmniejszych. Zamalowywanie pól podstawowych tworzy iluzję gęstości, dlatego dane wyrażone

w wartościach bezwzględnych (w tym przypadku byłaby to liczba drzew) przedstawia się zwykle za pomocą kartodiagramu („Geomatyka …. Część I. Podstawy", rozdz. 13).

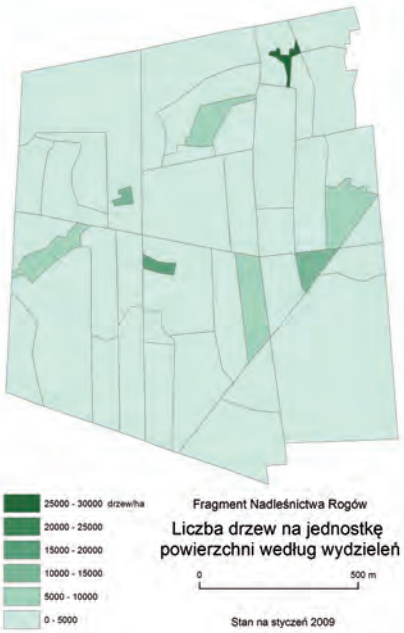
Oddzielnym zadaniem jest utworzenie właściwego wskaźnika, np. spośród dwóch możliwości – liczba drzew na 1 ha (ryc. 2.34–2.37) oraz liczba drzew na 1 m^2 (ryc. 2.38) – w tym konkretnym przypadku należy zdecydowanie wybrać pierwszy wariant. Chodzi o to, że wartości drugiego wskaźnika układają się w przedziale od 0,0033 do 2,9, przy czym większość jest poniżej jedności. Informacje, jakich dostarcza taka mapa, np. w danym pododdziale mamy od 0,073 do 0,32 drzew na 1 m^2, utrudniają percepcję całej mapy. Podobnie jest, gdy wartość wskaźnika przyjmuje zbyt duże wartości, np. na ryc. 2.37 lepiej przedstawić liczbę „tysięcy drzew na hektar" – w przedziałach: 25–30, 20–25, 15–20 itd. Mapa taka będzie łatwiejsza w odbiorze.

W metodzie kartogramu bardzo ważny jest wybór klas (przedziałów). Nie powinno być ich zbyt wiele. W przypadku kilkunastu klas mapa może już być słabo czytelna, gdyż poszczególne klasy są trudno rozróżnialne graficznie. Zwykle za optymalną liczbę uznaje się 6–7 przedziałów klasowych. Wyjątek stanowią mapy, na których jest niewiele pól podstawowych, np. leśnictwa w danym nadleśnictwie – wtedy liczba klas powinna być mniejsza. Zaleca się także unikanie tworzenia klas pustych lub jednoelementowych.

Jeżeli chodzi o granice klas, to najczęściej wybiera się przedziały o równej rozpiętości, przedziały równoliczne (w każdym jest taka sama liczba pól odniesienia) i przedziały naturalne, w których granice ustala się w miejscach największych różnic między jednostkami uszeregowanymi w kolejności (wg wartości wskaźnika) – od największej do najmniejszej. Możliwe są też inne sposoby podziału, np. na klasy ogólnie przyjęte dla danej cechy, jak klasy wiekowe na mapach drzewostanów.

Wiele zależy od rozkładu wartości cechy (zjawiska) na danym obszarze, a także od celu tworzenia mapy. Gdyby w analizowanym przykładzie zastosować podział na klasy o równej rozpiętości (ryc. 2.37), to zdecydowa-

***Ryc. 2.36**. Wysokość bloczków jest proporcjonalna do rozpiętości przedziałów, ale cała legenda jest zbyt duża w porównaniu z mapą (źródło: opracowanie własne)*



Ryc. 2.37. *Przyjęcie jednakowej rozpiętości przedziałów może przyczyniać się do zbyt dużej generalizacji treści mapy (źródło: opracowanie własne)*

Ryc. 2.38. *Przykład kartogramu z błędnie zaprojektowanym wskaźnikiem i niepoprawnie dobranymi barwami (źródło: opracowanie własne)*

na większość jednostek (ponad 80%) znalazłaby się w jednej, najniższej klasie. Jest to bardzo cenna informacja. Jeżeli zależy nam na pokazaniu większego zróżnicowania jednostek w tej grupie, to powinniśmy wybrać inny sposób, np. klasy równoliczne (ryc. 2.38). Istotne jest też, aby w miarę możliwości zaokrąglać granice przedziałów. Wspomnieliśmy już wcześniej, że łatwiej odczytywać mapę wykonaną w „okrągłej" skali – podobna sytuacja często ma miejsce w przypadku przedziałów kartogramu. Podstawą podziału na pozostałych mapach (ryc. 2.34–2.36) były przedziały równoliczne. Ich granice jednak potem zaokrąglono, przez co zasada równoliczności została zaburzona. Jest to typowy w kartografii przykład dążenia do optymalnych rozwiązań poprzez rezygnację z niektórych przyjętych uprzednio założeń.

Zasady doboru barw kartogramu są dokładnie ustalone. Zaleca się różnicowanie poszczególnych klas poziomem jasności lub natężeniem barwy (nie kolorem, jak na ryc. 2.38), przy czym barwy najciemniejsze (o największym natężeniu) przyporządkowujemy klasom o najwyższych wartościach. Inne rozwiązania są dopuszczalne, ale w szczególnie uzasadnionych okolicznościach. Trzeba się starać, aby różnica optyczna między barwami przypisanymi sąsiadującym klasom była we wszystkich przypadkach zbliżona.

Opracowanie legendy jest bardzo ważnym etapem redakcji kartogramu (podobnie jak każdej mapy), niestety, często lekceważonym przez niedoświadczonych redaktorów.

Zalecenia dotyczą przede wszystkim bloczków odpowiadających poszczególnym barwom na mapie i ich opisów. Bloczki w legendzie powinny mieć kształt prostokątów, których krawędzie się nie stykają. Najlepiej czytelny układ jest wtedy, gdy bloczki są ułożone pionowo, chyba że kompozycja mapy wymusza ułożenie poziome. Jeżeli przyjęto podział na klasy o różnej rozpiętości, to wysokości bloczków należy narysować wprost proporcjonalne do rozpiętości klas. Jest to rzadko stosowana zasada, jednak bardzo ułatwia interpretację mapy, szczególnie wtedy, gdy różnice rozpiętości przedziałów są duże.

Na mapach przedstawionych na ryc. 2.34–2.36 podział na klasy jest taki sam. Mniej czytelna jest legenda przedstawiona na ryc. 2.35, w której wysokość bloczków jest jednakowa. Prawidłowe są proporcje rozpiętości klas na ryc. 2.36, jednak utworzony w efekcie „komin" okazał się tak duży, że „zakłócił" kompozycję mapy. Problem taki można rozwiązać, stosując sposób nieprecyzyjny (ryc. 2.34). Polega on na przedstawieniu w legendzie przybliżonych wielkości przedziałów tak, aby zwrócić uwagę odbiorcy na ich dużą rozpiętość. Natomiast dokładne wartości można znaleźć w opisach.

Jeśli legenda jest ułożona pionowo, to bloczki należy umieścić od największych wartości na górze do mniejszych na dole. Odpowiada to percepcji użytkownika mapy, kształtowanej przez obserwację opisu osi liczbowej lub skali na termometrze już od wczesnych lat szkolnych (ryc. 2.34–2.37). Rozwiązanie odwrotne (ryc. 2.38) uważa się za niepoprawne.

Opisy bloczków z reguły są umieszczane po prawej ich stronie. W przypadku wskaźników (np. liczba drzew na jednostkę powierzchni) granice sąsiednich klas powinny być przylegające: 100–400, następnie 400–700 itd. (ryc. 2.34–2.36). Bardzo mało prawdopodobne jest, aby wartość wskaźnika wyniosła dokładnie 400. W każdym razie prawdopodobieństwo to jest znacznie mniejsze, niż tego, że wartość znajdzie się w przedziale np. 0,040–0,041 (ryc. 2.38). Gdyby liczby dotyczyły osób lub przedmiotów (np. liczby drzew), wtedy opisy granic powinny wyglądać tak: 100–400 oraz 401–700, bo nie jest możliwe, aby drzew było więcej niż 400, a mniej niż 401. Czasami stosuje się zasadę, by w przypadku opisów przedziałów najwyższego i najniższego podawać skrajne wartości całego zbioru danych. Podobnie jak w przypadku podziałki, zawsze trzeba pamiętać o podaniu jednostki, w jakiej podaje się dane przedstawiane na mapie.

Zasady redakcji kartogramu i sposoby jego oceny są szerzej opisane w podręczniku „Jak opracować kartogram" (2003, WGiSR UW) Jacka Pasławskiego. Autorzy zdają sobie sprawę, że nie wszystkie podane wyżej zasady uda się łatwo zastosować przy użyciu dostępnych programów komputerowych. Mają jednak nadzieję, że zwracając uwagę redaktorów na pewne problemy, niniejsza publikacja przyczyni się do ulepszenia wykonywanych przez nich opracowań.

2.5.2. Instrukcja techniczna sporządzania i wydruku map leśnych

EMILIA WIŚNIEWSKA

W podrozdziale omówiono cele i zakres tematyczny „Instrukcji technicznej sporządzania i wydruku map leśnych", która stanowi Część III Instrukcji urządzania lasu (IUL), będącej załącznikiem do Zarządzenia nr 55 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 21 listopada 2011 r.

Celem utworzenia w IUL specjalnej części zawierającej wytyczne sporządzania i wydruku map leśnych było zestandaryzowanie wizualizacji kartograficznej map leśnych zdefiniowanych w Części I i w Części II tej instrukcji, wykonywanych w formie wielkoformatowych map drukowanych. Mapy leśne, ich zakres tematyczny czy skale opracowań opisano także we wcześniejszych wydaniach IUL, nowością zaś jest rozbudowanie wskazówek definiujących sposób ich redagowania. W stosunku do poprzednich wydań IUL została poszerzona również o katalog obiektów umieszczanych na poszczególnych mapach wraz z określeniem ich kartograficznej prezentacji.

Forma sporządzenia Części III Instrukcji nawiązuje zarówno do wcześniejszych IUL, w których omawiano sposób redakcji map leśnych, jak i do instrukcji i wytycznych technicznych w sprawie standardów technicznych dotyczących geodezji, kartografii i krajowego systemu informacji o terenie, takich jak instrukcja „K-1 Mapa zasadnicza" z 1998 r. czy „Opis baz danych obiektów topograficznych i ogólnogeograficznych oraz standardy techniczne tworzenia map", będący załącznikiem do Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych.

W czasie redagowania „Instrukcji technicznej sporządzania wydruków map leśnych" starano się zrealizować następujące zadania:

- stworzyć jednolite zasady sporządzania map leśnych;
- szczegółowo zdefiniować symbole kartograficzne tworzące poszczególne mapy leśne (z dostosowaniem ich miar do skali mapy);
- treść map leśnych i stosowane na nich symbole w maksymalnym stopniu upodobnić do wykorzystywanych wcześniej, tak aby czytało się je intuicyjnie;
- w wypadkach, gdy było to wskazane, symbole zmodyfikować i dostosować do powszechnie stosowanych symboli kartograficznych, np. na mapach topograficznych;
- przedstawić symbole kartograficzne stosunkowo prostymi znakami, aby umożliwić wydruk mapy nie tylko w oprogramowaniu GIS wyposażonym w zaawansowany moduł kartograficzny;
- zdefiniować inne elementy (poza obiektami i znakami umownymi) umieszczane na mapach, m.in. opisy stosowane w ramce z tytułem, odwzorowaniem, wykonawcą.

„Instrukcja techniczna sporządzania i wydruku map leśnych" obejmuje siedem rozdziałów.

Rozdział I zawiera omówienie ogólnych zasad redakcji kartograficznej, skorowidz skrótów nazw wprowadzanych na mapy oraz zalecenia odnośnie do przekazywania sporządzonych map leśnych będących załącznikami do PUL dla nadleśnictwa.

W następnych rozdziałach opisano poszczególne mapy, przekazywane w formie drukowanej wraz z PUL dla nadleśnictwa:
- rozdział II dotyczy sporządzania mapy gospodarczej,
- rozdział III – map gospodarczo-przeglądowych,
- rozdział IV – map przeglądowych,
- rozdział V – mapy sytuacyjnej i map sytuacyjno-przeglądowych,
- rozdział VI – map siedlisk leśnych, zbiorowisk roślinnych oraz wizualizacji leśnych siedlisk przyrodniczych,
- rozdział VII zawiera wykaz map wzorcowych, jakie znajdują się na nośniku danych stanowiącym załącznik do tej części IUL.

Rozdziały „Instrukcji technicznej sporządzania i wydruku map leśnych" w pierwszej kolejności opisują matryce map, a następnie definiują znaki umowne wprowadzane na mapach tematycznych sporządzanych na odpowiedniej, pod względem skali, matrycy. Każda z map leśnych opisana jest w kilku podrozdziałach, dotyczących następujących zagadnień (na przykładzie map przeglądowych opisanych w rozdziale IV):
1) pojęcie (mapy przeglądowej),
2) zasady sporządzania matrycy (mapy przeglądowej),
3) odwzorowanie,
4) treść arkusza z matrycą (mapy przeglądowej),
5) katalog obiektów i znaków umownych (mapy przeglądowej),
6) tematyczne mapy przeglądowe,
7) wzory map (przeglądowych).

Podrozdział 1 zawiera opis, jakiego rodzaju szczegóły sytuacyjne mają być zwizualizowane na danej mapie. Wymienione są również materiały źródłowe do sporządzenia map.

Podrozdział 2 precyzuje skalę i format mapy, jednostkę terytorialną, dla której sporządza się poszczególne arkusze map, i zasady redakcyjne sporządzania matrycy mapy i map tematycznych wykonywanych na podkładzie danej matrycy.

Podrozdział 3 definiuje odwzorowanie, w którym sporządza się mapy leśne. Dla wszystkich map leśnych w skalach: 1:10 000, 1:25 000 (1:20 000), 1: 50 000 (1:100 000), a także 1:5000 jest to odwzorowanie zdefiniowane w SLMN (IUL Część I, rozdz. VII, § 139), czyli układ współrzędnych płaskich prostokątnych „PUWG 1992".

W podrozdziale 4. omówiono treść matrycy mapy w nawiązaniu do opisów map zawartych w Części I IUL. Wymieniono nie tylko elementy tworzące treść wewnętrzną mapy, np. sposób opisywania oddziałów, drzewostanów, elementów liniowych czy współrzędnych płaskich, lecz także

inne obiekty umieszczane na mapie, takie jak: symbol definiujący kierunek północy, podziałkę liniową, ważniejsze szczegóły sytuacji zewnętrznej, zawartość ramek opisujących mapę (z tytułem mapy, skalą, identyfikacją wizualną LP, rodzajem materiałów źródłowych i datą ich aktualności, odwzorowaniem, wykonawcą mapy, legendą mapy).

Podrozdział 5 to szczegółowe rozwinięcie podrozdziału 4. Zawiera on katalog obiektów i znaków umownych kolejnych matryc map. Oprócz wizerunku (wizualizacji) każdego symbolu i jego opisu podane są następujące parametry:

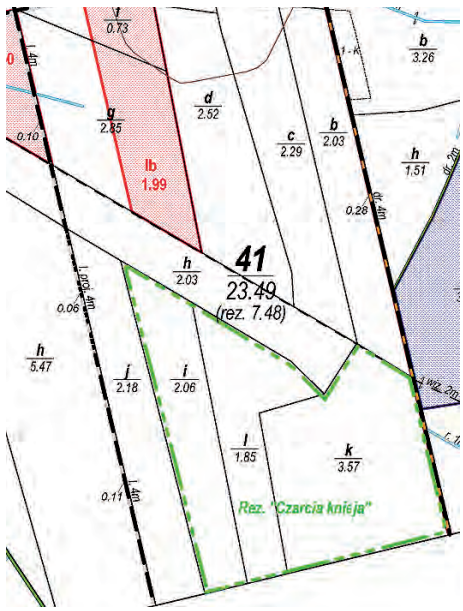
– nazwa obiektu;
– określenie, czy umieszczenie danego obiektu na mapie jest obligatoryjne, czy też fakultatywne;
– zdefiniowanie wymiarowości obiektów (czy dany obiekt jest poligonem, linią, punktem lub tekstem);
– określenie wymiarów symbolu reprezentującego dany obiekt na mapie (w milimetrach w skali mapy) i jego koloru (w zapisie RGB bez wdrożenia systemu zarządzania kolorem).

Rycina 2.39 przedstawia tabele (a) i (b) zawierające opis dwóch obiektów umieszczanych na mapie gospodarczej. Tabela (a) zawiera definicję z symbolem liniowym przedstawiającym granicę oddziału lub jednostki kontrolnej. Jak widać, jest to obiekt obligatoryjny. W tabeli umieszczono opis tego obiektu, a także jego wizualizację, czyli graficzne przedstawienie. Wizualizacja pokazuje dany obiekt w kontekście całej mapy, a więc wraz z innymi elementami, a także osobno. Granica oddziału jest złożona z linii ciągłej albo ciągłej i przerywanej, dlatego każdy z elementów składowych jest szczegółowo scharakteryzowany: zdefiniowana jest grubość (szerokość) każdej linii, a w przypadku linii przerywanej – także elementy ją tworzące, czyli długość kreski i długość odstępu między kreskami. Dla projektowanej linii oddziałowej linia ciągła i linia przerywana kartowane są z niewielkim odstępem („światłem") od siebie, a więc i szerokość tego odstępu została opisana. Każdy element ma przypisany kolor (składowe R, G, B) oraz priorytet określający kolejność wyświetlania obiektów. Priorytet jest więc szczególnie pomocny w miejscach nakładania się lub wzajemnego zachodzenia elementów treści mapy. Elementy o wyższej liczbie w polu „priorytet" należy kartować powyżej obiektów o wartości niższej.

Druga tabela (b) ryc. 2.39 zawiera charakterystykę wszystkich elementów składających się na opis oddziału lub jednostki kontrolnej. Podobnie jak dla granicy oddziału, określono obligatoryjność umieszczania opisu każdego oddziału lub jednostki kontrolnej. W tabeli jest również opis takiego obiektu, jego wizualizacja i szczegółowa informacja o czcionkach, jakie należy zastosować przy generowaniu opisu oddziału lub jednostki kontrolnej, a także charakterystyka linii oddzielającej tekst z numerem oddziału (w liczniku) od tekstu z powierzchnią (w mianowniku). Według tego samego schematu opisano większość obiektów tworzących wewnętrzną treść mapy oraz wybrane elementy treści zewnętrznej. Wśród takich

obiektów znajdują się m.in.: pododdział, powierzchnia niestanowiąca wyłączenia, elementy liniowe (linia oddziałowa, drogi leśne, cieki wodne, inne elementy), granice podziału powierzchniowego LP, granice administracyjne, granice lasów innej własności, współwłasności i gruntów spornych, granice rezerwatów, warstwice, elementy punktowe; scharakteryzowano również opisy umieszczane na mapach leśnych.

a) Granica oddziału lub jednostki kontrolnej

Nazwa obiektu: Granica oddziału lub jednostki kontrolnej	O/F: O
Wymiarowość: poligon	
PRZEDSTAWIENIE GRAFICZNE w kontekście całej mapy	OPIS
	Granica oddziału leśnego lub jego części. Granice oddziałów są rysowane nad grafiką prezentującą drogi i cieki, pododdziały, powierzchnie niestanowiące wyłączeń. Na granicach oddziałów są natomiast rysowane: graniczniki, opisy pododdziałów i odnośniki opisów wydzieleń. Tym samym symbolem kartowane są również granice jednostek kontrolnych. Granica oddziału leśnego rysowana jest linią ciągłą: – na granicy gruntów poza zarządem nadleśnictwa, – na granicy z gruntami nieleśnymi, – na granicy gruntów zarządzanych przez nadleśnictwo kartowanych na sąsiednich arkuszach map gospodarczych nadleśnictwa. W pozostałych przypadkach granica oddziału leśnego jest rysowana symbolem złożonym z linii ciągłej i przerywanej. Wyróżnianie projektowanej linii oddziałowej innym stylem linii przerywanej ma charakter fakultatywny.
PRZEDSTAWIENIE GRAFICZNE elementu	

ELEMENTY PRZEDSTAWIENIA GRAFICZNEGO						
ELEMENT	TYP symbolu	WYMIARY W SKALI MAPY [mm]	Kolor			Priorytet
			R	G	B	
	linia ciągła łamana grubość linii	0,18	0	0	0	1501
Granica oddziału istniejąca						
	linia przerywana łamana grubość linii kreska *a* odstęp *b*	0,7 5,5 2,0	0	0	0	1500
Projektowana linia oddziałowa						
	linia przerywana łamana grubość linii *d* odstęp *a* długość *b* odstęp *c* odstęp od linii ciągłej łamanej	0,5 0,2 1,0 2,0 0,2	0	0	0	1500

b) Opis oddziału lub jednostki kontrolnej

Nazwa obiektu: Opis oddziału lub jednostki kontrolnej	O/F: O
Wymiarowość: tekst	
PRZEDSTAWIENIE GRAFICZNE	OPIS
	Opis oddziału przedstawiany jest w postaci ułamka, którego licznik stanowi numer oddziału, a mianownik powierzchnię w hektarach, z dokładnością do ara. Całość oddziela kreska ułamkowa. W przypadku, gdy w danym oddziale występuje rezerwat, umieszczany jest dodatkowy zapis powierzchni rezerwatu w nawiasie (w hektarach z dokładnością do ara), np.: (Rez. 7.48) – rodzaj czcionki jest taki sam jak czcionki opisującej powierzchnię oddziału.

ELEMENTY PRZEDSTAWIENIA GRAFICZNEGO						
ELEMENT 41 23.49 (Rez. 7.48)	TYP symbolu	WYMIARY W SKALI MAPY [mm]	Kolor			Priorytet
			R	G	B	
	kreska ułamkowa linia ciągła szerokość linii długość linii	0,1 10,0				2100
41	tekst (licznik numer oddziału) czcionka: Arial Narrow CE rozmiar czcionki: 26 pogrubienie: tak kursywa: tak maska: nie	6,0				
23.49	tekst (mianownik powierzchnia oddziału) czcionka: Arial Narrow CE rozmiar czcionki: 18 pogrubienie: nie kursywa: tak maska: nie	4,0				
Wymiary odstępów od linii ułamkowej	licznik mianownik	1,0 1,0				

Ryc. 2.39. *Przykład opisu dwóch obiektów mapy gospodarczej:*
a – granicy oddziału lub jednostki kontrolnej,
b – opisu oddziału lub jednostki kontrolnej

Podrozdział 6, w przypadku map gospodarczo-przeglądowych, przeglądowych i sytuacyjno-przeglądowych, to opis map tematycznych, w którym przede wszystkim znajdują się opisy obiektów i znaków umownych umieszczanych na poszczególnych mapach.

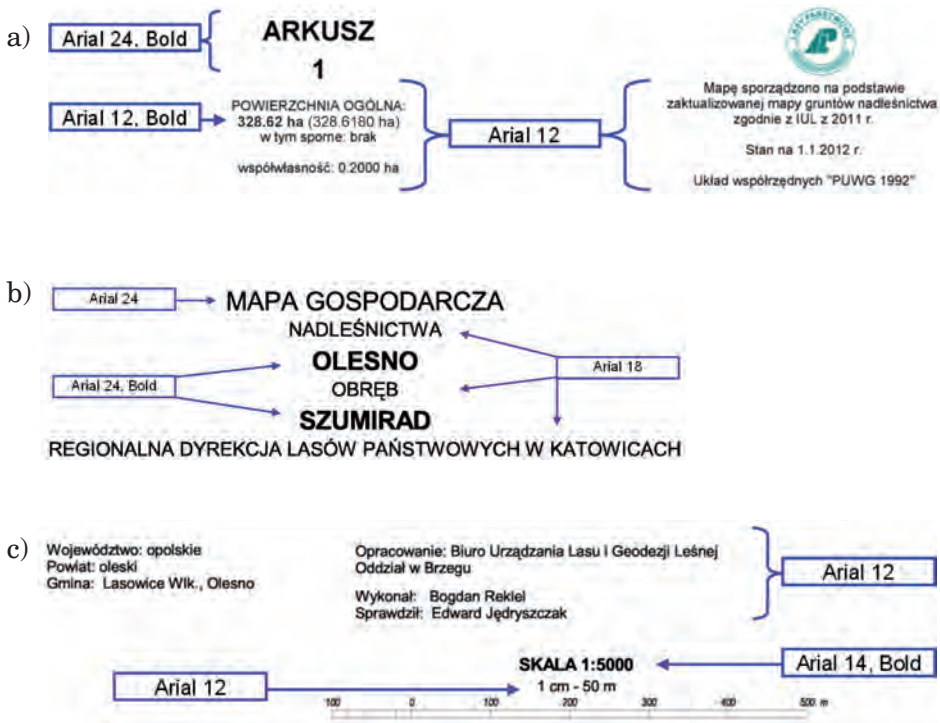
Warto podkreślić, że choć instrukcja ma na celu sporządzanie map do druku, przekazywanych wraz z planem urządzania lasu w jednakowej szacie graficznej, z ujednoliconymi symbolami kartograficznymi, to wprowadzenie zapisu o fakultatywności niektórych obiektów umożliwia dostosowanie map do potrzeb poszczególnych nadleśnictw. Zatem kartowanie niektórych elementów na mapach zależy od ustaleń przyjętych podczas

KZP. Oto kilka przykładów, które powinny być uzgodnione z nadleśnictwem:

- Kasowniki na mapie gospodarczej. Zleceniodawca określa, czy należy drukować kasowniki. Jeśli przyjmuje się, że kasowniki są drukowane, to należy ustalić, czy kasowniki wprowadza się dla wszystkich linii, czy tylko dla wybranych elementów (obiektów), których podział powierzchniowy bywa nieczytelny na mapie bez umieszczenia symbolu kasownika.
- Działki zrębowe z wykazu cięć rębnych na mapie gospodarczej. Do obiektów fakultatywnych na mapie gospodarczej zalicza się: pasy zrębowe, opis pasa zrębowego, szerokość pasa zrębowego, opis szerokości pasa zrębowego.
- Obiekty punktowe na mapach tematycznych, które na jednych mapach mogą być obligatoryjne (obowiązkowe, jeśli występują w danym nadleśnictwie oraz istnieją dane źródłowe pozwalające na ich zlokalizowanie i skartowanie), a na innych mapach mają charakter fakultatywny i mogą, choć nie muszą, być przedstawione. Oto kilka przykładów tego typu obiektów punktowych tematycznych map przeglądowych:
  - ośrodek hodowli zwierzyny – obligatoryjny ma mapie gospodarki łowieckiej, a fakultatywny na mapie zagospodarowania rekreacyjnego w nadleśnictwie;
  - miejsca historyczne i obiekty pamięci narodowej – obligatoryjne na mapie walorów przyrodniczo-kulturowych, a fakultatywne na mapie ochrony przeciwpożarowej oraz mapie zagospodarowania rekreacyjnego w nadleśnictwie;
  - lizawka – fakultatywna na mapie gospodarki łowieckiej;
  - lotnisko, lądowisko – obligatoryjne na mapie ochrony przeciwpożarowej, a fakultatywne na mapie ochrony lasu;
  - wysypisko śmieci – fakultatywne na mapie ochrony lasu;
  - urządzenia wodne (np. śluza, jaz, tama) – fakultatywne na mapie ochrony przeciwpożarowej.

Dostosowanie map do potrzeb nadleśnictwa nie sprowadza się wyłącznie do znaków – w zależności od decyzji KZP mapa gospodarcza może być drukowana w postaci arkuszy (nieprzekraczających formatu A1) lub w formie wielostronicowego atlasu.

Pewna dowolność (indywidualność) w redagowaniu map jest więc dopuszczalna. Niemniej symbole kartograficzne, a także inne elementy mapy (tytuł, opis legendy, znak północy, opis materiałów źródłowych i odwzorowania, logo LP, informacja o wykonawcy i redaktorze mapy, skala mapy) są wizualizowane jednakowo.



Ryc. 2.40. *Fragmenty ramki mapy gospodarczej wraz z opisem czcionek, które należy wykorzystać przy jej sporządzaniu*
a – lewa część ramki,
b – środkowa część ramki,
c – prawa część ramki)

Kolejny podrozdział zawiera wzory map i ich legend (pomniejszone w stosunku do oryginałów).

Opisany powyżej podział na podrozdziały jest zastosowany w rozdziałach: II, III, IV i V, które nawiązują do map wymienionych w IUL Część I. W rozdziale VI natomiast znajduje się opis i sposób wizualizacji map związanych z IUL Część II. W rozdziale VI są zatem definicje obiektów umieszczanych na mapach siedlisk leśnych, zbiorowisk roślinnych, a także wskazania dotyczące sposobu wizualizacji leśnych siedlisk przyrodniczych.

Sporządzając instrukcję, wykonano również, we współpracy z Biurem Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, szereg map wzorcowych, zredagowanych zgodnie z wytycznymi zawartymi w Części III IUL. Sporządzono wszystkie matryce map i wybrane mapy tematyczne. Stanowią one załącznik do tej części IUL i dołączono je w postaci numerycznej na nośniku danych. W sumie opracowano 15 map wzorcowych.

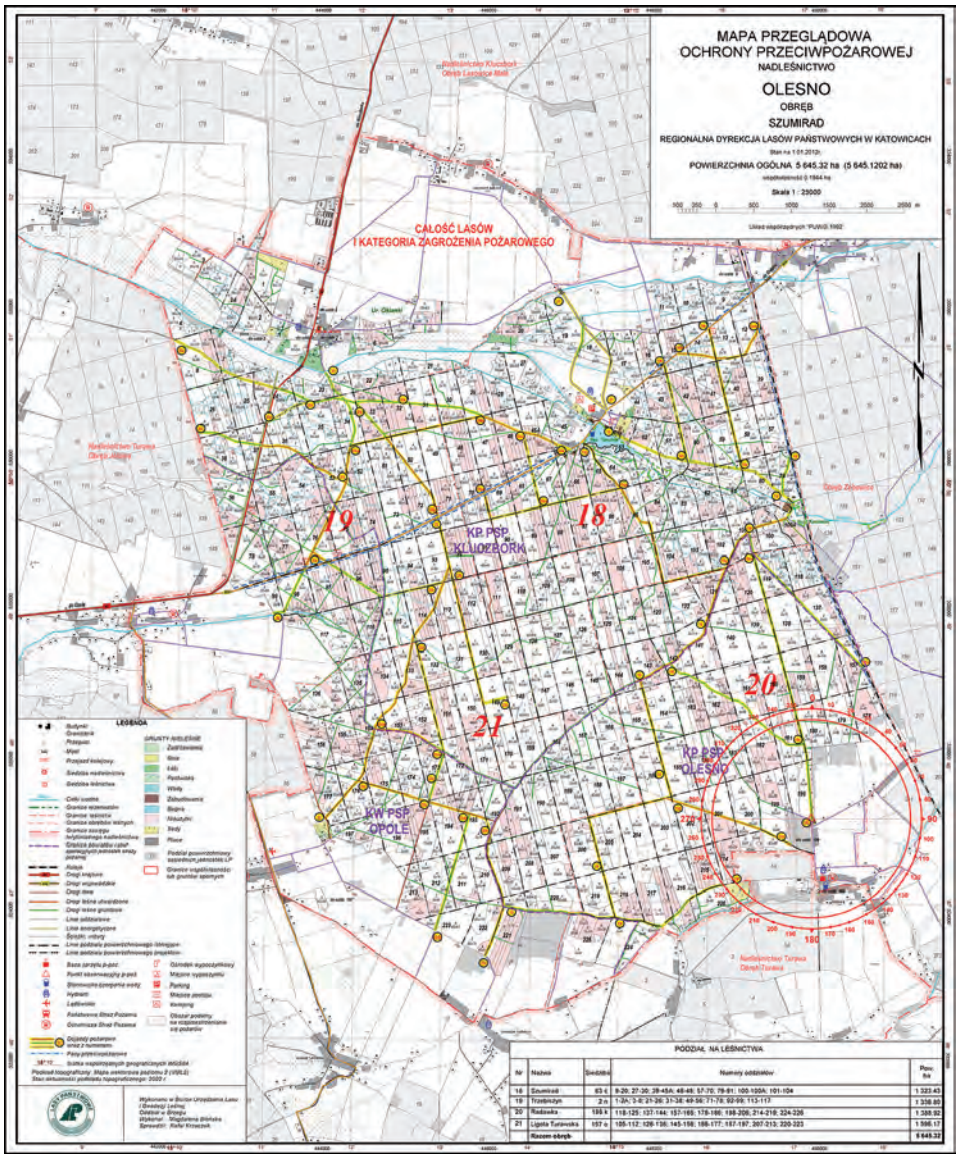
Dalej umieszczono kilka przykładów wzorcowych map (pomniejszonych w stosunku do oryginalnych), wykonanych zgodnie z zasadami opisanymi w IUL Część III. Treść map jest fikcyjna i nie musi być zgodna z rzeczywistością.

Tabela 2.8. Wykaz map wzorcowych dołączonych na nośniku cyfrowym do IUL Część III

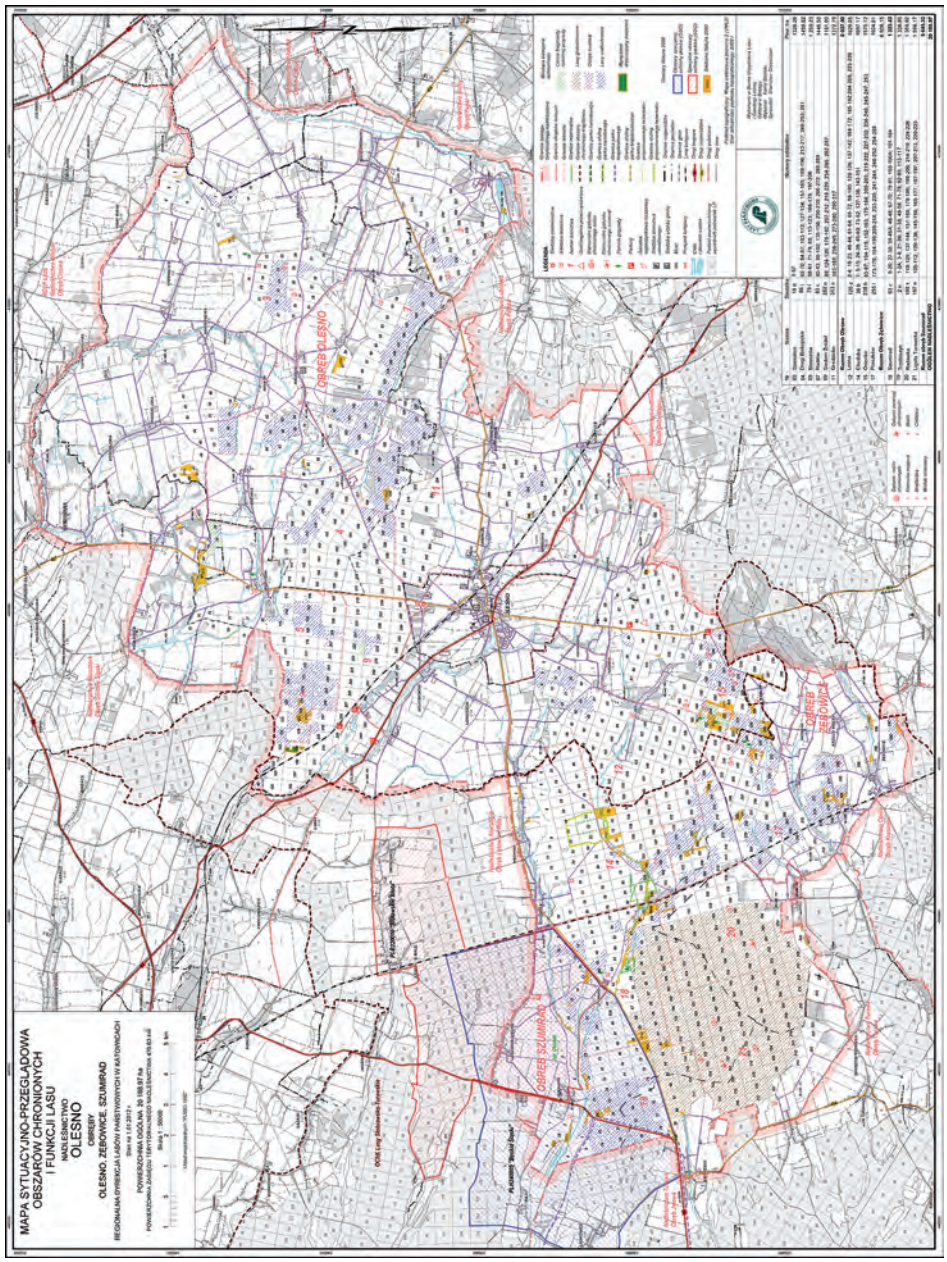
Lp.	Nazwa mapy
mapy gospodarcze	
1	mapa gospodarcza
2	mapa gospodarcza z cięciami rębnymi
mapy gospodarczo-przeglądowe	
3	matryca mapy gospodarczo-przeglądowej
4	mapa gospodarczo-przeglądowa drzewostanów i projektowanych cięć rębnych
mapy przeglądowe	
5	matryca mapy przeglądowej
6	mapa przeglądowa drzewostanów
7	mapa przeglądowa siedlisk leśnych
8	mapa przeglądowa cięć rębnych
9	mapa przeglądowa ochrony przeciwpożarowej
10	mapa przeglądowa gospodarki łowieckiej
11	mapa przeglądowa ochrony lasu
12	mapa przeglądowa zagospodarowania rekreacyjnego
mapa sytuacyjna i mapy sytuacyjno-przeglądowe	
13	mapa sytuacyjna obszaru w granicach zasięgu terytorialnego nadleśnictwa (matryca mapy sytuacyjnej)
14	mapa sytuacyjno-przeglądowa obszarów chronionych i funkcji lasu
15	mapa sytuacyjno-przeglądowa walorów przyrodniczo-kulturowych

Ryc. 2.41. *Przykład mapy gospodarczej z cięciami rębnymi*

Rys. 2.42. *Przykład mapy gospodarczo-przeglądowej drzewostanów z cięciami rębnymi*



Ryc. 2.43. *Przykład mapy przeglądowej ochrony przeciwpożarowej*



Ryc. 2.44. *Przykład mapy sytuacyjno-przeglądowej obszarów chronionych nadleśnictwa i funkcji lasu*

3.
Numeryczny Model Terenu w praktyce leśnej

RADOMIR BAŁAZY

3.1. Wstęp

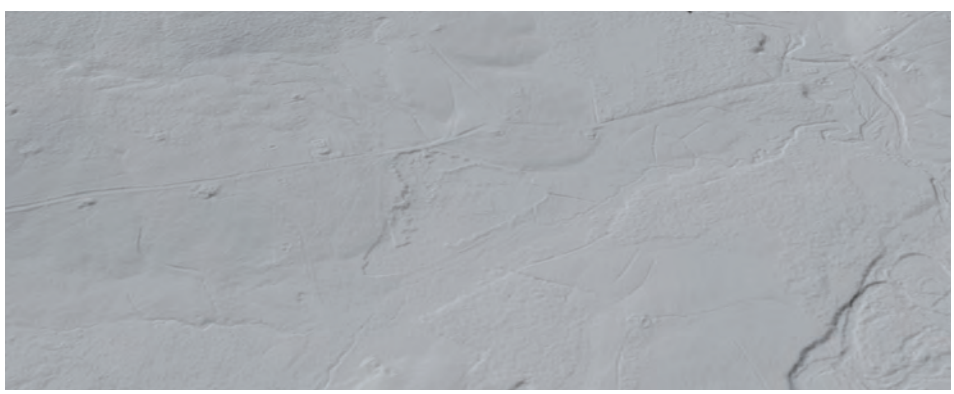
Nie wiem jak Państwu, ale mnie już sam tytuł tego rozdziału wydaje się nieco kontrowersyjny. Gdybym musiał pisać o naszych dotychczasowych doświadczeniach z NMT w lasach jako całości, to byłby to na pewno najkrótszy rozdział tej zacnej publikacji. Nawet jeśli nieco przesadzam, to z pewnością byłoby to miejsce medalowe.

Na szczęście dla mnie i na nieszczęście dla Państwa, mogę tu przywołać doświadczenia Nadleśnictwa Świeradów albo też czasami całego Leśnego Kompleksu Promocyjnego Sudety Zachodnie, czyli po prostu wraz z Nadleśnictwem Szklarska Poręba. Zapytacie pewnie, czemu na nieszczęście dla Was? Ano dlatego, że taki przykład, oparty na najnowszych dostępnych w świecie technologiach, będzie po prostu niereprezentatywny. W zasadzie jednak nie ma różnicy, czy za wzór do dalszych rozważań posłuży model terenu pozyskany za pomocą skaningu laserowego, czy też pomiarów geodezyjnych z przełomu wieków, skoro NMT w praktyce leśnej właściwie nie istnieje.

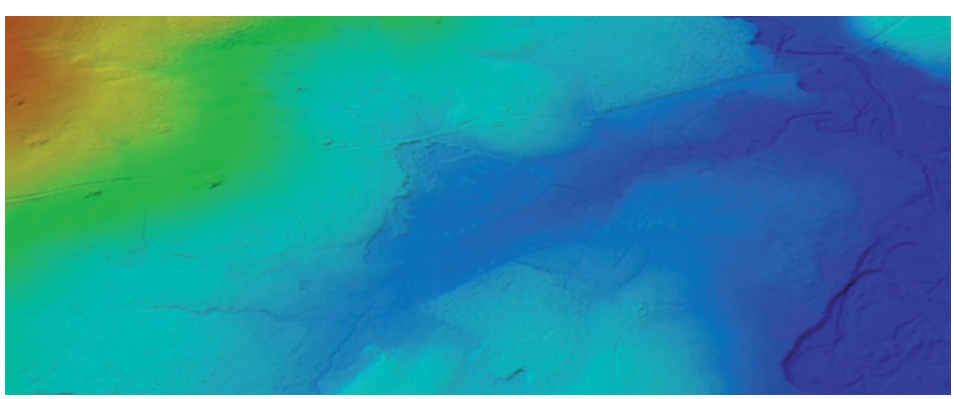
Co to właściwie: NMT, NMPT, DEM, DTM, DSM, nDSM itp.?

NMT to nic innego jak Numeryczny Model Terenu, którego anglojęzycznym odpowiednikiem jest DTM, czyli Digital Terrain Model, lub też DEM, czyli Digital Elevation Model – tu należałoby raczej tłumaczyć jako cyfrowy model wysokościowy. Niektórzy autorzy przypisują mu polski odpowiednik – CMW. Dla nas nie ma to jednak większego znaczenia; ważne, że jest cyfrowa reprezentacja ukształtowania terenu, pozbawionego drzew, budynków itp. (ryc. 3.1, 3.2, 3.3).

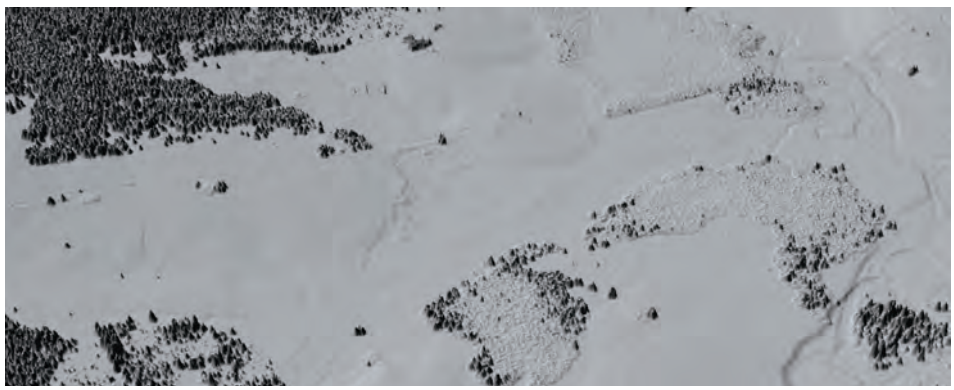
Ryc. 3.1. *Obraz intensywności chmury punktów służącej do budowy modeli terenu na podstawie skaningu laserowego*



Ryc. 3.2. *Wizualizacja NMT fragmentu Rezerwatu Torfowiska Doliny Izery*



Ryc. 3.3. *Wizualizacja NMT fragmentu Rezerwatu Torfowiska Doliny Izery z zastosowaniem barw hipsometrycznych*

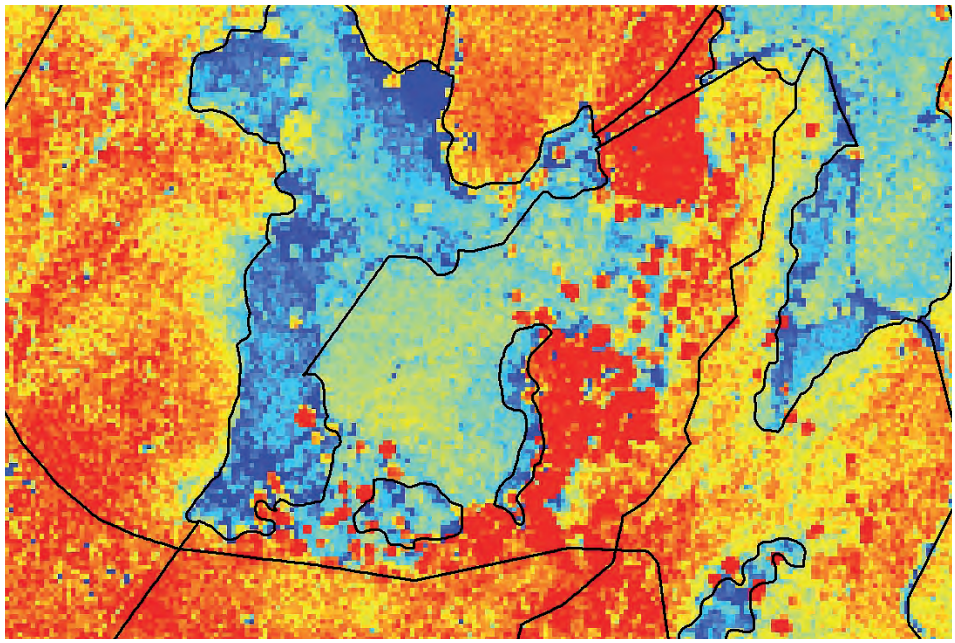


Ryc. 3.4. *Wizualizacja NMPT fragmentu Rezerwatu Torfowiska Doliny Izery – widoczne płaty kosówki i drzewostany świerkowe*

Ryc. 3.5. *Wizualizacja modelu pokrycia terenu z nałożonym zdjęciem lotniczym (lub z nałożoną informacją ze zdjęcia lotniczego) – widok z lotu ptaka na nartostradę i trasę kolejki gondolowej w Świeradowie*

Kolejnym z powszechnie wykorzystywanych modeli (oczywiście tam, gdzie one są w ogóle dostępne) jest NMPT, czyli Numeryczny Model Powierzchni Terenu. Jest to reprezentacja powierzchni terenu wraz z tym, co tę powierzchnię pokrywa, mówiąc w dużym uproszczeniu, czyli właśnie roślinnością, budynkami itp. (ryc. 3.4). Anglojęzycznym odpowiednikiem tego terminu jest DSM, czyli Digital Surface Model. Spośród wszystkich modeli właśnie ten wydaje się najbardziej zbliżony do świata rzeczywistego. Wzbogacony o zdjęcia, które możemy na niego nałożyć, przy odpowiedniej jakości danych, może być łudząco podobny do rzeczywistości[1] (ryc. 3.5).

[1] Stwierdzenie, że model jest „łudząco podobny", jest oczywiście subiektywnym odczuciem autora, zwłaszcza że ten jest krótkowidzem i nosi szkła korekcyjne.



Ryc. 3.6. *Wizualizacja nDSM fragmentu Nadleśnictwa Świeradów. Barwy niebieskie odzwierciedlają uprawy barwy czerwone – dojrzały drzewostan. Szczegółowość danych pozyskanych za pomocą skaningu laserowego pozwala dostrzec pojedyncze korony. Czarne linie widoczne na rycinie pochodzą z automatycznego podziału drzewostanu na klasy wysokości, otrzymane przy wykorzystaniu metody firmy COWI*

Ostatnim z modeli podstawowych, z którym mogą się Państwo spotkać, jest tzw. różnicowy model terenu, zwany także nDSM. Sprowadzając do zera powierzchnię gruntu w Numerycznym Modelu Pokrycia Terenu, otrzymujemy wyłącznie wysokość tego, co ten grunt pokrywało, jest to więc po prostu DSM – DEM = nDSM (ryc. 3.6).

3.2. Jak pozyskać NMT

Jeśli nie są Państwo pracownikami LKP Sudety Zachodnie[2], odczuwają niedosyt codziennych obowiązków i chcą zacząć pracę z trzecim wymiarem, to powinni Państwo postarać się zdobyć go jak najszybciej, zanim minie

[2] Przyznaję, że użyłem tu pewnego uproszczenia, ponieważ w czasie, gdy powstawał ten tekst, do „zaszczytnego grona" nadleśnictw posiadających NMT na podstawie skaningu laserowego, dla całej swojej powierzchni, dołączyło również Nadleśnictwo Drawno. Ponadto jest kilka nadleśnictw posiadających modele na podstawie skaningu dla części swoich powierzchni i kilka parków narodowych, które mają je od pewnego czasu. Nie byłbym też precyzyjny, nie wspominając o tym, że jest wiele nadleśnictw, które z powodzeniem wykorzystują już modele o nieco słabszych parametrach.

bezcenny zapał. Oczywiście jest wiele sposobów na pozyskanie numerycznych modeli terenu i nie wszystkie muszą się wiązać z wydatkami. Spośród tych licznych sposobów znam zaledwie kilka, niemniej jednak któryś z nich może się okazać pomocny. Zacznę od najprzyjemniejszych, choć zwykle najmniej dokładnych, czyli darmowych.

Jednym z pierwszych globalnych modeli terenu, udostępnianych bezpłatnie, jest SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Model opracowano na podstawie obrazów radarowych pozyskanych w czasie misji wahadłowca Space Shuttle Endeavour w 2000 r. Oryginalny model dostępny jest na kilku serwerach (m.in. Globar Land Cover Facility – http://glcf.umiacs.umd.edu) w różnych rozdzielczościach:

- SRTM 1 – w rozdzielczości 1 sekundy (30 m – dostępny tylko dla Stanów Zjednoczonych),
- SRTM 3 – w rozdzielczości 3 sekundy (90 m),
- SRTM 4 – w rozdzielczości 30 sekund (1 km).

Model w pierwotnej wersji zawierał wiele nieścisłości, które częściowo poprawiono w wersji drugiej. Skorygowano w niej przypadkowe błędy i przycięcia modelu do linii brzegowej (morza otrzymały wartość „0”). Pomimo zastosowania lepszych algorytmów, wciąż można znaleźć wiele obszarów z brakiem danych (oznaczonych wartością piksela „–32768”). Model SRTM 2 dostępny jest m.in. na jednym z serwerów NASA pod adresem: http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1.

Godnym polecenia modelem jest ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) oraz ASTER-2. Przy okazji zbierania danych o naszej planecie za pośrednictwem światła widzialnego i bliskiej podczerwieni pozyskane stereopary zdjęć umożliwiły budowę NMT. Pierwszą wersję (Bęcek 2011) ASTER GDEM upubliczniono w końcu czerwca 2009 r. Swoją dokładnością (rozdzielczość ok. 30 m) przewyższała wówczas trzykrotnie SRTM 1, choć zawierała wiele błędów i przekłamań. Pod koniec 2009 r., staraniami Ministerstwa Ekonomii, Handlu i Przemysłu Japonii (METI) oraz amerykańskiej Agencji do Badania Przestrzeni Kosmicznej (NASA), rozpoczęto prace nad udoskonaloną wersją – ASTER 2. Wykorzystano zdjęcia pozyskane do sierpnia 2010 r. i ulepszono algorytmy, co ostatecznie pozwoliło osiągnąć znacznie lepszą jakość w stosunku do poprzedniego modelu. Przeprowadzony eksperyment dla lotniska Strachowice k. Wrocławia wykazał średni błąd na poziomie ok. 5,9 m (dla powierzchni zalesionych jest on wyższy). Pomimo znacznie lepszego produktu finalnego, również w tym wypadku nie udało się uniknąć błędów. Pikselom, dla których nie udało się ustalić rzędnej, przyporządkowano wartość „–9999”. Więcej informacji wraz z zasadami pobierania danych można znaleźć na stronie http://asterweb.jpl.nasa.gov/.

Kolejnym darmowym źródłem informacji o modelu terenu może być wektorowa warstwa warstwic, dostarczona przez wykonawcę prac urządzeniowych. Zwykle są one po prostu zwektoryzowane na podstawie zeskanowanych map topograficznych lub innych dostępnych materiałów,

a ich odstopniowanie rzadko przekracza 10 m. Biorąc pod uwagę czas ich wykonywania i celowe przekłamania, trudno ocenić, czy lepsze byłoby korzystanie z danych ASTER2, czy właśnie z danych warstwicowych; wydaje się jednak, że te ostatnie są wyższej jakości. Dosyć często pojawia się też problem: warstwice są przycinane tylko do zasięgu obszarów leśnych, a nie do zasięgu administracyjnego nadleśnictwa. Żeby model wyglądał przyzwoicie, a w zasadzie, żeby w ogóle wyglądał, musi być oczywiście pełna informacja z całego obszaru. W takim wypadku możemy się ratować własnoręcznym wektoryzowaniem, jednak w przypadku nadleśnictw podzielonych na setki lub tysiące odrębnych powierzchni leśnych będzie to nadzwyczaj mozolnym zadaniem.

Pozostaje jeszcze sprawa transformacji warstwic na NMT. Tutaj możemy się posiłkować renomowanym oprogramowaniem, np. ESRI ArcGIS Desktop, z którego sam głównie korzystam, i rozszerzenia 3D Analyst (jest ono, niestety, dodatkowo płatne). Jeśli go nie mamy, możemy samej konwersji dokonać u kogoś, kto dysponuje taką licencją. Proces generowania trwa od kilkunastu minut do kilku godzin, zatem dług wdzięczności nie będzie wielki. Alternatywą jest także oprogramowanie Open Source, jak choćby QGIS wraz z oprogramowaniem SAGA GIS (więcej szczegółów na temat wykonania pod adresem: http://gunthera.wordpress.com/2010/06/07/saga-i-qgis-tworzenie/).

Na tym chyba można zakończyć opis modeli dostępnych za darmo. Jeśli nawet są inne źródła, to raczej o charakterze lokalnym. Warto pamiętać, że przy projektach dotowanych ze środków UE pozyskane dane powinny być udostępnione społeczeństwu jako informacja publiczna.

Nasze krajowe instytucje również mają w swoich zasobach numeryczne modele terenu, choć nie zawsze ich zakup jest sprawą prostą. Możemy więc zaopatrzyć się w modele terenu powstające w ramach Topograficznej Bazy Danych (TBD) czy też starać się o dane z LPIS (System Identyfikacji Działek Rolnych) lub z ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami). Szczególnie dwa ostatnie źródła wydają się interesujące. Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (informacja z początku 2012 r.) zakończyła postępowanie konkursowe, w ramach którego wykonane zostaną cyfrowe zdjęcia lotnicze obszaru całego kraju o rozdzielczości 0,5 m i 0,25 m. Najistotniejsze jest jednak to, że na ich podstawie zostanie wykonany metodami fotogrametrycznymi również NMT, który przy pikselu 0,25 m powinien osiągnąć dokładność dla terenów górzystych rzędu mh ≤ 0,9 m, a dla terenu płaskiego – mh ≤ 0,6 m (średnie nachylenie mniejsze od 2). Więcej o parametrach docelowych można przeczytać na stronie ARiMR (http://www.arimr.gov.pl/o-arimr/przetargi-organizowane-przez-arimr/przetargi/artykuly/dzp-2610-402011.html). Pierwsze dane powinny być dostępne w 2013 r.

Znacznie bardziej obszernym źródłem informacji, ale, niestety, tylko dla wybranych obszarów (głównie zlewnie rzek i duże miasta) Polski, jest Projekt ISOK. W ramach tego przedsięwzięcia, oprócz zdjęć lotniczych, zosta-

nie wykonany również skaning lotniczy o rozdzielczości minimalnej od 4 do 8 pkt/m^2. Trwają obecnie rozmowy nad nieodpłatnym, bądź po znacznie obniżonej cenie, przekazaniem pozyskanych danych LP.

Przedstawiłem zaledwie kilka z wielu, nazwijmy je „pośrednimi", metod pozyskiwania danych o ukształtowaniu terenu. Najatrakcyjniejsze ze względu na swoją jakość i spójność są jednak te, które zlecimy sami. Zdecydowanie najlepszą obecnie technologią ich pozyskiwania jest skaning laserowy. W odniesieniu do powierzchni całego nadleśnictwa jest to oczywiście skaning lotniczy, natomiast przy powierzchniach znacznie mniejszych, jak część wydzielenia, można z powodzeniem zastosować skaning terenowy. Ceny są wciąż bardzo mocno zależne od ukształtowania terenu i kształtu powierzchni, dlatego na etapie planowania kosztów zawsze należy wystosować zapytanie do firm, które się takimi technologiami zajmują. Ostatnimi laty wiele polskich firm (więcej niż dwie) zaopatrzyło się w skanery lotnicze i samoloty zdolne je przenosić. Szacunkowa cena wykonania skaningu dla powierzchni powyżej 100 tys. ha może się kształtować na poziomie 4 zł/ha[3] (wraz z klasyfikacją chmury punktów i budową modeli terenu). Dość ciekawą alternatywą dla wciąż drogiego skaningu jest zamówienie zdjęć lotniczych wraz z ortofotomapą i budowa na ich podstawie numerycznego modelu terenu. Tutaj ceny są już znacznie niższe, bo obecnie na rynku, dla teoretycznego obszaru 100 tys. ha, za 1 ha gotowej ortofotomapy (CIR, NIR) o rozdzielczości 25 cm zapłacimy ok. 1 zł. Dodatkowo musimy doliczyć 0,25 zł/ha gotowego modelu terenu. Idealnym momentem, żeby zlecić wykonanie takiej ortofotomapy, wraz z numerycznym modelem terenu, jest rok poprzedzający urządzanie lasu, ewentualnie każda kolejna „pięciolatka"[4].

Jak dokładne modele są nam potrzebne i czy w ogóle jakiekolwiek?

Być może to fundamentalne pytanie powinno się pojawić na samym początku tego rozdziału. Część z Państwa, nie otrzymawszy jasnej odpowiedzi, zrezygnowała z czytania już kilka stron wcześniej. Jeśli jednak ktoś się trudził aż do tego momentu, to na pewno numeryczny model terenu jest mu potrzebny. To oczywiście odpowiedź półżartem, a serio każdy musi sobie odpowiedzieć sam. Najważniejsze, że NMT sprawdza się nie tylko w górach. Jeśli wykonamy go dostatecznie dokładnie, może pomóc nam w wielu sytuacjach, takich jak melioracje czy inne zabiegi hydrotechniczne, inżynieryjne itp., nawet na stosunkowo płaskim obszarze, ale o tym już w następnym podrozdziale.

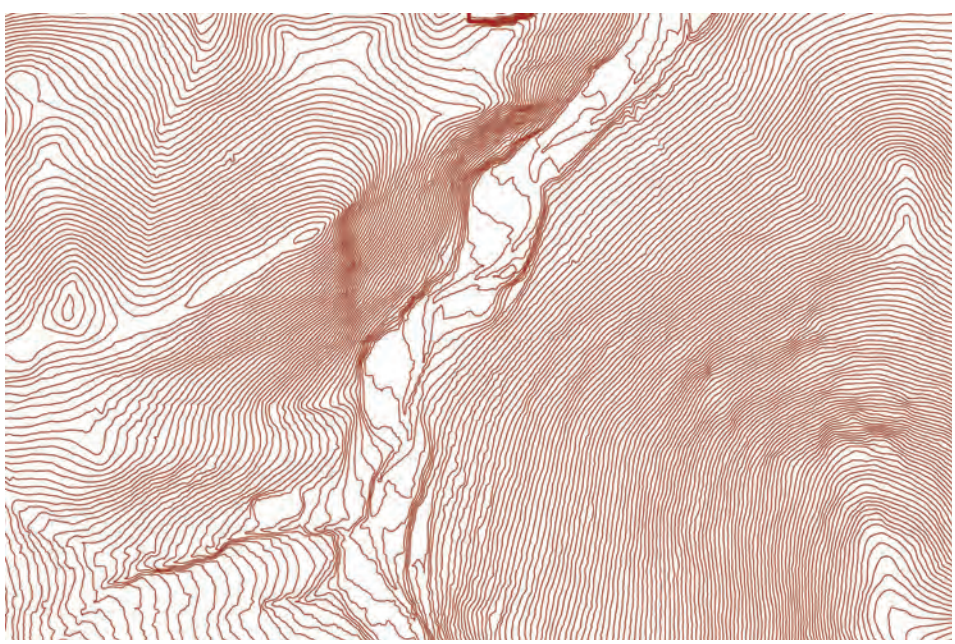
Jak te wszystkie liczby i wartości mają się do rzeczywistych odczuć podczas pracy z modelami numerycznymi? Najlepiej to zobaczyć na przykładach, na których zobrazowano ten sam fragment Nadleśnictwa Świeradów w różnych rozdzielczościach NMT (ryc. 3.7–3.12).

---

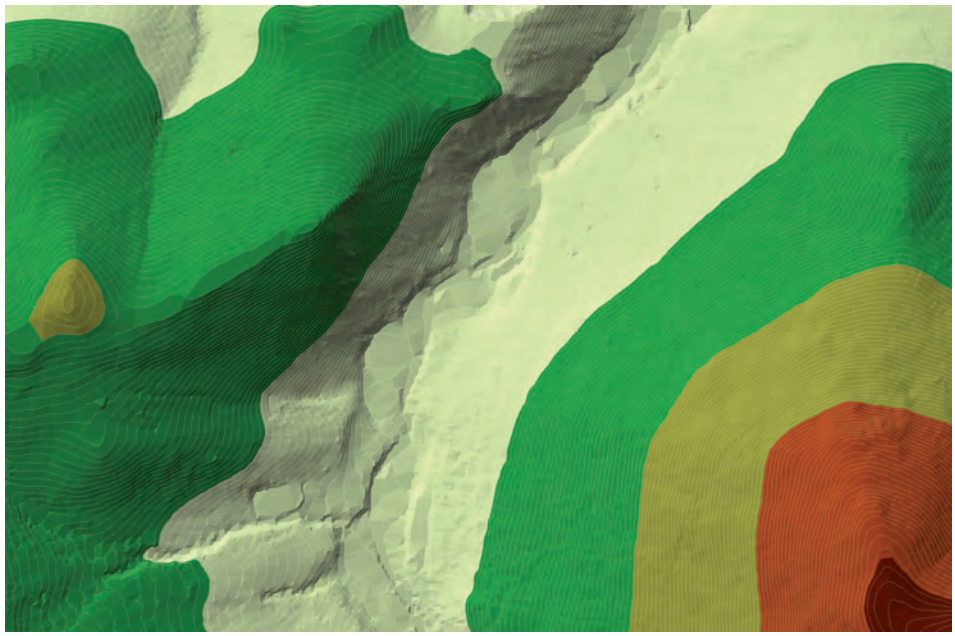
[3] Ceny obowiązujące na przełomie lat 2011 i 2012.

[4] To oczywiście kolejna subiektywna opinia autora, który nie wyobraża sobie pracy w dzisiejszych czasach bez ortofotomapy – a wciąż mamy takie nadleśnictwa. Poza tym NMT wykonujemy, rzecz jasna, raz, a nie co 5 czy 10 lat.

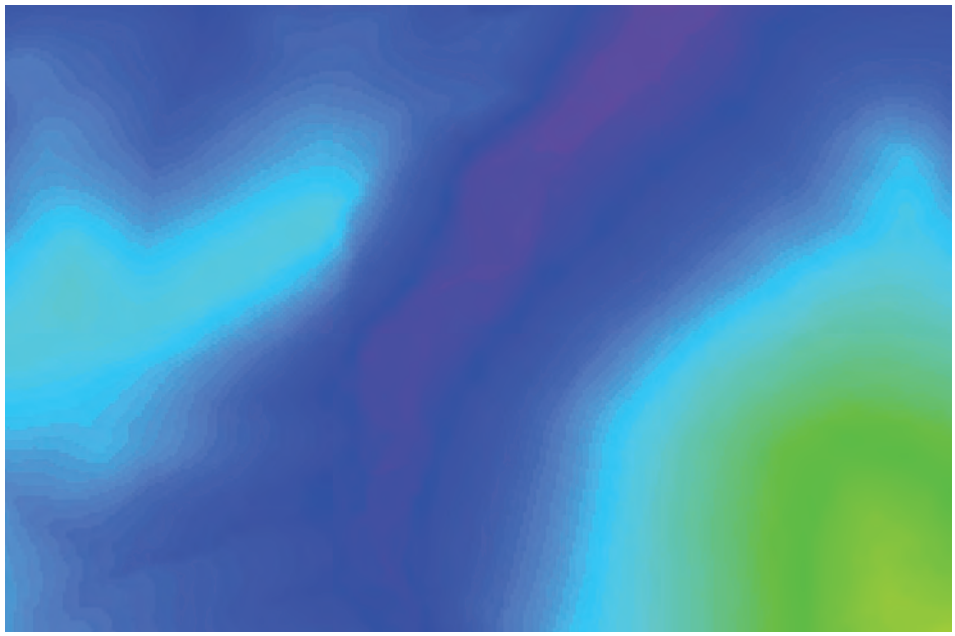
Ryc. 3.7. *Zasięg obszaru, dla którego wygenerowano NMT o różnych dokładnościach, widziany na ortofotomapie*



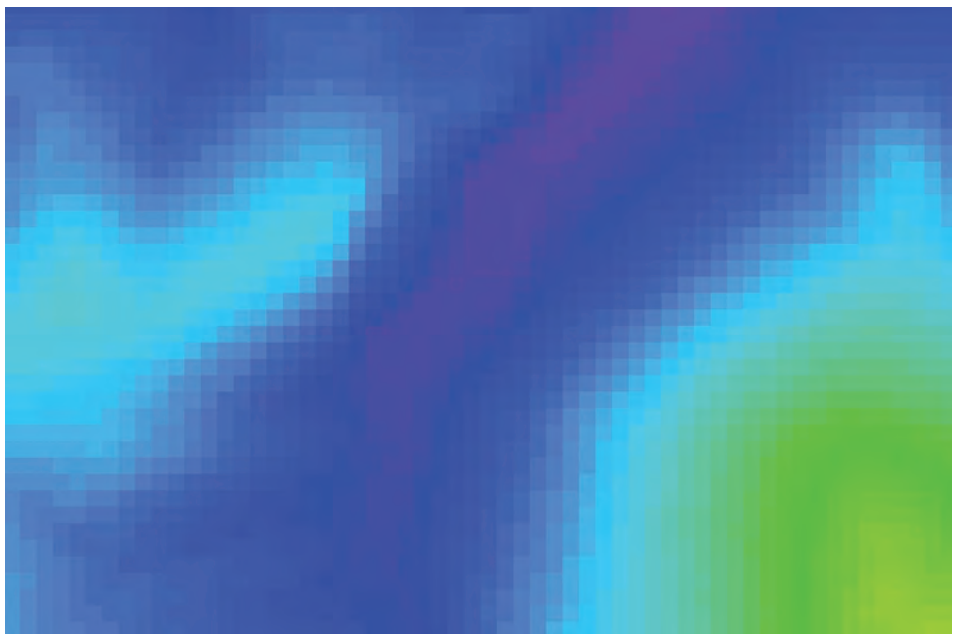
Ryc. 3.8. *Warstwice wygenerowane na podstawie danych ze skaningu laserowego – na przykładzie o cięciu co 3 m*



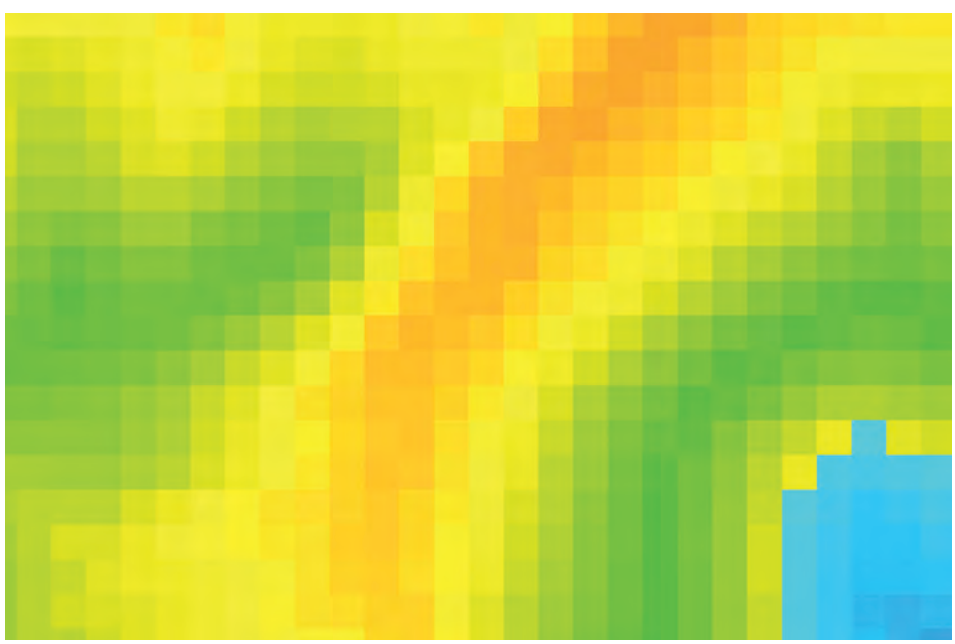
Ryc. 3.9. *Wizualizacja modelu TIN wygenerowanego na podstawie warstwic (co 3 m)*



Ryc. 3.10. *Wizualizacja modelu GRID wygenerowanego na podstawie TIN z zaniżoną dokładnością do 5 m*



Ryc. 3.11. *GRID z zaniżoną rozdzielczością pojedynczego piksela do 50 × 50 m*



Ryc. 3.12. *GRID z zaniżoną rozdzielczością pojedynczego piksela do 100 × 100 m*

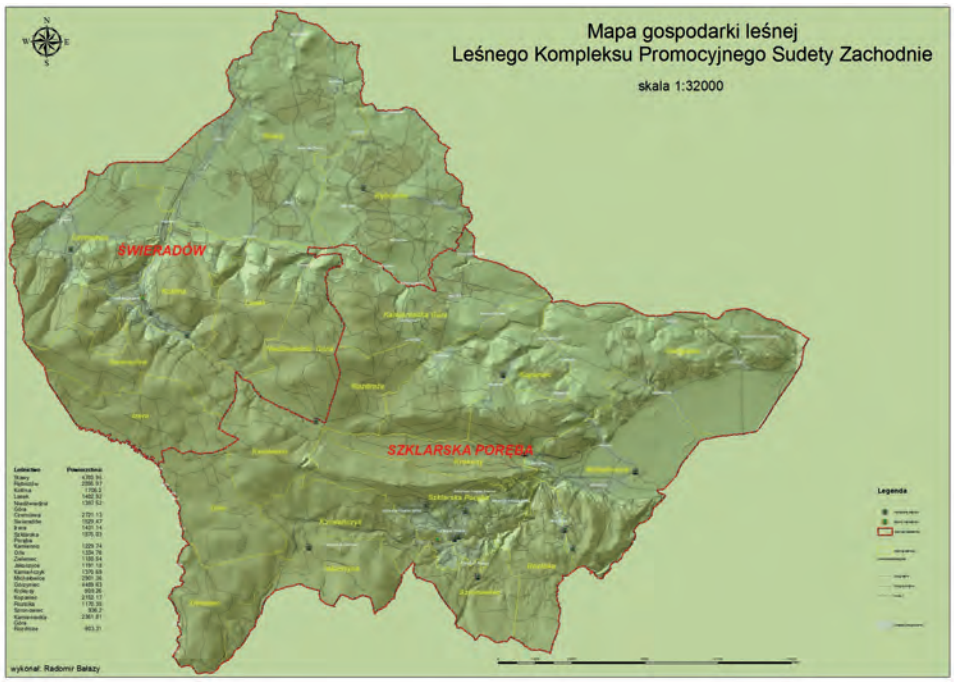
3.3. Przykłady praktycznego wykorzystywania NMT

Zwykle, jeśli dotychczas wykorzystywane narzędzia się sprawdzają, nie widzimy potrzeby używania nowych. Często jest to związane po prostu z brakiem wiedzy na temat czasochłonności wykonywania prac przez podległych nam pracowników. Jeśli jednak coś może być wykonane szybciej i dokładniej, dlaczego tego nie zrobić? Tutaj dochodzimy do głównego zadania, jakie ma spełniać GIS: w możliwie najkrótszym czasie ma dostarczyć najlepszej (może być równoznaczne z najbardziej opłacalną ekonomicznie) odpowiedzi na zadany przez nas temat.

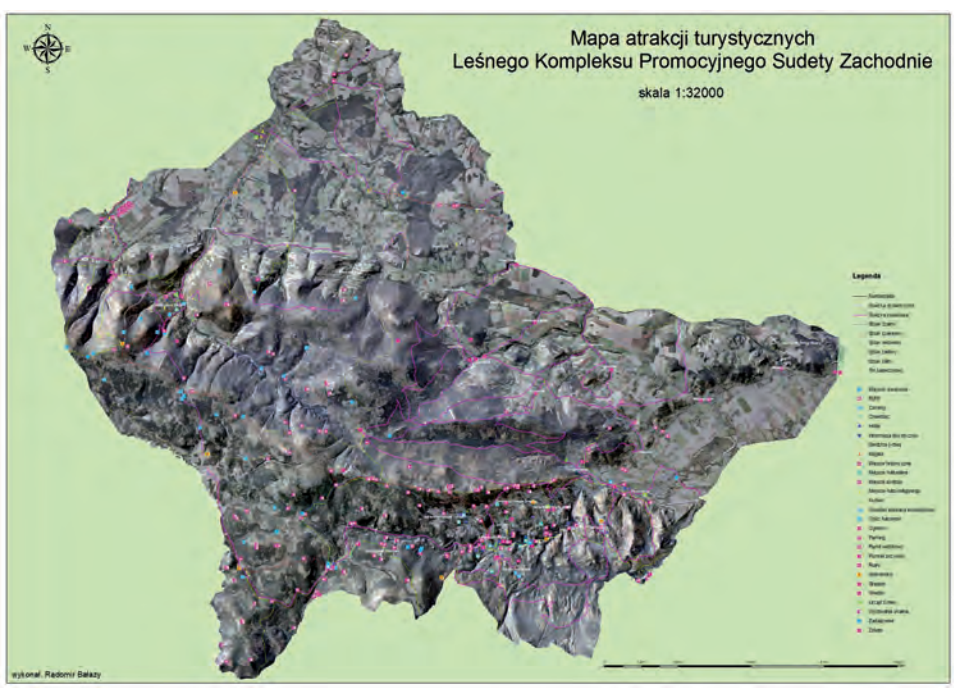
Numeryczne modele terenu znajdują zastosowanie wszędzie, gdzie może się przydać informacja o wysokości. Prawda jest taka, że praktycznie każda symulacja warunków w lesie lub czynność, którą akurat chcemy zweryfikować z mapą, wymaga takich danych, lub taka informacja mogłaby się, choćby w ograniczonym stopniu, przydać. Podstawowe i z pozoru banalne zastosowanie znajdują numeryczne modele terenu, np. podczas wizualizacji danych (ryc. 3.13–3.16). Pamiętajmy, że jakość przekazu wpływa bezpośrednio na jego odbiór, co rzutowało poniekąd na rozwój całej współczesnej kartografii.

Warto jednak pokazać bardziej konkretne przykłady wykorzystania numerycznych modeli terenu (część z nich była już publikowana w różnych materiałach pokonferencyjnych). Inżynieria leśna jest jednym z ważnych

Ryc. 3.13. *Przykład mapy hipsometrycznej LKP Sudety Zachodnie*



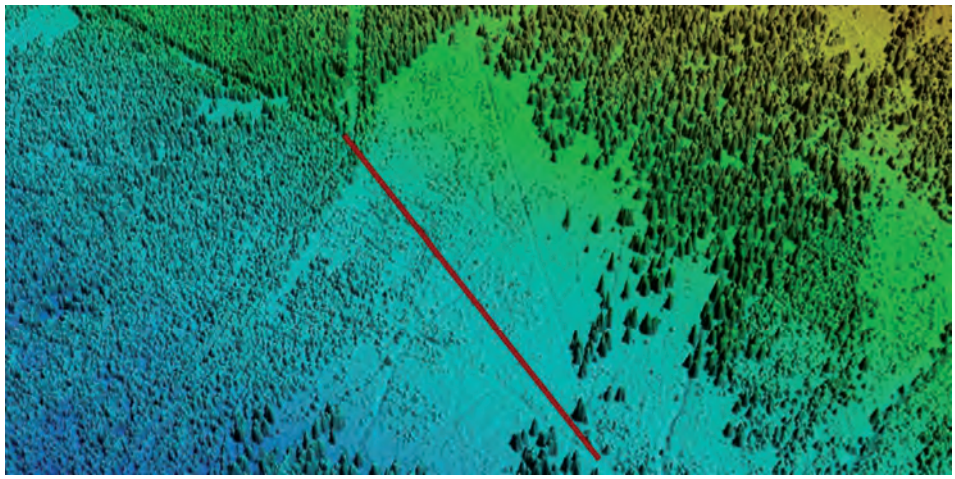
Ryc. 3.14. *Przykład mapy administracji leśnej LKP Sudety Zachodnie*



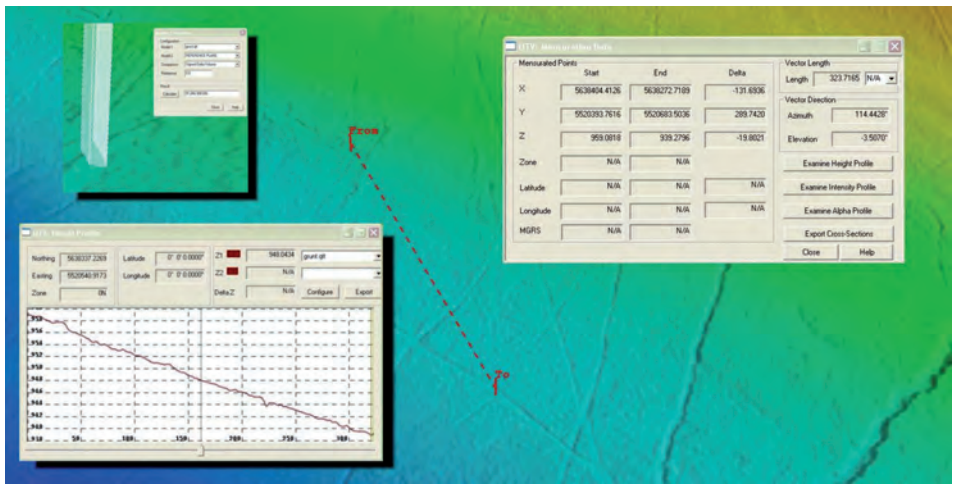
Ryc. 3.15. *Przykład mapy turystycznej LKP Sudety Zachodnie*

Ryc. 3.16. *Przykład podziału Nadleśnictwa Świeradów na leśnictwa. Przedstawienie na numerycznym modelu terenu zwiększa czytelność i atrakcyjność mapy*

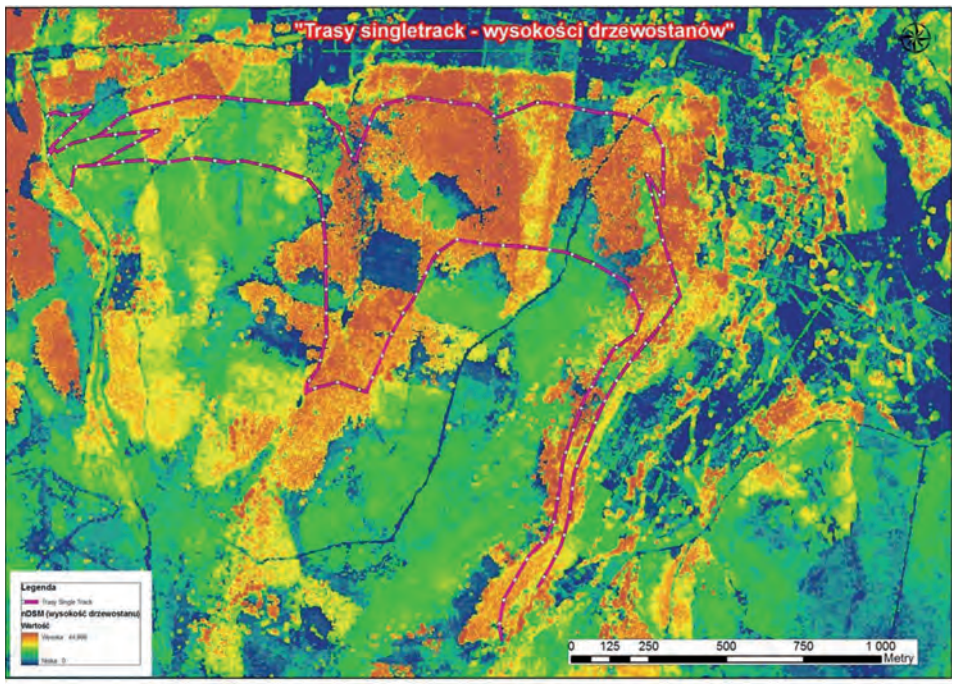
pól, na których modele terenu z pewnością znajdują zastosowanie. Pamiętajmy, że nowoczesne oprogramowanie GIS pozwala nam, z jednej strony, wizualizować planowane przedsięwzięcia (ryc. 3.17, 3.18), a z drugiej strony, stanowi proste źródło do sporządzania warstwy wysokościowej pełnowartościowych projektów drogowych. Łatwo i szybko możemy przekonwertować NMT na plik CAD, oszczędzając pieniądze, które musielibyśmy zapłacić za pomiar geodezyjny (są to duże koszty, znane tym, którzy realizują inwestycje w ramach PROW czy Programu Małej Retencji).



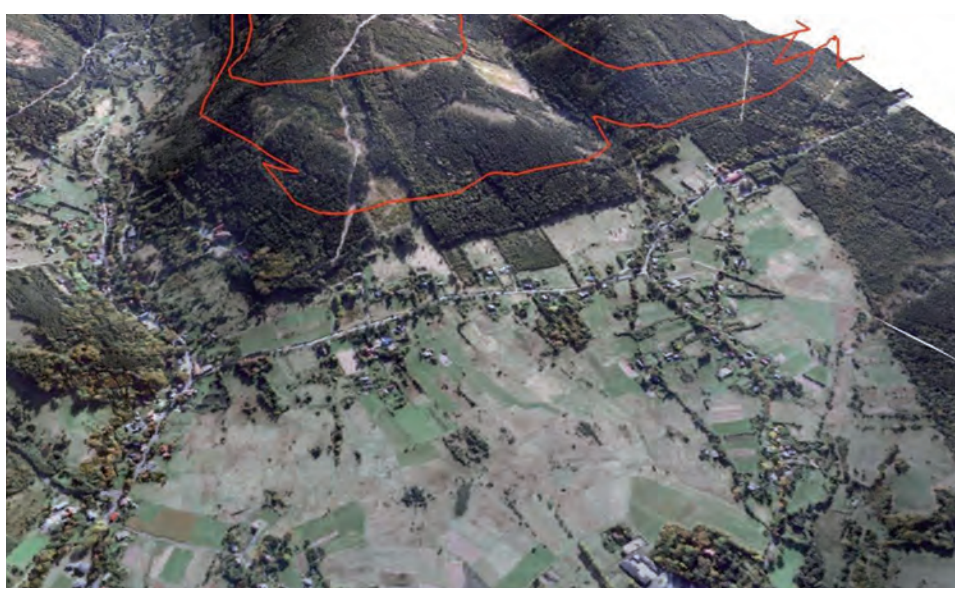
Ryc. 3.17. *NMPT z naniesioną planowaną lokalizacją drogi na granicy Czech i Polski*



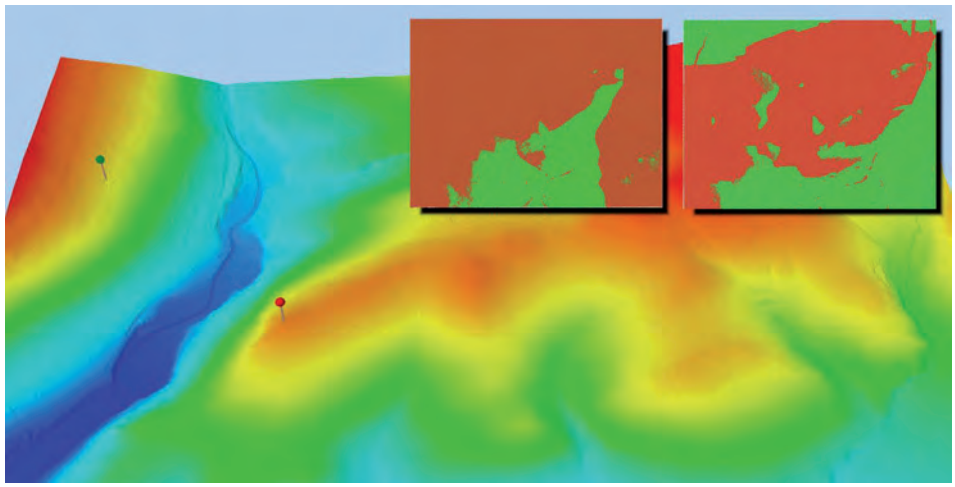
Ryc. 3.18. *Przykłady podstawowych wyliczeń dotyczących planowanego przebiegu drogi, takich jak profil przekroju podłużnego, miąższość wału ziemnego, który trzeba usunąć, tabela z informacją o skrajnych punktach*



Ryc. 3.19. *Przebieg trasy rowerowej przedstawiony na modelu nDSM, jako podstawa do analizy prawidłowości planowanej trasy względem drzewostanów*



Ryc. 3.20. *Wizualizacja przebiegu trasy „Singletrack" na modelu terenu z nałożonym zdjęciem lotniczym*



Ryc. 3.21. *Wizualizacja modelu z dwiema alternatywnymi lokalizacjami wieży ppoż. wraz z symulacjami zasięgu i pola obserwacji*

Numeryczne modele terenu sprawdzają się wyśmienicie również w złożonych analizach, których celem jest wielokrotnie wybór rozwiązania zadowalającego wszystkie zainteresowane podmioty, np. projektowanie ścieżki rowerowej „Singletrack", która powinna przebiegać przez tereny jak najbardziej atrakcyjne turystycznie, o nachyleniu nie większym niż zakłada poziom trudności danej trasy i tak, by jednocześnie omijać wszystkie cenne przyrodniczo fragmenty drzewostanów. Musimy tu pogodzić interesy inwestorów, lokalnych samorządów i przyrodników (ryc. 3.19, 3.20).

Przykładem równie prostej analizy może być przedstawiona poniżej próba optymalnej lokalizacji wieży ppoż. Sytuacje takie są wprost idealne do zastosowania numerycznych modeli terenu. Za pomocą dostępnych na rynku narzędzi można nie tylko wybrać optymalną lokalizację, ale jeszcze wykonać symulację zasięgu widoczności z wieży (ryc. 3.21).

Mam nadzieję, że tych kilka prostych przykładów przybliża tematykę numerycznych modeli terenu, a nawet zachęca do ich zakupu. Warto inwestować w technologie, które mogą skrócić czas wykonywania niektórych czynności, dostarczając przy okazji cennej dla leśników informacji o obszarze nadleśnictwa.

4.
Korzystanie z danych teledetekcyjnych

4.1. Pozyskiwanie zdjęć lotniczych i satelitarnych

KRZYSZTOF MAJSTERKIEWICZ

W publikacji „Geomatyka... Część I. Podstawy" w rozdziale 14. „Teledetekcja i fotogrametria obszarów leśnych" omówiono zasady wykonywania zobrazowań lotniczych i satelitarnych, a w rozdziale 14.9. „Dostępność zdjęć lotniczych i zobrazowań satelitarnych" przedstawiono ich źródła. Jeśli kupuje się zdjęcia lotnicze i satelitarne z istniejących już zbiorów, sytuacja jest o tyle komfortowa, że przed zakupem można sprawdzić jakość zdjęć, rozdzielczość przestrzenną (wielkość ich piksela) oraz inne parametry istotne w przypadku celów, w jakich będą wykorzystywane.

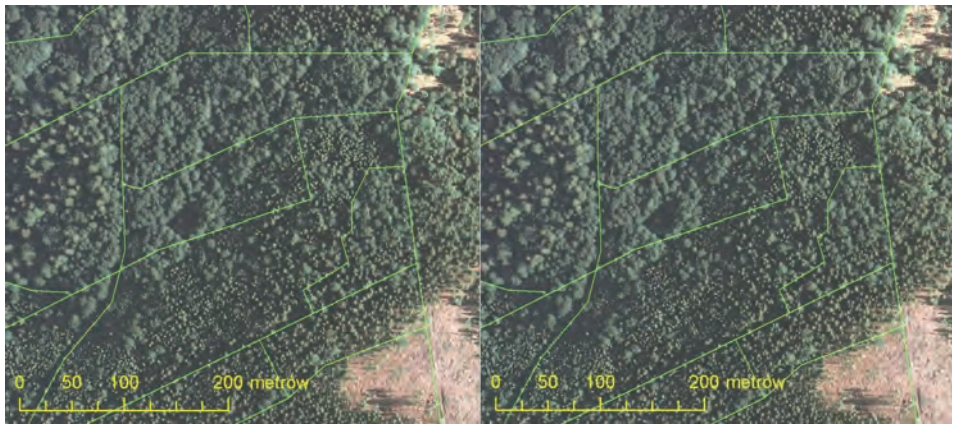
4.1.1. Zamawianie

Inne uwarunkowania dotyczą zamawiania zdjęć – czy to w ramach prac przygotowawczych do planu urządzenia lasu, czy w celu inwentaryzacji szkód po wystąpieniu klęski żywiołowej. Definiując zamówienie, należy określić kilka parametrów, które również mają wpływ zarówno na ich przydatność, jak i na cenę wykonania ortofotomapy. Jednym z podstawowych parametrów jest zasięg zobrazowań. Gdy wykonuje się ortofotomapę na potrzeby PUL, jest to zasięg nadleśnictwa powiększony o bufor wynoszący minimum 100 m. Gdy ortofotomapa ma służyć do analizy uszkodzeń drzewostanów, jest to obszar wystąpienia szkody, przy czym, biorąc pod uwagę charakter czynnika sprawczego szkody, należy ten obszar powiększyć tak, aby na zobrazowaniach można było zidentyfikować granice uszkodzeń.

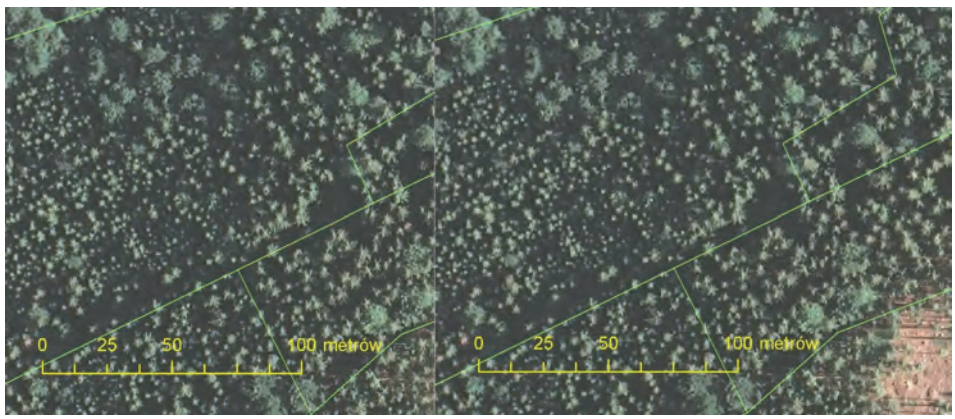
Kolejnym istotnym parametrem jest wielkość piksela terenowego, czyli rozdzielczość przestrzenna pozyskiwanego materiału. Jego wielkość dobiera się odpowiednio do celu wykorzystania zdjęć. Jeśli jednym z głównych zastosowań ma być użycie ich w procesie taksacji, to wielkością wystarczającą jest piksel 40x40 cm, co odpowiada w przybliżeniu mapie w skali 1:5000. Podobna wielkość piksela jest wystarczająca do celów inwentaryzacji szkód w drzewostanach. Gdy potrzebna jest dokładniejsza mapa, np. do ewidencji gruntów i budynków, można zdecydować się na piksel 25x25 cm.

Rycina 4.1 przedstawia mapy tego samego fragmentu drzewostanu na podkładzie ortofotomapy w rozdzielczości terenowej piksela 25 i 40 cm. Widać na niej, że ortofotomapy wydrukowane w skali 1:5000 nie różnią się istotnie. Przy wydruku w skali 1:2000 mapy opracowane na podstawie materiałów o większej rozdzielczości przestrzennej cechują się wyraźnie lepszą jakością (ryc. 4.2). Dalsze zwiększanie skali (1:200) prowadzi do pogorszenia jakości interpretacji, zwłaszcza przy pikselu 40 cm (ryc. 4.3).

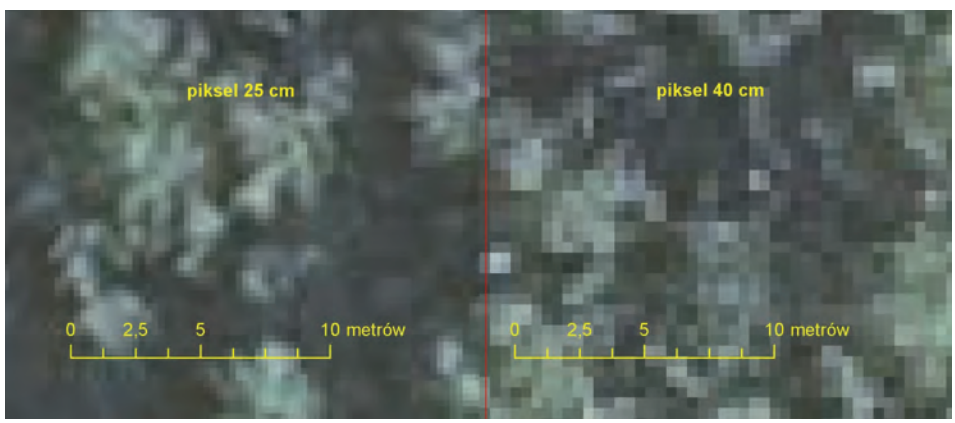
Zdjęcia na potrzeby urządzania lasu najlepiej wykonać w okresie wegetacyjnym, między czerwcem a wrześniem. Ze względu na to, że w momencie zawierania umowy na wykonanie ortofotomapy nierealne jest wskazanie daty wykonania nalotu, w warunkach realizacji umowy należy uwzględnić okres (ok. ośmiu tygodni) na przeprowadzenie nalotu. W przypadku klęsk i uszkodzeń drzewostanów do dyspozycji pozostaje cały sezon fotolotniczy, czyli od początku marca do końca listopada. W takich sytuacjach należy wybierać wykonawcę, który może wykonać nalot w jak najkrótszym czasie od wystąpienia szkody. W zależności od charakteru szkody determinującego czas reakcji uszkodzonych drzewostanów, warto niekiedy wykonać zdjęcia z niewielkim opóźnieniem, aby zarejestrować zmiany następujące w aparacie asymilacyjnym, które są przedmiotem zobrazowania.



Ryc. 4.1. *Przykładowe mapy w skali 1:5000 na podkładzie ortofotomapy: po lewej – z pikselem terenowym 25 cm, po prawej – z pikselem terenowym 40 cm. Kolorem jasnozielonym zaznaczono granice wydzieleń*



Ryc. 4.2. *Przykładowe mapy w skali 1:2000 na podkładzie ortofotomapy: po lewej – z pikselem terenowym 25 cm, po prawej – z pikselem terenowym 40 cm. Kolorem jasnozielonym zaznaczono granice wydzieleń*



Ryc. 4.3. *Przykładowe mapy w skali 1:200 na podkładzie ortofotomapy: po lewej – z pikselem terenowym 25 cm, po prawej – z pikselem terenowym 40 cm*

Zdjęcia powinny być wykonane w dni słoneczne i bezchmurne, w czasie, gdy długość cieni nie jest większa od wysokości rejestrowanych przedmiotów terenowych. Dopuszcza się wykonanie zdjęć w dni pochmurne (wymagane jest pełne pokrycie), przy pułapie chmur wyższym od wysokości fotografowania (na podstawie wytycznych technicznych K–2.7 opisujących zasady wykonywania prac fotolotniczych – wydawnictwo GUGiK) – są to tzw. zdjęcia bezcieniowe. Można odstąpić od tych warunków przy pozyskiwaniu materiałów po wystąpieniu szkody, gdy trzeba szybko oszacować wielkość strat. W takich sytuacjach najważniejsze jest, by zdjęcia pozwalały na lokalizację zjawisk nas interesujących, np. określenie zasięgu uszkodzeń. To jest główny cel, usprawie-

dliwiający pominięcie niektórych ogólnych wytycznych niedotyczących sytuacji klęskowych.

Przy wykonywaniu zdjęć lotniczych wykorzystywanych do tworzenia ortofotomapy należy zwrócić szczególną uwagę na odpowiednie pokrycie podłużne zdjęć i poprzeczne ich szeregów, które powinno wynosić odpowiednio 60% i 30%. W uzasadnionych przypadkach można zwiększyć pokrycie poprzeczne, zwłaszcza gdy wykonuje się zdjęcia o pikselu mniejszym niż 20 cm, na terenach o urozmaiconej rzeźbie, lub w celu ograniczenia zjawiska „kładzenia się" drzew, głównie na łączeniach między szeregami zdjęć. Warto jednak zauważyć, że zwiększenie pokrycia poprzecznego spowoduje zwiększenie kosztu wykonania ortofotomapy.

W przypadku zlecania zdjęć wcześniej zaplanowanych (np. do celów urządzania lasu, które powinny być wykonane w roku poprzedzającym taksację) należy wymagać, aby były robione za pomocą kamer cyfrowych w czterech kanałach: czerwonym (R), zielonym (G), niebieskim (B) i bliskiej podczerwieni (IR). W sytuacji klęskowej, kiedy istotny jest czas i nie można wykorzystać kamery fotogrametrycznej, dopuszcza się rejestrację tylko w kanałach RGB.

Opracowana ortofotomapa powinna być dostarczona w układzie współrzędnych PUWG 1992, zgodnym ze Standardem Leśnej Mapy Numerycznej (SLMN), w kroju arkuszy map topograficznych w skali 1:5000, wraz z indeksem arkuszy z formie warstwy SHP. Taki format i przygotowanie mapy ułatwiają jej późniejsze wykorzystanie, np. na podstawie indeksu arkuszy, do projektów map tworzonych w oprogramowaniu GIS będzie można dodawać tylko potrzebne arkusze ortofotomapy, zamiast każdorazowego wczytywania całej mapy lub chaotycznego poszukiwania odpowiedniego pliku. Ze względu na możliwe przyszłe zastosowania, oprócz mapy w formie trójkanałowych plików GeoTiff (kanały RGB), warto zamówić jednocześnie ortofotomapę w barwach umownych (CIR) i (lub) w formie czterokanałowych plików GeoTiff. Z podobnych względów do listy produktów zamawianych z ortofotomapą warto dołączyć zdjęcia cyfrowe czterokanałowe (R, G, B, IR) wraz z plikami aerotriangulacji w formacie Intergraph ISAT oraz czterokanałowe ortoobrazy w formacie GeoTiff bez kompresji, które mogą być wykorzystane do analiz teledetekcyjnych. Listę produktów zamykają numeryczny model terenu, który był wykorzystany do opracowania ortofotomapy, oraz sprawozdanie techniczne z wykonania prac.

Na następnych stronach przedstawiono warunki techniczne do wykonania ortofotomapy wraz z listą produktów zamawianych dodatkowo na potrzeby PUL, jako wzorcowy przykład „Opisu przedmiotu zamówienia" na zlecenie ortofotomapy.

I. Projekt warunków technicznych na wykonanie ortofotomapy do celów urządzania lasu:
1. Zdjęcia należy wykonać dla całego zasięgu terytorialnego Nadleśnictwa …….. (ok. …… tys. ha) powiększonego o pas szerokości minimum 100 m od granicy zasięgu tego obszaru.
2. Zdjęcia należy wykonać z pokryciem podłużnym 60%, poprzecznym 30%.
3. Wielkość piksela: nie więcej niż 40 cm.
4. Dopuszczalny średni błąd kwadratowy położenia punktów kontrolnych 1,2 m*.
5. Zdjęcia cyfrowe w zakresie czterech kanałów pasma widzialnego (RGB) i bliskiej podczerwieni (NIR).
6. Układ współrzędnych PUWG 1992.
7. Wymagania dotyczące wykonania nalotu fotogrametrycznego:
   a. termin nalotu czerwiec–sierpień 20…. r.,
   b. kąt padania promieni słonecznych >30°,
   c. bezchmurna pogoda.
8. Ortofotomapę należy dostarczyć w kroju arkuszy map topograficznych w skali 1:5000 wraz z indeksem arkuszy.

* Należy określić na podstawie tabeli 4.2 w przykładzie: 3×0,40 m – teren o spadkach powyżej 6°.

II. Produkty dla zamawiającego:
1. Ortofotomapa RGB – format GeoTIFF z kompresją JPEG stopniu kompresji q=4.
2. Ortofotomapa CIR – format GeoTIFF z kompresją JPEG stopniu kompresji q=4.
3. Zdjęcia cyfrowe czterokanałowe* – format TIFF bez kompresji wraz z plikami aerotriangulacji w formacie Intergraph ISAT.
4. Ortoobrazy 4-kanałowe – format GeoTIFF bez kompresji.
5. Numeryczny Model Terenu – format SHP.
6. Linie mozaikowania ortoobrazów do ortofotomapy (czyli linie zszycia, łączenia kolejnych zdjęć nalotu) – format SHP.
7. Sprawozdanie techniczne z wykonanych prac (minimalna zawartość została określona w załączniku nr 1 do projektu warunków technicznych).
8. Cztery oddzielne zestawy produktów – przeznaczone po jednym dla Nadleśnictwa i Wykonawcy PUL oraz dwa dla RDLP, dostarczone na osobnych nośnikach cyfrowych (dla każdego zestawu) w postaci dysków zewnętrznych HDD 2,5” zasilane oraz interfejs – USB 2.0, pojemność min. 320 GB.

* Zdjęcia mające referencję przestrzenną określoną na podstawie położenia środków rzutów (GPS) i danych INS.

Załącznik nr 1: Projekt sprawozdania

1. Sprawozdanie techniczne
   - 1.1. Techniczne dane formalno-prawne
     - 1.1.1. Zamawiający
     - 1.1.2. Wykonawca
     - 1.1.3. Przedmiot zlecenia
     - 1.1.4. Lokalizacja obiektu
     - 1.1.5. Termin realizacji
     - 1.1.6. Skład zespołu opracowującego
   - 1.2. Warunki techniczne zamawiającego
   - 1.3. Informacje szczegółowe
     - 1.3.1. Opis projektu
     - 1.3.2. Pozyskane materiały
     - 1.3.3. Wykorzystany sprzęt
     - 1.3.4. Wykorzystane oprogramowanie
     - 1.3.5. Czynności pomiarowe oraz kolejność prac
     - 1.3.6. Uzyskane dokładności
     - 1.3.7. Materiały przekazane Zamawiającemu
   - 1.4. Szkic prezentujący lokalizację obiektu
   - 1.5. Podstawa prawna wykonania zamówienia
     - 1.5.1. Umowa
     - 1.5.2. Obowiązujące normy prawne
     - 1.5.3. Obowiązujące instrukcje techniczne
2. Wykonanie zdjęć fotogrametrycznych
   - 2.1. Szczegółowe warunki techniczne
     - 2.1.1. Dane techniczne projektu lotu fotogrametrycznego
     - 2.1.2. Wymagania dotyczące wykonania nalotu fotogrametrycznego
     - 2.1.3. Opis przebiegu prac
     - 2.1.4. Wykaz załączników
   - 2.2. Plan nalotu
3. Polowa osnowa fotogrametryczna
   - 3.1. Szczegółowe warunki techniczne
     - 3.1.1. Rodzaj i rozmieszczenie osnowy polowej
     - 3.1.2. Technologia pomiaru
     - 3.1.3. Wykaz załączników
   - 3.2. Szkic rozmieszczenia fotopunktów
4. Aerotriangulacja
   - 4.1. Charakterystyka wykonanej aerotriangulacji
     - 4.1.1. Opis przebiegu prac
     - 4.1.2. Wykaz załączników
   - 4.2. Uzyskane dokładności pomiarów

5. Numeryczny Model Terenu
   5.1. NMT – dane techniczne
   5.2. Kontrola NMT
   5.3. Wykaz załączników

W przypadku zamawiania ortofotomapy do oszacowania strat po uszkodzeniu drzewostanu można zmienić wymagania dotyczące np. warunków pogodowych, zastosowanej kamery (innej niż fotogrametryczna) czy skrócenia czasu wykonania i przetworzenia zdjęć. Zamiast ortofotomapy można także zamówić ortofotoszkic, który jest wprawdzie opracowaniem o nieco niższej jakości (dokładności), ale o mniejszej czasochłonności wykonania, co może mieć znaczenie, gdy istotne jest szybkie uzyskanie materiału do przeprowadzenia analizy strat.

4.1.2. Odbiór

W pierwszym etapie odbioru dostarczonej ortofotomapy należy sprawdzić zgodność dostarczonych produktów ze specyfikacją.

4.1.2.1. Analiza sprawozdania technicznego z wykonania ortofotomapy

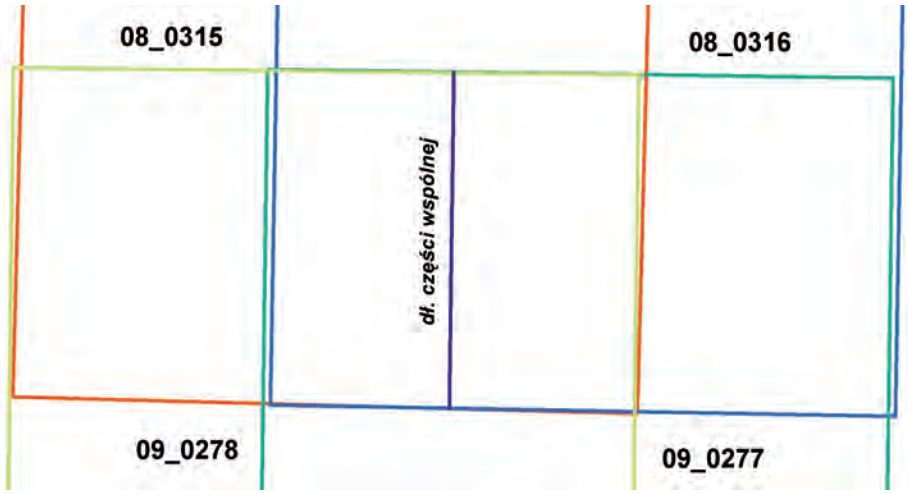
W sprawozdaniu należy sprawdzić, czy data wykonania nalotu jest zgodna z wymaganym w zamówieniu terminem. W projekcie nalotu trzeba się upewnić, czy cały obiekt został pokryty zdjęciami z wymaganym pokryciem poprzecznym i podłużnym oraz sprawdzić, czy uzyskana dokładność z aerotriangulacji i numerycznego modelu terenu mieści się w granicach dopuszczalnych błędów. W końcu dokumentu powinien znajdować się punkt dotyczący wykonania ortofotomapy oraz informacja o dokładności uzyskanej na punktach kontrolnych. Jeżeli wszystkie elementy spełniają wymagania, można przejść do kolejnego etapu odbioru. Na tym etapie warto przeanalizować linie mozaikowania i zweryfikować, czy zdjęcia tworzące ortofotomapę nie są względem siebie przesunięte lub nie występują między nimi zbyt duże różnice tonalne. Ten element może być również sprawdzony podczas etapu związanego z kontrolą pokrywania się obiektów na mapie numerycznej nadleśnictwa z obiektami na ortofotomapie.

4.1.2.2. Sprawdzenie pokrycia podłużnego i poprzecznego zdjęć

Zgodnie z wytycznymi K-2.7, przez pokrycie należy rozumieć procent nakładania się dwóch zdjęć – przy pokryciu podłużnym kolejnych zdjęć w szeregu, a przy pokryciu poprzecznym – zdjęć z dwóch sąsiadujących szeregów. W celu sprawdzenia pokrycia najlepiej wybrać kilka sąsiadujących zdjęć z dwóch szeregów (zdjęcia cyfrowe RGB punkt 3. z listy produktów) i dodać je do aplikacji GIS. Następnie utworzyć warstwę poligonową z co najmniej jednym atrybutem do przechowania numeru zdjęcia (np. NR_ZDJ–text (15)). W warstwie tej obrysować kontury kolejnych zdjęć, przypisując poszczególnym poligonom numery zdjęć w polu atrybutu do tego przygotowanym. W czasie obrysowywania dla ułatwienia najlepiej jest mieć włączoną widoczność tylko jednego zdjęcia (ryc. 4.4). Po zakończeniu rysowania konturów można zaprezentować warstwę tylko konturami poligonów w taki sposób, aby każdy miał inny kolor. Działanie takie pozwoli sprawnie pomierzyć nakładanie się zdjęć. Następnie, aby obliczyć pokrycie podłużne, należy pomierzyć szerokość każdego poligonu i szerokość pasa wspólnego ze zdjęciem następnym (ryc. 4.5 i 4.6). Wyniki pomiarów najlepiej zapisać w arkuszu kalkulacyjnym, co ułatwi wyliczenie pokrycia (tab. 4.1). Analogicznie postępujemy, analizując pokrycie poprzeczne. Zgodnie z instrukcją K-2.7, za graniczną wartość pokrycia podłużnego, przy projektowanym 60% pokryciu, należy przyjąć wartość 54% dla nie więcej niż 10% zdjęć w szeregu. Dla pokrycia poprzecznego, przy planowanym 30%, za dopuszczalne należy przyjąć 27% (90% wartości planowanego pokrycia poprzecznego). Jeśli zdjęcia były wykonywane z użyciem GNSS i systemu INS do rejestracji środków rzutów, to wystarczy sprawdzić tylko kilka zdjęć w szeregu i między szeregami oraz przejrzeć, czy nie brakuje zdjęć w szeregach. Takie sprawdzenie jest wystarczające, gdyż aparatura cyfrowa kontroluje wykonywanie zdjęć podczas lotu i jeśli ten został dobrze zaplanowany, pokrycie niewiele się zmienia pomiędzy poszczególnymi zdjęciami (tab. 4.1).

Ryc. 4.4. *Obrysowane kontury zdjęć lotniczych*

Ryc. 4.5. *Pomiar długości części wspólnej do obliczenia pokrycia podłużnego – zdjęcia sąsiadujące w jednym szeregu*



Ryc. 4.6. *Pomiar długości części wspólnej do obliczenia pokrycia poprzecznego – zdjęcia sąsiadujące z dwóch szeregów*

Tabela 4.1. Obliczenie pokrycia podłużnego

Numer zdjęcia	Szerokość (m)	Numer zdjęcia sąsiedniego	Długość części wspólnej (m)	% pokrycia
08_0315	3036	08_0316	1807	*59,5*
08_0316	3036	08_0317	1807	*59,5*
08_0317	3036	08_0318	1808	*59,6*
08_0318	3037	08_0319	1810	*59,6*

4.1.2.3. Sprawdzenie jakości zdjęć i ortofotomapy

W tym etapie przeglądamy zdjęcia, a następnie ortofotomapę. pod kątem występowania na nich chmur, dymów oraz długości i wielkości cieni. Sprawdzamy również intensywność barw naturalnych (R, G, B) oraz kanału podczerwieni (IR) lub ortofotomapy w kompozycji CIR. Jeżeli z różnych względów zdjęcia wykonano wczesną wiosną (maj, kwiecień) lub jesienią (wrzesień, październik), należy spodziewać się obecności wody w atmosferze, co powoduje pogorszenie kontrastu odfotografowanych obiektów zarówno w zakresie światła widzialnego, jak i w podczerwieni. Osłabiony kontrast nie jest powodem do odrzucenia pracy, gdy głównym celem pozyskania ortofotomapy jest wsparcie procesu taksacji lub oszacowanie strat ilościowych po klęsce, a obiekty na zdjęciach (ortofotomapie) można jednoznacznie zidentyfikować.

4.1.2.4. Sprawdzenie pokrywania się obiektów na mapie numerycznej nadleśnictwa z obiektami na ortofotomapie na przykładzie wydzieleń i oddziałów

Dokładność ortofotomapy można wstępnie sprawdzić poprzez analizę przebiegu granic wydzieleń czy też oddziałów leśnej mapy numerycznej (LMN) z ich przebiegiem na ortofotomapie. Należy jednak mieć świadomość dokładności terenowej, z jaką są wkreślane wydzielenia na LMN. Dlatego najlepiej skoncentrować się na granicy kompleksów leśnych w zarządzie Lasów Państwowych z użytkami będącymi poza zarządem Lasów Państwowych. W takich przypadkach granica wydzielenia lub oddziału jest zbieżna z granicą działki ewidencyjnej, która jest wrysowana w LMN z większą dokładnością niż granice wydzieleń. Takie sprawdzenie wykonuje się dla całego obszaru ortofotomapy.

Przy okazji przeglądania mapy pod kątem jakości zdjęć i dokładności należy zwrócić uwagę na miejsca łączenia zdjęć, zwłaszcza na wyraźne szczegóły liniowe, pod kątem przesunięcia pikseli. Zgodnie z „Zasadami wykonywania ortofotomap w skali 1:10 000” odchyłka nie powinna przekraczać podwójnej wartości piksela wynikowego, sporadycznie może osiągać wartość trzech pikseli.

4.1.2.5. Sprawdzenie dokładności ortofotomapy na podstawie pomiaru fotopunktów za pomocą odbiornika GNSS

Bezwzględne błędy geometryczne ortofotomapy sprawdza się na podstawie danych pozyskanych z wiarygodnego niezależnego źródła. Najlepiej w terenie wykonać pomiar, za pomocą odbiornika GPS, wcześniej wybranych na mapie elementów o charakterze punktowym łatwo identyfi-

kowalnych w terenie, np.: załamania krawędzi dróg, narożniki parkingów, studzienki kanalizacyjne itp. Pomiar kontrolny należy wykonać z dokładnością co najmniej dwukrotnie większą od zakładanej dokładności ortofotomapy. Dla ortofotomapy o pikselu terenowym wielkości 40 cm maksymalny błąd w terenie o spadkach powyżej 6° wynosi 120 cm – zgodnie z tab. 4.2. Wymaganą dokładność pomiaru zapewniają odbiorniki GPS L1 z korekcją DGPS, np. z sieci ASG-EUPOS, przy zastosowaniu usługi KODGIS. Należy również pamiętać o wykonywaniu pomiarów w czasie, kiedy almanach będzie wskazywał odpowiednią liczbę satelitów i PDOP poniżej 6. Można przyjąć, że liczba mierzonych punktów kontrolnych to 10% liczby zdjęć wykorzystanych do opracowania ortofotomapy.

Tabela 4.2. Dopuszczalne błędy położenia szczegółów sytuacyjnych na ortofotomapie o wielkości piksela od 5 do 50 cm

Teren o spadkach	do 2°	od 2° do 6°	ponad 6°
Dopuszczalna wartość błędu średniego ortofotomapy [wielokrotność piksela terenowego]	2	2,5	3

Po wybraniu szczegółów do pomierzenia na ortofotomapie konieczne jest udanie się w teren i pomiar wybranych obiektów. Uzyskane wyniki pomiarów należy przedstawić w formie punktów na mapie z podkładem ortofotomapy, za odchyłkę (d) przyjmując odległość pomiędzy pomierzonym położeniem elementu a położeniem tego elementu na ortofotomapie.

Ryc. 4.7. *Wynik pomiaru kontrolnego zakończenia krawężnika; żółty punkt to lokalizacja tego zakończenia pomierzona za pomocą GPS, czerwona linia przedstawia odchyłkę*

Rycina 4.7 przedstawia wynik pomiaru kontrolnego zakończenia krawężnika na parkingu: żółty punkt to pomierzona za pomocą odbiornika GNSS lokalizacja uznana za rzeczywistą, czerwona opisana linia oznacza odchyłkę. Odchyłki (*d*) należy wrysować w przygotowaną liniową warstwę SHP i opisać atrybutami: numer pomiaru kontrolnego oraz długość odcinka w metrach – wartość odchyłki.

Z pomierzonych odległości obliczamy średni błąd kwadratowy (RMSE) ortofotomapy m_{orto}, wyrażony wzorem:

$$m_{orto} = \sqrt{\frac{\sum dd}{n}}$$

gdzie:
d – wartość pomierzonych odchyłek,
n – liczba pomierzonych odchyłek.

W tabeli 4.3 zaprezentowano sposób obliczenia średniego błędu kwadratowego ortofotomapy m_{orto} na podstawie pomierzonych punktów kontrolnych. W analizowanym przypadku uzyskany błąd (0,87 m) jest mniejszy od dopuszczalnego (1,2 m), zatem ortofotomapa spełnia kryteria wymaganej dokładności.

Tabela 4.3. Obliczenie średniego błędu kwadratowego ortofotomapy

Nr punktu	Odchyłka *d*	*dd*
1	1,13	1,2769
2	0,76	0,5776
3	0,83	0,6889
4	0,45	0,2025
5	0,69	0,4761
6	0,97	0,9409
7	1,03	1,0609
8	0,96	0,9216
9	0,85	0,7225
Σdd		6,8679
$m_{orto\ (RMSE)}$	$(\Sigma dd/9)^{-2}$	0,87

Jeżeli wyniki wszystkich wykonanych kontroli są pozytywne, to ortofotomapę uznaje się za wykonaną zgodnie z zamówieniem i obowiązującymi normami. Etapem końcowym jest sporządzenie protokołu odbioru, w którym potwierdza się wykonanie produktu zgodnie z zamówieniem. Jako załączniki do protokołu można dołączyć wyniki z poszczególnych etapów kontroli.

Projekt przykładowego protokołu:

Protokół odbioru ortofotomapy wykonanej zgodnie z umową ……. z dnia …….. roku.

Odbioru w dniu …… r. w siedzibie Nadleśnictwa ……...……. dokonali:
……..
……..

W ramach odbioru sprawdzono następujące elementy zamówienia:

1. Warunki techniczne:
   1) zdjęcia należy wykonać dla całego zasięgu terytorialnego Nadleśnictwa ……. (ok. …… ha), zasięg określony w Zarządzeniu Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych nr ……z dnia …….. r. – **opracowanie wykonano dla pełnego zasięgu Nadleśnictwa**
   2) zdjęcia należy wykonać z odpowiednim pokryciem (pokrycie podłużne 60%, pokrycie poprzeczne 30%) – **pokrycie zgodne z wymaganym**
   3) wielkość piksela: nie więcej niż 40 cm **– wielkość piksela zgodna z wymaganą**
   4) zdjęcia cyfrowe w zakresie 4 kanałów: pasma widzialnego (RGB) oraz bliskiej podczerwieni (CIR) – **zdjęcia wykonano w 4 kanałach**
   5) układ odniesienia: PUWG 1992 – **ortofotomapę dostarczono w układzie UTM z parametrami umożliwiającymi prawidłowe wyświetlanie w układzie PUWG 1992**
   6) zdjęcia wykonane o takim czasie i pogodzie, by chmury nie przesłaniały obrazu oraz nie tworzyły cieni – **wykonano prawidłowo**
   7) ortofotomapę należy dostarczyć w kroju arkuszy skali 1:5000 wraz z indeksem arkuszy – **produkty dostarczono**
2. Produkty dla Zamawiającego:
   a. trzy zestawy danych:
      1) zdjęcia 4-kanałowe w jednym pliku (R, G, B, IR) po ortorektyfikacji, bez wyrównania tonalnego i mozaikowania – **dostarczono**
      2) ortofotomapa barwna w kompozycji barw nienaturalnych z kanałem podczerwonym (CIR) z kompresją JPEG – **dostarczono**

3) ortofotomapa barwna w kompozycji barw naturalnych (RGB) z kompresją JPEG – **dostarczono**

b. Numeryczny Model Terenu (NMT) wykorzystany do opracowania ortofotomapy – **dostarczono**

c. sprawozdanie techniczne z wykonanych prac – **dostarczono**

d. zdjęcia wraz z plikami aerotriangulacji w formacie Intergraph ISAT – **dostarczono**

e. zestawy dokumentacji teledetekcyjnej: 4 szt. – przeznaczone po jednym dla Nadleśnictwa i Wykonawcy PUL oraz dwa dla RDLP, dostarczone na osobnych nośnikach cyfrowych (dla każdego zestawu) w postaci dysków zewnętrznych HDD 2,5", zasilanie oraz interfejs – USB 2.0, pojemność min. 320 GB – **dostarczono**

f. format plików: GeoTIFF+TFW – **dostarczono pliki w wymaganym formacie**

3. W ramach odbioru wykonano pomiary fotopunktów w terenie – uzyskana dokładność położenia fotopunktów w granicach dopuszczalnej tolerancji.
4. Załączniki.

4.2. Wprowadzenie do analiz teledetekcyjnych obszarów leśnych

EMILIA WIŚNIEWSKA

Jak już zostało wcześniej opisane („Geomatyka... Część I. Podstawy", rozdz. 14), do niektórych czynności wykonywanych w ramach urządzania lasu, a także do rozwiązywania problemów związanych z innymi dziedzinami leśnictwa można wykorzystywać metody teledetekcyjne.

Fotogrametria i teledetekcja to dziedziny zajmujące się określaniem położenia, wymiarów i kształtu obiektów, a także wykrywaniem, rozpoznawaniem i charakterystyką obiektów, procesów i zjawisk na podstawie zdjęć. Fotogrametrię należy łączyć z takimi zadaniami, jak odtwarzanie kształtów, rozmiarów i wzajemnego położenia obiektów w terenie, a więc obejmuje metody pomiaru terenu i/lub obiektów przestrzennych na podstawie ich zdjęć i uzyskiwanie dla tych obiektów współrzędnych (x, y). Pracując na modelu stereoskopowym bądź na danych z lotniczego skaningu laserowego, można uzyskać współrzędną wysokościową (z). Teledetekcja natomiast ukierunkowana jest na zdalne pozyskanie, przetwarzanie i interpretowanie informacji jakościowych o obiektach, zjawiskach i procesach na powierzchni Ziemi. W leśnictwie te dwie dziedziny geomatyki – fotogra-

metria i teledetekcja – przenikają się, gdyż z jednej strony interesuje nas geometria obiektów leśnych, a z drugiej – treść zdjęcia i jego interpretacja, na przykład wybranych elementów taksacyjnych.

Metody teledetekcyjne mogą niejednokrotnie wspomagać „tradycyjne" metody stosowane w leśnictwie, a czasem nawet je zastępować. Podejmując decyzję o wykorzystaniu zdjęć lotniczych lub satelitarnych, należy zapoznać się ze specyfikacją (parametrami) danego materiału, aby ustalić, jakie elementy lasu będzie można na ich podstawie analizować i jaką będą one miały szczegółowość i dokładność.

Choć przebieg prac związanych z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych został już opisany w „Geomatyce... Część I. Podstawy", to warto podkreślić raz jeszcze, że wybór typu zobrazowań do analiz środowiska zależy przede wszystkim od:

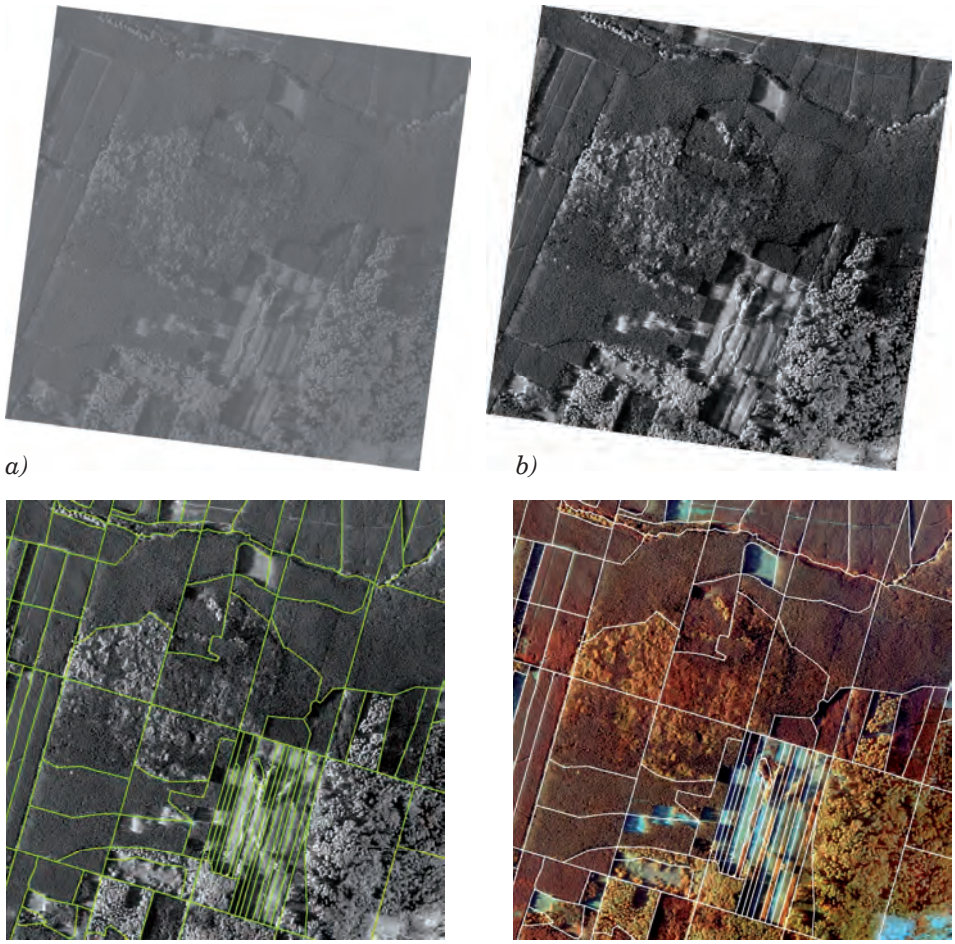
- celu opracowania,
- skali mapy, która ma być zakończeniem opracowania lub też skali (szczegółowości) innych danych przestrzennych, do jakich odnosić się będzie dane zobrazowanie,
- dostępności zdjęć z określonego terminu.

Sama analiza teledetekcyjna polega na przetwarzaniu obrazu oraz jego interpretacji wizualnej lub klasyfikacji cyfrowej. Wybór metod przetwarzania zdjęcia zależy od różnych czynników, takich jak: cel opracowania, specyfika zjawisk, jakie chcemy kartować, narzędzia i czas, jakim dysponujemy na przeprowadzenie analizy. W związku z tym procedury postępowania mogą się różnić. Niemniej, jak to opisano w podrozdziale 14.4 „Geomatyka... Część I. Podstawy", można wymienić trzy grupy operacji przetwarzania obrazu: korekcje radiometryczne, korekcje geometryczne i operacje zmierzające do wydobycia maksimum treści o obiekcie interesującym interpretatora.

Tak przygotowane zdjęcie (lub poszczególne kanały) poddaje się następnie interpretacji wizualnej lub klasyfikacji cyfrowej. Schematy przetwarzania i analiz teledetekcyjnych zostały przestawione w „Geomatyce... Część I. Podstawy", w podrozdziale 14.4.

Tytuł niniejszej publikacji: „Geomatyka Lasów Państwowych. Część II. Poradnik praktyczny" wskazuje, że w głównej mierze powinny się tu znaleźć wskazówki praktyczne w stosowaniu rozwiązań geomatycznych w jednostkach LP, dlatego, omawiając pozyskiwanie informacji ze zdjęć lotniczych i satelitarnych, odniesiono się przede wszystkim do materiałów, jakie najczęściej wykorzystuje się w jednostkach LP, czyli ortofotomapy. Jak już opisano w podrozdziale 14.2.6 w podręczniku „Geomatyka ... Część I. Podstawy", ortofotomapa to dane przetworzone w stosunku do surowych zdjęć zarejestrowanych z pułapu lotniczego lub satelitarnego. Są one materiałem kartometrycznym, który ma na całej swej powierzchni jednolitą skalę oraz ma odniesienie przestrzenne umożliwiające wyświetlanie i analizowanie danych rastrowych wraz z innymi warstwami w aplikacjach GIS.

W odniesieniu do zdjęć lotniczych, które najczęściej są wykonywane z dużym pokryciem podłużnym umożliwiającym trójwymiarową obserwa-



Ryc. 4.8. *Etapy przetwarzania zdjęć: a – obraz surowy, b – obraz po korekcji radiometrycznej, c – obraz po korekcji geometrycznej z nałożonymi granicami drzewostanów, d – obraz wielospektralny – przetworzona kompozycja barwna w barwach nierzeczywistych z nałożonymi granicami drzewostanów*

cję dwóch kolejnych zdjęć wykonanych podczas nalotu, poprzez interpretację treści zdjęć można by uzyskiwać bardziej szczegółowe i dokładniejsze wyniki niż przy analizie płaskiego obrazu ortofotomapy. Prowadzenie tego typu obserwacji wymaga jednak przeszkolenia wykonawcy i specjalistycznych narzędzi (aplikacji). Za to analiza płaskiego obrazu ortofotomapy jest możliwa w aplikacjach GIS wykorzystywanych w LP. W niniejszym podrozdziale skupiono się więc przede wszystkim na pozyskiwaniu informacji z danych teledetekcyjnych z wykorzystaniem programów stosowanych

w LP. Niemniej należy pamiętać, że o wiele więcej informacji w porównaniu do ortofotomapy przyniosłaby analiza modelu stereoskopowego i analiza zarówno geometrii obiektów, jak i elementów taksacyjnych w przestrzeni trójwymiarowej.

Odnosząc się przede wszystkim do analiz w przestrzeni dwuwymiarowej, w jakiej sporządzona jest ortofotomapa, starano się zwrócić uwagę na niektóre elementy związane ze specyfiką zdjęć lotniczych, które są realizowane w rzucie środkowym, a nie ortogonalnym. Fakt ten może powodować, w niektórych przypadkach, pewne rozbieżności w geometrii tych samych obiektów na ortofotomapie i na warstwach LMN. Oczywiście na liczbę i szczegółowość informacji pozyskiwanych ze zdjęć ma wpływ, oprócz geometrii, także zakres promieniowania elektromagnetycznego, który na nich zarejestrowano, oraz inne czynniki, np. termin wykonania zdjęć.

Obecnie dostęp do ortofotomap lotniczych i satelitarnych, dzięki m.in. internetowym serwisom mapowym, jest coraz powszechniejszy. Trzeba jednak pamiętać, że zdjęcia wykorzystywano jako źródła informacji o stanie środowiska już od wielu lat, choć nie tak powszechnie jak obecnie. Doświadczenia prac badawczych w latach minionych, pomimo że najczęściej były wykonywane na materiałach analogowych, mogą dziś posłużyć jako wskazówki przy wykonywaniu interpretacji ze zdjęć treści istotnych dla prowadzenia gospodarki leśnej.

W Polsce pierwsze opracowania związane z inwentaryzacją stanu lasu przeprowadzano w latach 70. XX wieku. Do fotointerpretacji wykorzystywano barwne zdjęcia w podczerwieni, nazywane również zdjęciami spektrostrefowymi lub CIR (*Color InfraRed*). Na ich podstawie wykonywano m.in. mapy fotointerpetacyjne przedstawiające strefy zagrożenia przemysłowego drzewostanów sosnowych będących pod wpływem działania zakładów przemysłowych (Bychawski i in. 1977). Wykonywano również, na podstawie zdjęć lotniczych, opracowania dotyczące lasów dotkniętych gradacjami owadów. Dokonano m.in. oceny zniszczeń spowodowanych gradacją paprocha cetyniaka w 1975 r. w Puszczy Augustowskiej oraz gradacją brudnicy mniszki na początku lat 80. w Borach Tucholskich (Bychawski i in. 1988). Teledetekcja przez wiele lat wspomagała kompleksowe badania degradacji środowiska w Sudetach Zachodnich, poprzez opracowanie map szaty leśnej z wykorzystaniem zdjęć najpierw lotniczych, a następnie satelitarnych (Zawiła-Niedźwiecki 1994).

Wymienione opracowania były wykonywane tylko dla wybranych fragmentów lasów. Kierując się wcześniej uzyskiwanymi wynikami, w 1984 r. opracowano w Ośrodku Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych – OPOLiS (działającym w Instytucie Geodezji i Kartografii) technologię wraz ze szczegółowymi warunkami technicznymi, wykonywania inwentaryzacji zdrowotnego i sanitarnego stanu lasu na podstawie barwnych zdjęć lotniczych w podczerwieni (Bychawski i in. 1984). Technologia ta została wdrożona w dwóch przedsiębiorstwach geodezyjno-kartograficznych, które

w latach 1984–1985 wykonały tego typu opracowania na około 60 tys. ha powierzchni leśnych.

Trudny dostęp do zdjęć spowodował, że wyniki tych badań i przedstawione opracowania na temat warunków technicznych wykonywania i interpretacji zdjęć lotniczych do oceny stanu lasu nie znalazły zastosowania w codziennej praktyce. Dopiero wtedy, gdy dane teledetekcyjne i mapy straciły w większości przypadków status informacji niejawnych oraz zostały uruchomione misje satelitów teledetekcyjnych o wysokiej rozdzielczości, wykorzystanie danych teledetekcyjnych stało się powszechne. Jednocześnie kontynuowano prace badawcze, które poszerzały wiedzę i dostosowywały metody wykorzystania zdjęć w leśnictwie (Miścicki 2007; Zawiła-Niedźwiecki, Zasada 2008).

Spośród informacji o obszarach leśnych, które można uzyskać ze zdjęć, należy wymienić dwie kategorie:

- I – pozwalająca opisać stan powierzchni obszaru leśnego, np. strukturę gatunkową i wiekową, zwarcie pułapu koron, występowanie luk, zwartość kompleksu leśnego itp.;
- II – pozwalająca opisać jakościowy stan koron drzew, przejawiający się zasobnością koron w liście lub igły oraz ich barwą, a także formą koron. Aby w sposób wymierny interpretować spektrostrefowe zdjęcia lotnicze lasu, opracowano metodę polegającą na posługiwaniu się liczbowymi wskaźnikami, określanymi w wyniku obserwacji modelu stereoskopowego, a charakteryzującymi jakość bądź pojedynczych drzew, bądź pewnych fragmentów drzewostanu (Bychawski 1980).

Cechy wymienione w kategorii I nie zawsze muszą dostarczać zdjęcia barwne w podczerwieni. Informacje te można również pozyskać ze zdjęć w barwach naturalnych, zdjęć panchromatycznych (czarno-białe w zakresie widzialnym) lub czarno-białych w podczerwieni. Druga kategoria wymaga już jednak wykorzystania zdjęć, które umożliwiają ocenę stanu aparatu asymilacyjnego, a więc zdjęć pokazujących odbicie promieniowania elekromagnetycznego od drzew czy fragmentów drzewostanów, w zakresie bliskiej podczerwieni i wybranych zakresów promieniowania widzialnego, a więc w technice barwnych zdjęć w podczerwieni (CIR).

Znamienną cechą zdjęć wykorzystujących bliską podczerwień jest możliwość rozróżniania na nich barwy roślinności związanej z różnicami w budowie aparatu asymilacyjnego drzew, a także pogarszania się ich kondycji (głównie drzew iglastych). Dzięki takim zobrazowaniom można nie tylko odróżnić drzewa liściaste od iglastych, ale też zebrać informacje o: gatunkach budujących drzewostan, występowaniu martwych i uszkodzonych drzew w drzewostanie, zróżnicowaniu kondycji drzew żyjących, występowaniu częściowych uszkodzeń w koronach drzew, udatności nowych nasadzeń. Wykonanie tak szczegółowej analizy wymaga prowadzenia interpretacji na dobrych jakościowo zdjęciach o odpowiednio dużej skali, wykonanych we właściwej fazie fenologicznej roślin (znacząco wpływającej na barwę i jasność spektralną roślin) oraz w odpowiedniej porze dnia (wysokości Słońca).

Warunki, w jakich należy wykonywać zdjęcia lotnicze, opisano wcześniej w rozdz. 4.1., a także w podręczniku „Geomatyka w Lasach Państwowych. Część I. Podstawy" (rozdz. 14.6. „Specyfika fotogrametrii leśnej"). Określano je również w innych artykułach, raportach i sprawozdaniach omawiających projekty, w ramach których przeprowadzano inwentaryzację lasu na podstawie spektrostrefowych zdjęć lotniczych. Tego typu specyfikacja została przedstawiona m.in. w sprawozdaniu z realizacji tematu badawczego: „Urządzanie obrębu leśnego z wykorzystaniem zdjęć lotniczych", wykonywanego na zlecenie DGLP w Katedrze Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leś-nictwa SGGW pod kierunkiem prof. S. Miścickiego. Wymagania dotyczące wykonawstwa zdjęć lotniczych pod kątem wykonania prac urządzeniowych scharakteryzowano następująco:

– materiał: barwny uczulony na podczerwień,
– skala: od 1:7000 do 1:12 000 (najlepiej 1:8000),
– pora wykonania w ciągu roku: najlepiej na początku sezonu z pełnym rozwojem liści wszystkich gatunków drzew (zwykle 20–30 czerwca na nizinach, 1–10 lipca w górach)[1],
– pora dnia: godzina 10–12,
– ogniskowa obiektywu kamery: ok. 300 mm (najlepiej obiektyw nadnormalnokątny) lub ok. 210 mm (obiektyw normalnokątny); wykluczona ok. 150 mm (obiektyw szerokokątny); w przypadku kamer cyfrowych: pokrycie umożliwiające uzyskanie efektu jak ze wskazanych obiektywów[2],
– pokrycie zdjęć: podłużne – co najmniej 60%, poprzeczne – 30%,
– kierunek nalotu: wschód–zachód (prostopadły do kierunku cienia); można zmienić o ok. 15 gradów w celu optymalizacji kosztów nalotu lub dopasowania do kierunku przebiegu linii podziału powierzchniowego,
– zdjęcia powinny być możliwie aktualne. Ze względu na organizację prac urządzeniowych należy je wykonać na rok przed pracami terenowymi. Gdy prace terenowe robi się we wrześniu i później, zdjęcia lotnicze można zarejestrować w tym samym roku.

[1] Termin ten nie zawsze musi być tak restrykcyjnie przestrzegany, np. we wcześniejszych opracowaniach dotyczących wykonywania inwentaryzacji zdrowotnego i sanitarnego stanu lasu na podstawie spektrostrefowych zdjęć lotniczych specyfikacje definiowały okres wykonywania zdjęć – od początku czerwca do końca sierpnia. Jak widać, dobór parametrów zdjęć zależy od celu, dla którego są one wykonywane. Jednocześnie, w specyfikacjach, zdjęcia miały być wykonywane w pełnym słońcu, w godz. 10–15, a pokrycie powinno przyjmować następujące wartości: podłużne 60%, poprzeczne 20%. Parametry takie mogą też ulegać zmianie nie tylko ze względu na rodzaj analiz przeprowadzanych z wykorzystaniem zdjęć, ale także ze względu na rozwój technologii i aparatury użytej do wykonania zdjęć oraz technologii związanej z obróbką zdjęć, np. zmiana kamer analogowych na cyfrowe (możliwość jednoczesnej rejestracji więcej niż trzech zakresów spektralnych), rejestracja pozycji samolotu podczas wykonywania zdjęć fotogrametrycznych z wykorzystaniem technologii GPS i INS.

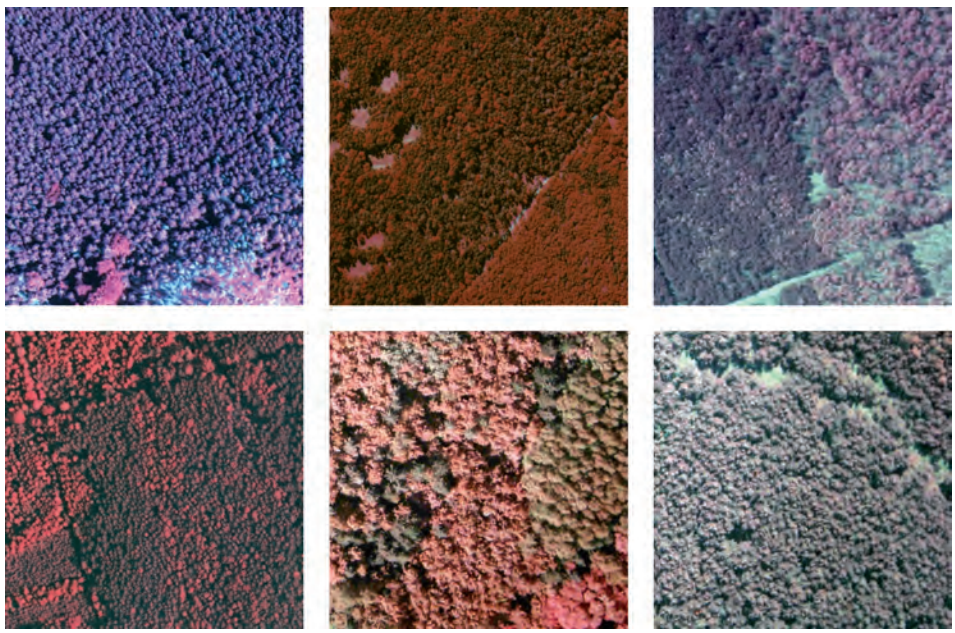
[2] Krótkie ogniskowe nie są zalecane do wykonywania zdjęć terenów zabudowanych, górskich i innych, na których występują wysokie obiekty, np. drzewa. Wysokie obiekty powodują powstawanie tzw. martwych pól, które są tym większe, im jest krótsza ogniskowa. Opis i ilustracja tej zależności znajdują się w Części I tej publikacji (rozdz. 14.2.3 i ryc. 14.2.9).

Przytoczone wymagania zostały przedstawione jako przykład wymagań technicznych ze realizowanego w latach 2004–2007 opracowania dla obrębu Milicz. Można je traktować jako wskazówki definiujące optymalne warunki wykonywania zdjęć lotniczych obszarów leśnych. Istotne w wymienionym projekcie było wykorzystywanie zdjęć zarówno w postaci ortofotomapy, jak i modeli stereoskopowych, które niosą dużo więcej informacji o lesie niż obserwacja obrazu płaskiego. Warto również podkreślić, że analiza zdjęć na potrzeby inwentaryzacji zasobów drzewnych była realizowana przez odpowiednio przeszkolony i zorganizowany zespół wykonawców, co również wpływa na jakość otrzymanych wyników (wiarygodność, szczegółowość, czas opracowania).

Wymagania odnośnie do wykonania zdjęć powinny dla każdego projektu uwzględniać indywidualne, specyficzne uwarunkowania, jakie mają spełnić zobrazowania, aby można było na ich podstawie przeprowadzić planowane analizy teledetekcyjne dla danego obszaru.

Zarówno z wyżej przytoczonego tematu badawczego, jak i z innych opracowań dotyczących wykorzystywania zdjęć do oceny stanu lasu wynika następująca prawidłowość: ocena cech drzewostanów i zjawisk wymaga od interpretatora zdjęć rzetelnej i fachowej ich analizy, a także znajomości zjawisk, jakie na danym terenie występują, oraz znajomości relacji pomiędzy obrazem lasu na zdjęciu a jego charakterystyką terenową. Szczególnie jest to istotne przy ocenie kondycji drzew lub drzewostanów tego samego gatunku. Przy projektach, w których dokonywana jest teledetekcyjna interpretacja zjawisk, niezwykle przydatne są klucze fotointerpetacyjne, czyli fragmenty obrazów z poszczególnymi obiektami (klasami) wraz z ich opisem charakteryzującym typowe cechy rozpoznawcze dla danej klasy. Tego typu wzorce powinny być zweryfikowane podczas wizji lokalnej. Są one przydatne także dla doświadczonych osób zajmujących się fotointerpretacją, by uchwycić wszystkie specyficzne dla danego obszaru elementy, jak też dlatego, że kompozycje barwne wykonane w ramach różnych projektów mogą nieco inaczej prezentować ten sam rodzaj obiektów (ryc. 4.9), nawet gdy wizualizacje stworzone są z kanałów wykonanych w tych samych zakresach spektralnych. Przyczyną może być m.in. wykonanie zdjęć w innym okresie fenologicznym czy zastosowanie innego rodzaju przetworzeń zdjęć (korekcji). Dzięki technologiom cyfrowym wykonawcy zdjęć oraz ortofotomap mają obecnie coraz więcej możliwości wykonywania ich w powtarzalnej i zbliżonej kolorystycznie konwencji. Z drugiej strony, jeśli zdjęcie w nietypowej wizualizacji stwarza możliwość łatwiejszej interpretacji i wyróżnienia większej liczby klas obiektów leśnych, jest to zabieg wskazany. W takich właśnie przypadkach przydatna jest znajomość kluczy interpretacyjnych.

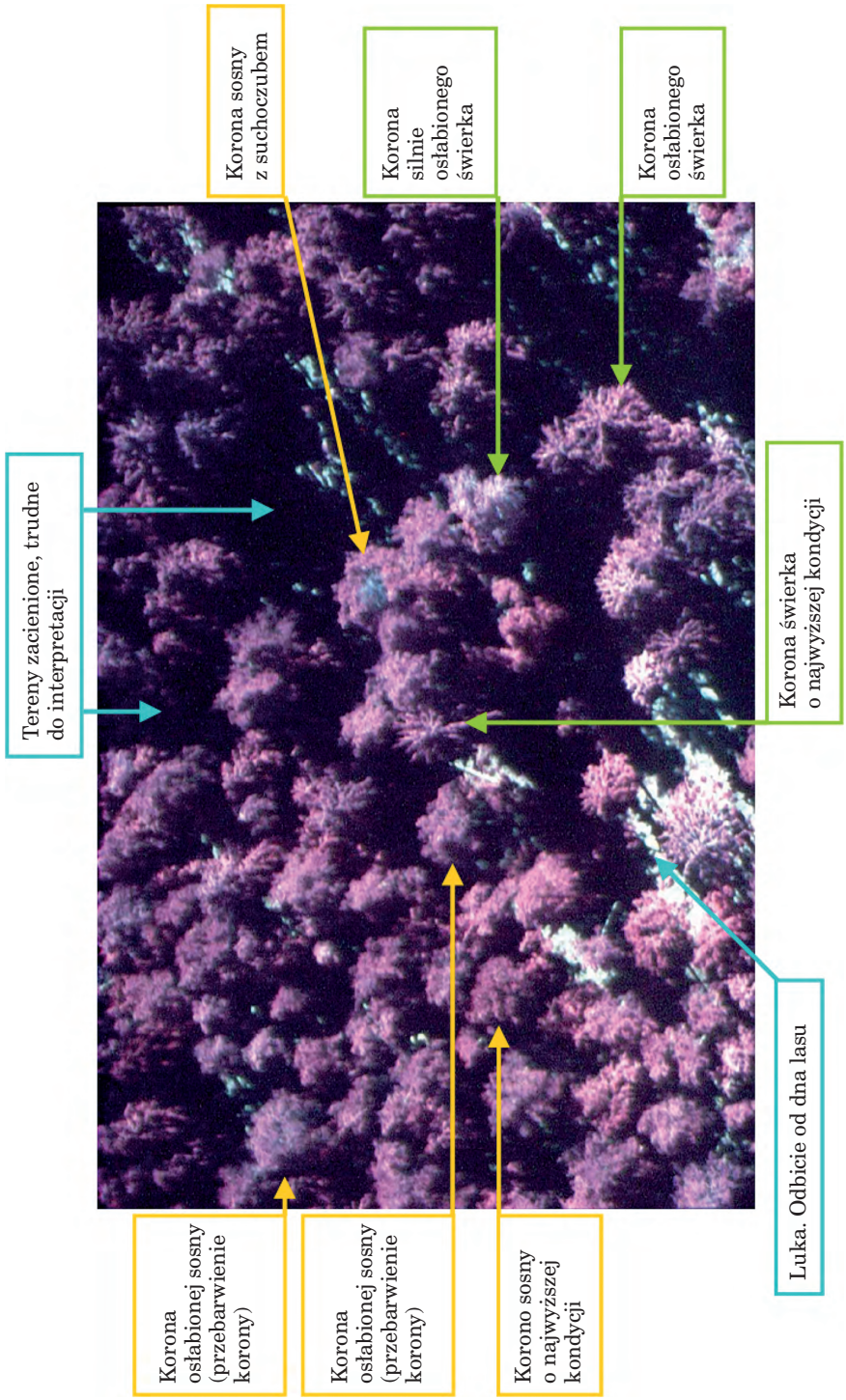
Ponadto przy określaniu uszkodzeń drzewostanów istotna jest znajomość relacji między stanem zdrowotnym koron drzew a ich barwą na zdjęciach. Zdjęcie lotnicze przedstawione na ryc. 4.10 jest tak szczegółowe, że umożliwia precyzyjne analizowanie stanu lasu nie tylko w skali drzewo-



Ryc. 4.9. *Przykłady różnic kolorystyki obszarów leśnych widocznych na zdjęciach spektrostrefowych wykonanych w różnych projektach*

stanowej, ale nawet pojedynczych drzew i poszczególnych części koron. Do interpretacji tego typu zdjęć ważne jest opracowanie wymiernych wskaźników barwy pozwalających na obiektywną (realizowaną przez różnych obserwatorów) ocenę kondycji drzew. Mówiąc o interpretacji wizualnej przy tego typu ocenach, możliwe jest wyróżnienie kilku barw (na ogół od 3 do 5), które można powiązać z kondycją drzewa.

Opracowanie wskaźników barwy jest o tyle istotne, że w zależności od kanałów tworzących obraz w barwach nierzeczywistych (niektóre zobrazowania mogą rejestrować więcej zakresów niż tylko niebieski, zielony, czerwony i bliska podczerwień) i zastosowanych przetworzeń (korekcji radiometrycznych, zmian kontrastu i jasności, filtracji, wagowań) zdjęcia wykonane podczas różnych nalotów mogą pokazywać obszar lasów w różnej kolorystyce. Najczęściej jednak na zdjęciach w barwach nierzeczywistych lasy przedstawione są w barwach czerwonych lub purpurowych. Ze względu na trudność precyzyjnego, słownego opisania barwy, jako ogólną zasadę łączącą zdjęcia z terenem można przyjąć sformułowanie, że wzrostowi kondycji drzewa towarzyszy zmiana barwy na zdjęciu w kierunku barw cieplejszych (Bychawski 1980). Na przykład w opracowaniach z lat 80. XX wieku, wykonywanych na trójwarstwowych analogowych filmach spektrostrefowych, podczas fotointerpretacji przeprowadzonej dla drzewostanów sosnowych na obszarach przemysłowego zanieczyszczenia powietrza, najzimniejsza barwa koron drzew (niebieskozielona – B_1) zosta-



Ryc. 4.10. *Barwne zdjęcie lotnicze w podczerwieni (spektrostrefowe) z widocznymi koronami świerków i sosen o różnej kondycji. Interpretacja wizualna wybranych elementów lasu na pojedynczym zdjęciu*

Ryc. 4.11. *Przykładowa skala barw obrazów koron drzew widocznych na zdjęciu spektrostrefowym: B_1 – barwa korony drzewa martwego, B_2 – barwa korony drzewa silnie osłabionego, B_3 – barwa korony drzewa osłabionego, B_4 – barwa korony drzewa o najlepszej kondycji*

ła przypisana drzewom martwym, a drzewom żywym – korony o barwach ciepłych: drzewom o średnim stopniu degradacji (lepszej kondycji) – barwy cieplejsze (B_2 i B_3 – barwy pośrednie: różowoszara i jasnopurpurowa), a sosnom o najlepszej kondycji – barwa najcieplejsza (B_4 – ciemnopurpurowa). Następnie określano udział poszczególnych kategorii drzew na reprezentujących drzewostan powierzchniach próbnych.

Istotnym zagadnieniem jest również wybór sposobu charakteryzowania obszarów leśnych, które chcemy oceniać. Powinien on zależeć od charakteru zjawisk występujących w drzewostanie, ich intensywności oraz celu, w jakim dana ocena jest przeprowadzana. W drzewostanach o niewielkim stopniu uszkodzenia zróżnicowanie osłabienia na całym badanym obszarze lepiej się uwypukli poprzez ocenę średniego ubytku igliwia ocenianego na gęsto rozmieszczonych powierzchniach próbnych. Z kolei w drzewostanach w znacznym stopniu zdegradowanych bardziej wymowne mogą być wskaźniki wyrażające procentowy udział drzew poszczególnych kategorii w całej populacji drzew w drzewostanie, szczególnie drzew źle rokujących (Iracka 1987).

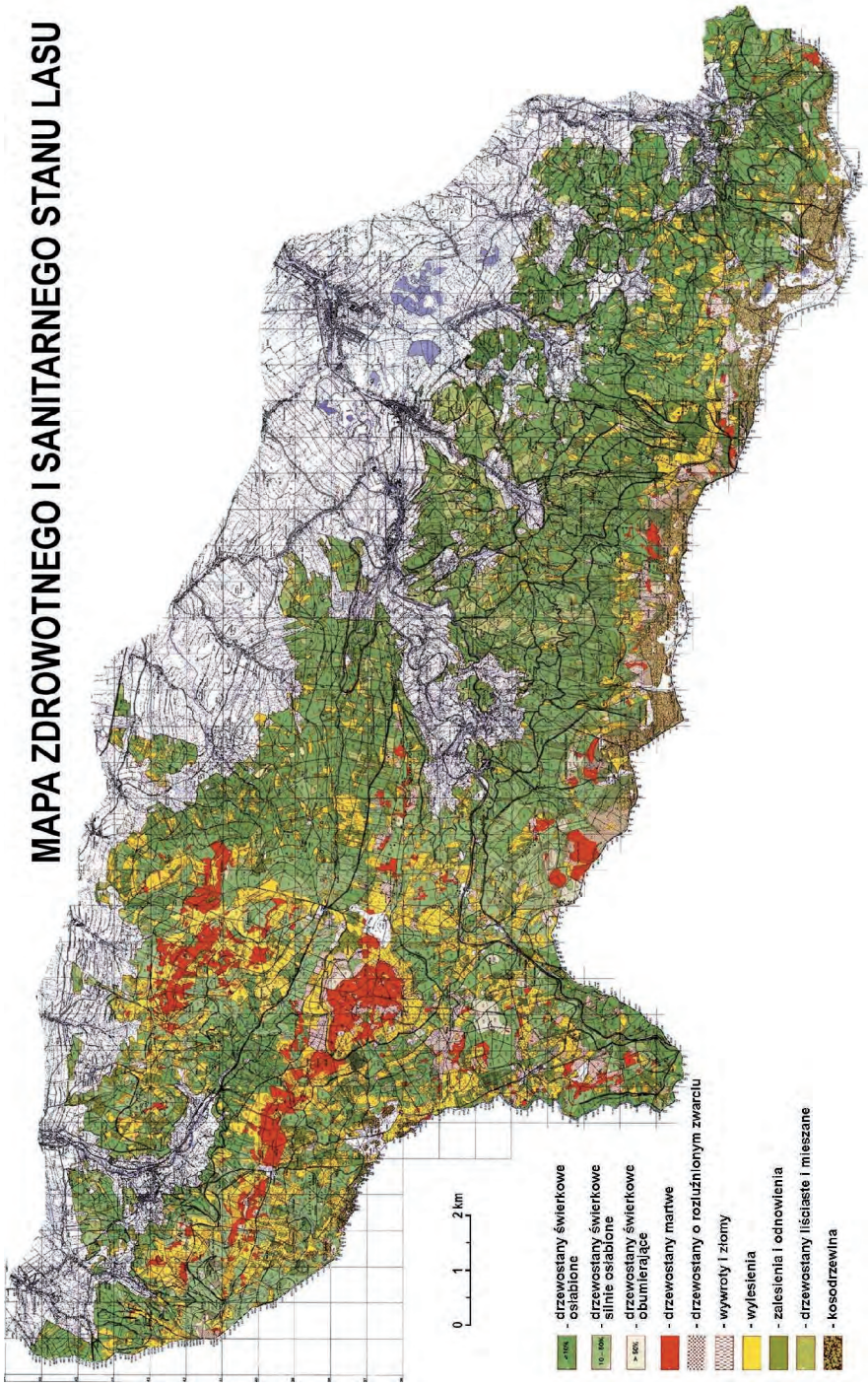
Oczywiście bardziej wymierny jest sposób „oceny" barwy dokonywany na drodze klasyfikacji cyfrowej, podczas której ocenie poddawane są wartości odbić spektralnych wyrażone wartościami liczbowymi. Należy jednak podkreślić, że interpretacja wizualna także pozwala na obiektywną ocenę kondycji drzew i opracowanie map fotointerpretacyjnych obszarów leśnych z klasami uszkodzenia drzewostanów.

Przykładem interpretacji wizualnej spektrostrefowych zdjęć lotniczych jest mapa stanu zdrowotnego i sanitarnego stanu lasu, opracowana na podstawie wykonanych w 1984 r. zdjęć lasów w Sudetach Zachodnich, dotkniętych klęską ekologiczną (ryc. 4.12). W wyniku stereoskopowej analizy zdjęć lotniczych wyodrębniono zasięgi drzewostanów iglastych pod względem stanu sanitarnego, wydzielając (Zawiła i in. 2001):

– drzewostany martwe,
– drzewostany świerkowe obumierające,
– drzewostany świerkowe silnie osłabione,
– drzewostany świerkowe osłabione.

Wyróżniono także inne klasy charakteryzujące badane obszary leśne:

– zasięgi drzewostanów o rozluźnionym zwarciu,



Ryc. 4.12. *Mapa zdrowotnego i sanitarnego stanu lasów dotkniętych klęską ekologiczną w Sudetach Zachodnich, wykonana na podstawie interpretacji barwnych zdjęć lotniczych w podczerwieni z 1984 r. (źródło: Iracka i in. 2000)*

– wywroty i złomy,
– wylesienia,
– zalesienia i odnowienia,
– drzewostany liściaste i mieszane,
– kosodrzewinę.

Wykonana na podstawie takiej inwentaryzacji mapa (ryc. 4.12) przedstawia powierzchniowy rozkład zjawisk opisanych wymienionymi wyżej klasami, dając np. możliwość analizy związków między występowaniem tych zjawisk i ich nasileniem a zmieniającą się morfologią terenu czy wysokością nad poziomem morza. Stanowiła ona również podstawę do interpretacji zdjęć satelitarnych, które zaczęto w końcu lat 80. XX wieku wprowadzać do celów wielkoobszarowego monitorowania lasów Europy.

W zależności od jakości zdjęć, przyjętej metodyki oraz kondycji drzewostanów mapy klasyfikacyjne mogą mieć różnie zdefiniowane klasy, nawet na mapach wykonywanych pod tym samym kątem, np. na mapach fotointerpretacyjnych z oceną uszkodzenia drzewostanów iglastych stopnie stanu lasów określające ich kondycję mogą być wyrażane za pomocą nieco innych klas.

Dla porównania z omówioną już legendą mapy lasów Sudetów Zachodnich poniżej przytoczono przykłady klas wyróżnionych na mapach innych obszarów, które również miały na celu wydzielenie drzewostanów iglastych o różnych stopniach uszkodzenia. Warto tu nadmienić, że były to badania prowadzone od połowy lat 70. XX wieku przez ok. 10 lat. Miały one na celu ustalenie związków między charakterystykami spektralnymi na zdjęciach CIR w różnych regionach Polski. W ich trakcie badano drzewostany uszkodzone wskutek działania czynników biotycznych (np. gradacje szkodników pierwotnych) i abiotycznych, takich jak pożary, podtopienia, a przede wszystkim zanieczyszczenia powietrza. Wszystkie przytoczone poniżej przykłady oceny degradacji lasów za pomocą teledetekcji wykonywano metodą interpretacji wizualnej na modelu stereoskopowym. Były to zdjęcia wykonywane w skalach 1:6000÷1:8000, z których tworzono modele stereoskopowe w skali zbliżonej do 1:1000, przez co możliwe było dostrzeżenie nie tylko martwych drzew, ale także skupień w koronach drzew żyjących, martwego igliwia wielkości nawet ok. 20 cm (Zawiła-Niedźwiecki i in. 2001).

W Borach Tucholskich (w nadleśnictwie Osie), zaatakowanych gradacją brudnicy mniszki, przeprowadzono studium rozwoju gradacji w latach 1980, 1981 i 1982 na przeszło 300 powierzchniach rozpoznawczych na zdjęciach spektrostrefowych, przyjmując za kryterium procentowy udział drzew zamierających i martwych; wydzielono następujące klasy (Bychawski i in. 1988):

1) do 10% drzew martwych i zamierających,
2) 11÷30% drzew martwych i zamierających,
3) 31÷50% drzew martwych i zamierających,
4) 51÷70% drzew martwych i zamierających,
5) powyżej 70% drzew martwych i zamierających.

W innych badaniach wykonywanych w IGiKO-POLiS – drzewostanów sosnowych będących pod wpływem emisji zakładów przemysłowych Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego – wyznaczono następujące klasy uszkodzenia:
1) drzewostany nieuszkodzone,
2) strefa początkowych objawów uszkodzeń,
3) strefa uszkodzeń zaawansowanych,
4) grupy drzew bardzo silnie uszkodzonych.

Z kolei na mapach fotointerpretacyjnych, sporządzanych przez tych samych wykonawców, ale przedstawiających drzewostany sosnowe dotknięte gradacją paprocha cetyniaka w Puszczy Augustowskiej, wydzielono pięć stopni uszkodzeń odpowiadających stopniom redukcji igliwia drzew. Były to następujące stopnie nasilenia żeru (Bychawski i in. 1988):
1) brak szkód lub szkody bez znaczenia gospodarczego, do 20% redukcji aparatu asymilacyjnego,
2) szkody słabe, 21÷ 40% redukcji aparatu asymilacyjnego,
3) szkody średnie, 41÷ 60% redukcji aparatu asymilacyjnego,
4) szkody znaczne, powyżej 60% redukcji aparatu asymilacyjnego,
5) żer całkowity – zupełny brak zeszłorocznych igieł, 100% redukcji aparatu asymilacyjnego.

Przytoczone przykłady pokazują, jak ważny jest cel wykonywanego opracowania i specyfika obszaru, dla którego prowadzona jest analiza danych teledetekcyjnych.

Omówione badania wykonywane były na zdjęciach analogowych i miały na celu m.in. określenie relacji pomiędzy parametrami drzewostanów a charakterystykami spektralnymi na zdjęciach. Odkąd dostępne stały się zdjęcia cyfrowe, nastąpił rozwój przetwarzania i klasyfikacji cyfrowych danych teledetekcyjnych. Początkowo zdjęciami cyfrowymi były zobrazowania satelitarne o średniej rozdzielczości, np. zdjęcia pozyskiwane przez satelity serii Landsat czy SPOT. W kolejnych latach cyfrowej analizie poddawano coraz bardziej szczegółowe dane: wysokorozdzielcze zdjęcia satelitarne, skanowane analogowe zdjęcia lotnicze i cyfrowe zdjęcia lotnicze. Podstawowe informacje dotyczące cyfrowego przetwarzania i klasyfikowania zdjęć zostały opisane w publikacji „Geomatyka... Część I. Podstawy" w podrozdziale 14.4. Natomiast w niniejszej książce, w podrozdziale 4.4, przedstawiono przykłady klasyfikacji cyfrowych zdjęć lotniczych i wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych takich elementów taksacyjnych, jak: skład gatunkowy, zagęszczenie drzew, stopień zwarcia koron, stan zdrowotny. Omówiono także możliwość wykorzystania danych teledetekcyjnych do oceny wysokości drzew.

Użycie zdjęć cyfrowych umożliwia wykonywanie operacji pomiędzy kanałami spektralnymi. Do prowadzenia analiz stanu i zmian roślinności opracowano wiele indeksów wegetacyjnych (Adamczyk, Będkowski 2007). Warto wymienić często stosowany w analizach obszarów leśnych znormalizowany wskaźnik roślinności NDVI (Normalized Difference Ve-

getation Index), który ułatwia odróżnianie terenów pokrytych roślinnością od pozostałych terenów (wykorzystanie tego wskaźnika jest m.in. przedstawione w podrozdziale 4.4.4). Przydatne mogą być także inne wskaźniki, np: wskaźnik jasności BR, wskaźnik uszkodzeń (nazywany też indeksem suszy) RDI lub indeks biomasy RVI (Ratio Vegetation Index) o podobnym przeznaczeniu jak wskaźnik NDVI (Zawiła-Niedźwiecki 1994). Wymienione wskaźniki porównują wartość odbicia spektralnego w pasmach podczerwieni (w większości przypadków jest to zakres bliskiej podczerwieni) oraz czerwieni. Są również inne indeksy bazujące na wyżej wymienionych oraz innych zakresach promieniowania. Indeksowanie (wagowanie) kanałów tu przytoczone znajduje swoje zastosowanie przy określaniu występowania roślinności oraz przy określaniu jej zasobności w aparat asymilacyjny.

Znormalizowany wskaźnik roślinności NDVI: $$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

Wskaźnik roślinności RVI: $$RVI = \frac{NIR}{R}$$

Wskaźnik jasności BR: $$BR = \sqrt{(R)^2 + (NIR)^2}$$

Wskaźnik suszy (tzw. wskaźnik uszkodzeń) RDI: $$RDI = \frac{MIR}{NIR}$$

gdzie:
R – wartość odbicia spektralnego w zakresie czerwieni,
NIR – wartość odbicia spektralnego w zakresie bliskiej podczerwieni,
MIR – wartość odbicia spektralnego w zakresie średniej podczerwieni.

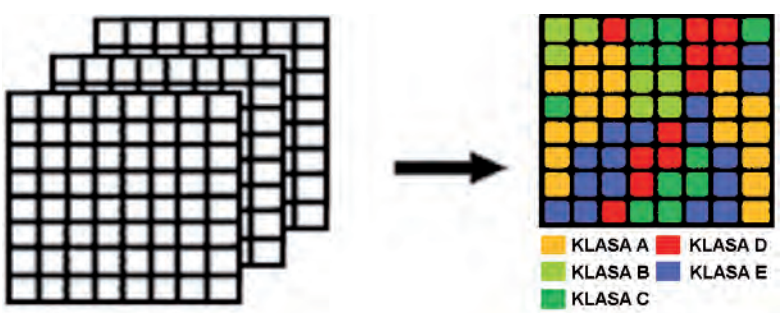
We wspomnianym podrozdziale 4.4. „Klasyfikacje zdjęć lotniczych i satelitarnych pod kątem identyfikacji elementów opisowych drzewostanów" w większości przedstawiono przykłady klasyfikacji nadzorowanej zdjęć – najczęściej stosowanej klasyfikacji cyfrowej. Jest ona klasyfikacją pikselową (podobnie jak klasyfikacja nienadzorowana), w której pikselom przypisuje się odpowiednie klasy na podstawie analizy odbić zarejestrowanych w poszczególnych zakresach spektralnych. Z kolei w niniejszym podrozdziale, a także w 4.3. „Metodyka pozyskiwania informacji teledetekcyjnej z ortofotomapy z użyciem stosowanych w LP programów" autorzy odnoszą się przede wszystkim do interpretacji wizualnej obszarów leśnych.

Interpretacja wizualna oraz cyfrowe klasyfikacje pikselowe (nadzorowana i nienadzorowana) to nie jedyne metody klasyfikacji zdjęć. Warto wymienić również bardziej zaawansowaną metodę klasyfikacji – klasyfikację obiektową (*Object Based Image Analysis* – OBIA). Chociaż oprogramowanie umożliwiające wykonywanie klasyfikacji cyfrowych (pikselowych i obiekto-

wych) nie jest powszechnie dostępne w jednostkach LP, to przydatna może być znajomość tych narzędzi, które dzięki rozwijanym aplikacjom oraz wiedzy i doświadczeniom zdobywanym w realizowanych projektach mogą dostarczać coraz bardziej szczegółowych informacji o lasach metodami mniej czasochłonnymi i pracochłonnymi. Przykłady takich analiz stosowanych w praktyce są opisane, m.in. w podrozdziale 4.5. „Przykłady analiz teledetekcyjnych" oraz w „Geomatyka … Część I. Podstawy" (podrozdz. 12.4).

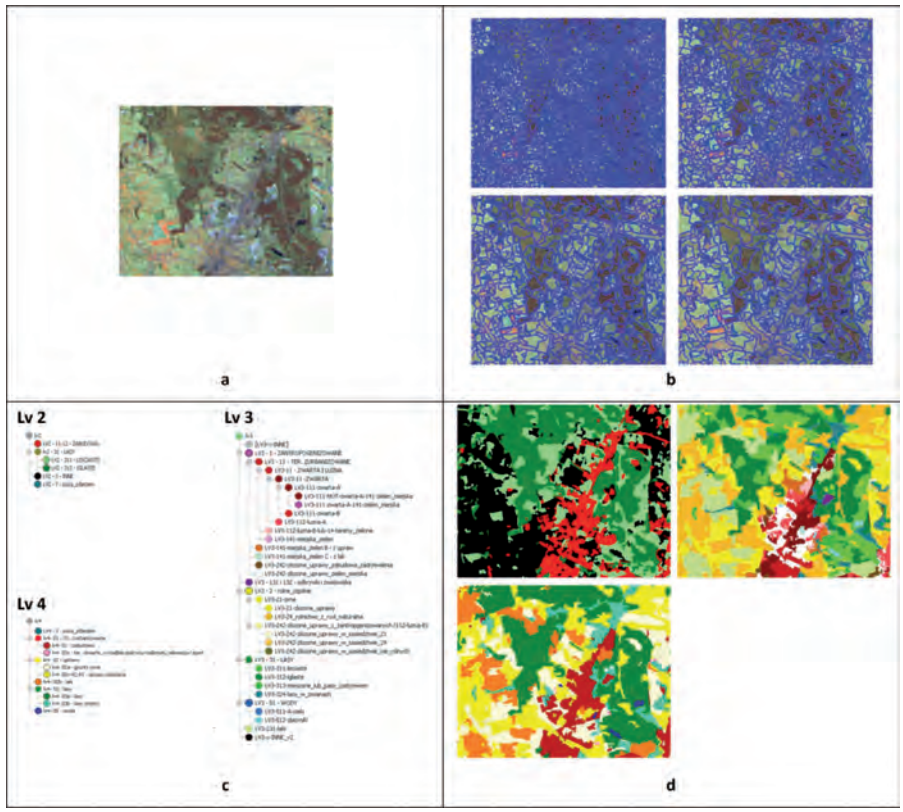
Warto tu raz jeszcze wspomnieć o rodzajach klasyfikacji cyfrowych, które można podzielić następująco:

- **interpretacja wizualna**, polegająca na interpretacji kompozycji barwnej złożonej z tylko trzech wyciągów spektralnych zdjęcia lub na interpretacji zdjęcia czarno-białego (w tonach szarości) złożonego z pojedynczego wyciągu (kanału) spektralnego;
- **klasyfikacje cyfrowe** – przy użyciu komputerowego systemu przetwarzania obrazów (zdjęć), umożliwiające wykorzystanie więcej niż trzech kanałów:
  - **metody pikselowe** (ryc. 4.13):
    - klasyfikacja nienadzorowana,
    - klasyfikacja nadzorowana;
  - **metody obiektowe** (ryc. 4.14), w których analiza jest wykonywana na podstawie analizy jasności piksela i jego otoczenia. Badane są zatem także takie parametry, jak: kształt, tekstura, powierzchnia. Do analizy, oprócz danych teledetekcyjnych, dołączane mogą być również inne warstwy informacyjne o charakterze tematycznym, np. granice wyznaczające zasięgi oddziałów lub drzewostanów, które mogą wspomagać wydzielanie powierzchni homogenicznych. Istotnymi etapami tej metody, specyficznymi w stosunku do metod pikselowych, jest segmentacja obrazu, tworzenie hierarchii klas i definiowanie klasyfikatorów, czyli opisu klas (Adamczyk, Będkowski 2007).



a) *b)*

Rys. 4.13. *Ilustracja przedstawiająca ideę klasyfikacji pikselowej: a – pojedyncze kanały spektralne zdjęcia, b – wynik klasyfikacji z wyznaczonymi pikselami o zbliżonej charakterystyce*



Ryc. 4.14. *Przykład segmentacji obiektowej i klasyfikacji obrazu satelitarnego: a – obraz satelitarny w barwach nierzeczywistych, b – segmentacje obrazu satelitarnego (lv1, lv2, lv3, lv4) z zastosowaniem różnych wskaźników skalowych, c – przykład legendy z hierarchią klas dla trzech poziomów segmentacji (lv2, lv4, lv3), d – wyniki klasyfikacji wykonanej dla trzech poziomów segmentacji (lv2, lv4, lv3) (źródło: Wiśniewska 2006)*

Tak więc na dokładność klasyfikacji obszarów leśnych i na liczbę klas, które można wydzielić, istotny wpływ mają:

- rodzaj danych teledetekcyjnych (przede wszystkim ich rozdzielczość przestrzenna i rozdzielczość spektralna),
- oprogramowanie wykorzystywane do ich analizy (o bardziej lub mniej rozbudowanym module klasyfikacji),
- zróżnicowanie obszarów leśnych (np. skład gatunkowy, domieszki w pierwszym piętrze, zróżnicowanie gatunkowe w niższych piętrach, zróżnicowane zwarcie).

Niezależnie od wyboru metody klasyfikacji, zdjęcia lotnicze lub satelitarne mają umożliwić wskazanie homogenicznych (jednorodnych) obszarów leśnych i przypisanie im odpowiednich charakterystyk.

4.3. Metodyka pozyskiwania informacji teledetekcyjnej z ortofotomapy z użyciem programów stosowanych w Lasach Państwowych

GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI
TOMASZ GRZEGORZEWICZ
EMILIA WIŚNIEWSKA

Do niedawna wykorzystanie ortofotomapy lotniczej lub satelitarnej w codziennej pracy nadleśnictw było w dużej mierze uwarunkowane dostępnością materiałów zdjęciowych i bieżącymi potrzebami poszczególnych jednostek. W dotychczasowej praktyce ortofotomapy były dostarczane do nadleśnictw jako element nowego Planu Urządzenia Lasu (PUL) – jeśli tak ustalono podczas narady wstępnej przed podjęciem prac urządzeniowych lub w sytuacji wystąpienia zjawisk klęskowych o większym zasięgu przestrzennym, wymagających przeprowadzenia dodatkowej inwentaryzacji uszkodzeń lub aktualizacji samego planu. Sytuacja ta zmieniła się, począwszy od uruchomienia serwisu Geoportal (http:/www.geoportal.gov.pl), który udostępnił w Internecie zasoby geodezyjne, w tym również opracowania fotogrametryczne, w postaci tzw. usług danych przestrzennych. Jakkolwiek specyfika realizowanych w nadleśnictwach prac często wymaga korzystania z aktualnych informacji o terenie, to jednak materiały o charakterze archiwalnym (takie w większości udostępnia Geoportal) stanowią także istotne źródło danych przydatnych w zarządzaniu lasami. Należy jednak podkreślić, że praktyczna przydatność ortofotomapy w leśnictwie maleje wraz z upływem czasu od terminu jej wykonania. Można przyjąć, że ze środków LP aktualne zobrazowania są wykonywane przeciętnie nie częściej niż raz na 10 lat, natomiast w przypadku państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego można oczekiwać, że aktualizacja danych zdjęciowych następuje w odstępach nie dłuższych niż 5 lat. Oznacza to, że w praktyce nadleśnictwa mogą korzystać z danych zdjęciowych sprzed nie więcej niż 4–5 lat.

Nowa Instrukcja urządzania lasu, podpisana przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w listopadzie 2011 r. (zarządzenie nr 55/2011), chociaż nie obliguje, to zachęca do wykorzystywania ortofotomapy lotniczej lub wysokorozdzielczej ortofotomapy satelitarnej przy realizacji prac urządzeniowych.

Decydując się na nabycie ortofotomapy, należy przed rozpoczęciem prac pobrać stosowne materiały z zasobów geodezyjnych lub też podczas prac Komisji Założeń Planu podjąć ustalenia o pozyskaniu nowych zdjęć lotniczych i wykonaniu aktualnej ortofotomapy.

Oznacza to, że przed rozpoczęciem tych prac należy pobrać stosowne materiały z zasobów geodezyjnych lub też podczas prac Komisji Założeń Planu podjąć ustalenia o pozyskaniu nowych zdjęć lotniczych i wykonaniu aktualnej ortofotomapy.

Dotychczas w leśnictwie ortofotomapa lotnicza wykorzystywana była głównie w trakcie prac nad projektem PUL, dla którego stała się istotnym źródłem informacji do weryfikacji podziału powierzchniowego lasu. Jednak zakres jej potencjalnego zastosowania jest znacznie szerszy i może obejmować zagadnienia z innych działów gospodarki leśnej. Za przykład może tu posłużyć ochrona lasu – pojawienie się zdjęć w barwach nienaturalnych (rejestrujących promieniowanie z zakresu bliskiej podczerwieni) otworzyło nowe możliwości monitorowania szkód powstałych w wyniku klęsk żywiołowych czy oceny stanu zdrowotnego i sanitarnego lasu.

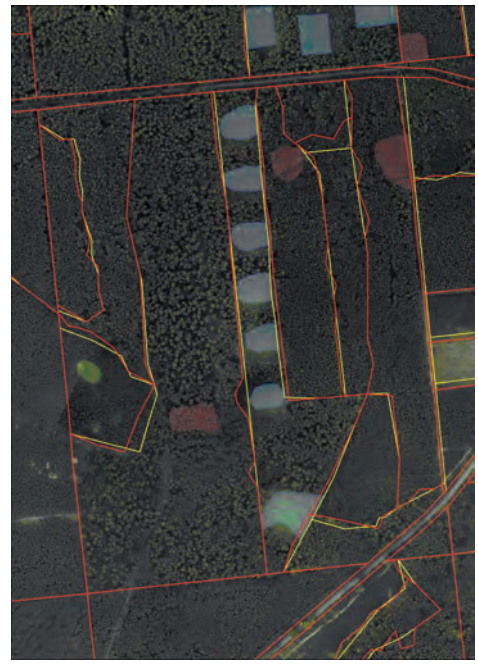
Wszelkie zmiany o charakterze przestrzennym, będące skutkiem procesów naturalnych lub działań gospodarczych podejmowanych w lasach, powinny znaleźć odzwierciedlenie na leśnej mapie numerycznej (LMN) nadleśnictwa. Do aktualizacji tej mapy, a szczególnie tzw. danych podstawowych, zobowiązany jest nadleśniczy. Zgodnie z zapisami standardu leśnej mapy numerycznej, jej aktualizację należy wykonywać nie rzadziej niż raz do roku, bezpośrednio po wykonaniu aktualizacji kompleksowej bazy systemu LAS, nie później jednak niż do końca pierwszego kwartału danego roku. Wyjątek stanowi rok, w którym ekspiruje obowiązujący plan urządzenia lasu – wtedy przyjmuje się, że aktualizacja zostanie przeprowadzona przez wykonawcę projektu nowego planu. Przystępując do aktualizacji mapy, nadleśnictwo powinno uwzględnić możliwość wykorzystania przy pracach z nią związanych ortofotomapy lotniczej lub satelitarnej. Materiał ten może okazać się bardzo pomocny przy wyznaczaniu lub weryfikacji:

- granic kompleksów leśnych i przebiegu linii oddziałowych w celu przygotowania wykazu niezgodności z ewidencją gruntów i budynków na terenie LP,
- przebiegu granic wyłączeń drzewostanowych,
- przebiegu obiektów o charakterze liniowym, m.in.: linie podziału powierzchniowego, drogi, ścieżki, rowy, strumienie itp.,
- zasięgów występowania siedlisk, gatunków i obiektów wartościowych przyrodniczo,
- konturów obiektów/powierzchni niestanowiących wyłączeń, np. luk, kęp i gniazd,
- zasięgów obszarów objętych uszkodzeniem,
- lokalizacji obiektów o charakterze punktowym, np. wież ppoż., ambon itp.

Na rycinach 4.15, 4.16 i 4.17 pokazano przykłady niezgodności przebiegu linii i zasięgów wydzieleń z LMN w odniesieniu do rzeczywistości zarejestrowanej na ortofotomapie.

Należy jednak pamiętać, że w przypadku rocznej aktualizacji LMN takie weryfikacje jak przedstawione powyżej powinny mieć raczej charakter lokalny, dotyczyć niewielkich areałów i odnosić się do pojedynczych wydzieleń czy oddziałów. Za przykład może tu posłużyć następująca sytuacja, z którą nadleśnictwa mają dość często do czynienia. Nadleśnictwo planuje wykonanie zabiegu, np. zrębu w jednym z wydzieleń. Leśniczy wykonał

Ryc. 4.15. *Zweryfikowany przebieg granic wyłączeń drzewostanowych na podstawie analizy fragmentu ortofotomapy lotniczej – kolorem czerwonym oznaczono prawidłowy przebieg granic, kolorem żółtym – przebieg wybranych linii przed weryfikacją*

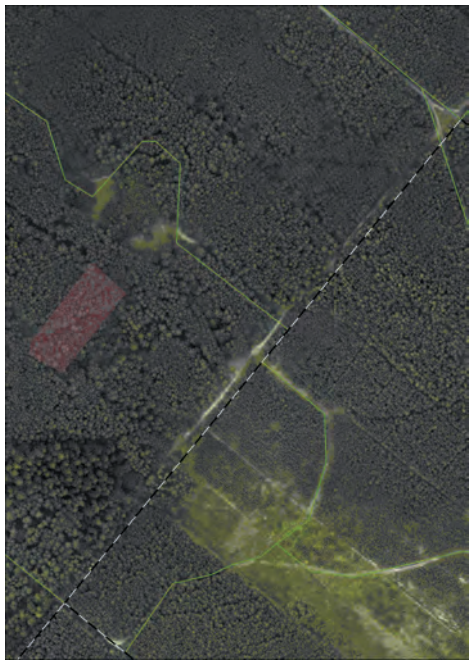


Ryc. 4.16. *Powierzchnie niestanowiące wydzieleń przed weryfikacją ich zasięgu (kolor niebieski – gniazda, różowy – kępy, zielony – luki) wraz z propozycją korekty przebiegu granic wyłączeń drzewostanowych na podstawie analizy fragmentu ortofotomapy lotniczej*

w terenie, za pomocą odbiornika GPS, pomiar jego powierzchni. Wynik pomiaru wykazał, że istnieje znaczna rozbieżność pomiędzy pomierzoną przez leśniczego powierzchnią a wykazaną w opisie taksacyjnym. Konfrontacja granicy wydzielenia i wykonanego pomiaru z ortofotomapą może być pomocna w rozstrzygnięciu przyczyny tej rozbieżności.

Trzeba przyjąć, że kompleksowa weryfikacja granic wydzieleń dla całego nadleśnictwa wykracza swym zakresem poza granice rocznej aktualizacji LMN. Właściwym momentem do jej wykonania są prace urządzeniowe i to w ich ramach należy ją przeprowadzać.

W większości przypadków do celów aktualizacji LMN wykorzystuje się ortofotomapę opracowaną w barwach naturalnych (RGB). W zależności od rozdzielczości terenowej takiego obrazu (na ogół 0,25÷0,40 m, a nawet 1,0 m) można określić różnice w przebiegu obiektów liniowych, zasięgi powierzchni niestanowiących wydzieleń, a często również granic wyłączeń, głównie na podstawie różnic struktury drzewostanów (zwarcie i wielkość koron, wysokość i zagęszczenie drzew). Czasami, ze względu na specyfikę



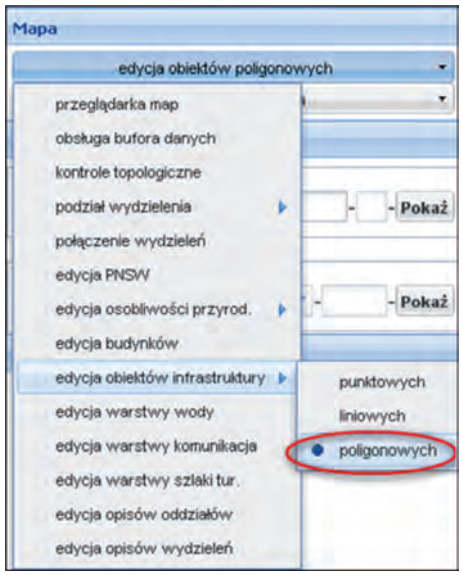
Ryc. 4.17. *Przebieg linii oddziałowych i dróg z LMN na tle fragmentu ortofotomapy – widoczne wyraźne różnice w odniesieniu do rzeczywistego stanu*

występujących na danym terenie zjawisk, np. zamieranie drzewostanów, zamawia się ortofotomapę w kompozycji CIR, czyli w barwach umownych z wykorzystaniem bliskiej podczerwieni. Takie opracowanie może być pomocne m.in. przy rozróżnianiu gatunków drzew, a to ułatwia prawidłową weryfikację przebiegu granic wyłączeń. Ponadto jest bardzo przydatne przy inwentaryzacji stanu zdrowotnego i sanitarnego lasu poprzez wyznaczanie zasięgu szkód wyrządzonych przez czynniki abiotyczne, biotyczne i antropogeniczne. Wykorzystanie zdjęć lotniczych i ortofotomapy pozwala również na szybkie oszacowanie szkód w przypadku wystąpienia klęsk huraganowych czy pożarów w drzewostanach oraz pomaga w określeniu zakresu działań niezbędnych do usunięcia ich skutków.

Do niedawna, gdy LMN znajdowały się na serwerach nadleśnictw, ich aktualizację przeprowadzano z wykorzystaniem dedykowanych aplikacji desktopowych, takich jak Aktualizator LMN bądź SprintMAP.LAS (rozszerzenie funkcjonalności oprogramowania ArcGIS o funkcje specyficzne dla LMN). Aplikacje te umożliwiały wczytanie danych rastrowych, w tym ortofotomap. Na ich podstawie możliwa była weryfikacja poszczególnych obiektów poligonowych, liniowych i punktowych, z wykorzystaniem odpowiednich procedur zawartych w menu programów.

Obecnie mapy numeryczne wszystkich nadleśnictw zebrano na scentralizowanym serwerze SILP. W nowej strukturze dane geometryczne zintegrowano z danymi opisowymi, uzyskując pełną spójność pomiędzy obiektami na mapie i w bazie opisowej.

Do pracy na scentralizowanej LMN służy przeglądarka LIMES. Umożliwia przeglądanie zasobów geometrycznych, a w wersji LIMES EDYTOR – także edycję obiektów poligonowych, liniowych i punktowych. Korzysta ona m.in. z udostępnionej, przez wspomniany wcześniej Geoportal, usługi WMS (Web Map Service). Dzięki temu dane pochodzące z ewidencji gruntów i budynków, w tym ortofotomapy, mogą być automatycznie dołączane do mapy, jako dodatkowe warstwy informacyjne. Niezależnie od tej funkcjonalności, użytkownik ma możliwość samodzielnego wczytania własnych



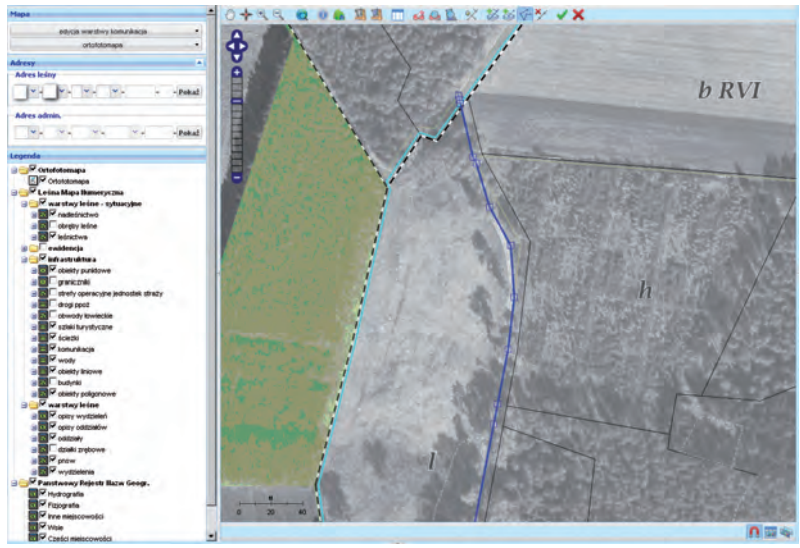
Ryc. 4.18. *Rozwijane menu programu LIMES pokazujące typy obiektów, dla których możliwe jest przeprowadzenie edycji (źródło: LIMES Instrukcja użytkownika)*

danych rastrowych mających georeferencję, np. ortofotomapy przekazanej w ramach prac urządzania lasu.

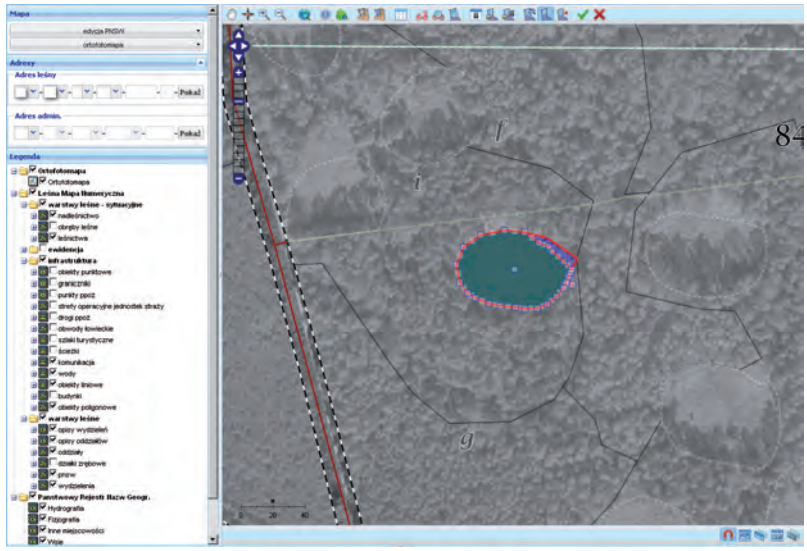
W dalszym ciągu, dzięki funkcjom importu i eksportu, odnoszącym się do całej bazy danego nadleśnictwa, pozostawiono możliwość przeprowadzania aktualizacji z wykorzystaniem oprogramowania zewnętrznego.

W celu przeprowadzenia aktualizacji LMN z wykorzystaniem aplikacji LIMES EDYTOR, w scentralizowanej bazie SILP, na podstawie danych z ortofotomapy, należy w menu *Legenda* zaznaczyć opcję ortofotomapa (zostanie wczytana mapa z Geoportalu) lub zaimportować własne dane rastrowe, jako oddzielną warstwę poprzez przycisk *Pokaż szkic lub zdjęcie* . Po wyświetleniu odpowiedniej warstwy LMN można przystąpić do jej edycji. Z poziomu panelu *Mapa* należy wybrać obiekt do edycji (poligonowy, liniowy lub punktowy – ryc. 4.18.), a następnie za pomocą odpowiednich narzędzi *Zaznacz/Odznacz obiekt* (dla warstwy poligonowej – , liniowej – , punktowej –) oraz *Rysuj edytuj obiekt* (odpowiednio , , ,) rozpocząć jego edycję.

W efekcie uaktywniają się wszystkie wierzchołki zaznaczonego obiektu (poligonu, linii) lub element punktowy i możliwa staje się edycja danego obiektu (dzielenie, łączenie, dodanie, zmiana). Po zakończeniu edycji należy wybrać narzędzie *Zatwierdź* , po czym na ekranie pojawia się tabela/formularz, w którym trzeba wpisać atrybuty nowego obiektu. W celu przerwania edycji i anulowania wprowadzonych zmian należy wybrać narzędzie *Anuluj* . Poniżej przedstawiono dwa przykłady zmian w warstwach LMN na podstawie informacji uzyskanej z ortofotomapy lotniczej pochodzącej z Geoportalu.



Ryc. 4.19. *Korekta przebiegu drogi na podstawie danych z ortofotomapy*



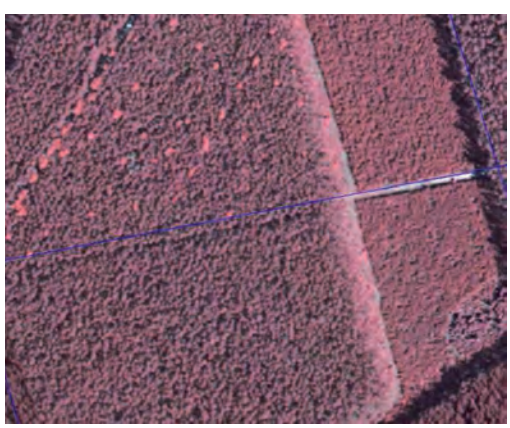
Ryc. 4.20. *Korekta zasięgu gniazda z wykorzystaniem informacji z ortofotomapy lotniczej*

Być może w przyszłości ortofotomapa stanie się również jedną z warstw informacyjnych instalowanych na rejestratorach pracowników terenowych LP. Mogłaby ona pomagać w orientacji w terenie, m.in. poprzez nawigację do obiektów nieuwzględnionych w LMN, a widocznych na zdjęciach.

Radialne przesunięcie obrazu wierzchołków drzew względem obrazu ich podstawy w zależności od wysokości względnej Δh

Wykonując pomiary na ortofotomapie, należy pamiętać, jakiego rodzaju jest to materiał i jakie czynniki mogą powodować trudności w prawidłowej lokalizacji niektórych szczegółów sytuacyjnych. Chodzi tu przede wszystkim o elementy cechujące się wysokością, a więc wzniesienia i obniżenia terenu (wpływ deniwelacji przedstawiono na ryc. 14.2.11 w „Geomatyka … Część I. Podstawy"), budynki, kominy, słupy i – co ważne z punktu widzenia analizowania terenów leśnych – drzewa.

Tworząc ortofotomapę z pojedynczych zdjęć lotniczych lub z wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych, dokonuje się takiej ich transformacji, by finalny produkt był w rzucie ortogonalnym, miał jednakową skalę na całej powierzchni i nie był obarczony wpływem deniwelacji (różnic wysokości) terenu i krzywizny Ziemi. Należy jednak mieć świadomość, że nie zawsze wpływ deniwelacji jest we wszystkich przypadkach skorygowany, szczególnie dla obszarów leśnych. Przy tworzeniu ortofotomapy z drzewostanami bardzo często niemożliwa jest obserwacja dna lasu, a co za tym idzie, poprawne generowanie numerycznego model terenu. Ponadto granice oddziałów, wydzieleń lub innych elementów LMN nierzadko „widzimy" na ortofotomapie poprzez obserwację koron drzew, a nie ich podstaw i faktycznego przebiegu. Powoduje to przesunięcia obrazu względem rzeczywistego położenia tych granic. Należy więc pamiętać, że interpretacja elementów liniowych z ortofotomapy na podstawie położenia koron drzew może być błędna. Zatem wyświetlając ortofotomapę i warstwy LMN, można obserwować przesunięcia warstw LMN względem obrazu widocznego na ortofotomapie, które niekiedy wynikają nie z błędów warstw LMN,



Ryc. 4.21. *Przykład różnicy określenia przebiegu elementu liniowego na ortofotomapie. Ortofotomapa pokazuje prawidłowy przebieg linii oddziałowej w młodniku (linia przebiega na poziomie gruntu), a w drzewostanie dojrzałym obraz linii oddziałowej na ortofotomapie jest przesunięty (linia jest widoczna na poziomie koron drzew, a nie gruntu) (źródło: Miścicki 2007)*

lecz z radialnego przesunięcia obrazu. **Przesunięcia te są tym większe, im obraz obiektu był bardziej oddalony** od punktu nadirowego zdjęcia N', czyli w przypadku zdjęcia pionowego – **od środka zdjęcia**. (Położenie punktu nadirowego N' na zdjęciu pionowym jest tożsame z położeniem punktu głównego zdjęcia O', ponieważ punkt N' to punkt przebicia płaszczyzny zdjęcia prostą pionową przechodzącą przez środek rzutu O). **Zależą one też od wysokości elementów.** Im element jest wyższy, tym pozorne przesunięcia są większe. Ilustracją tego zjawiska jest wykres na ryc. 4.23, a także fragment ortofotomapy z przebiegiem tej samej linii podziału powierzchniowego widocznej w młodniku i w dojrzałym drzewostanie (ryc. 4.21).

Wobec powyższego, chcąc uwzględnić wielkości radialnych przesunięć, należy znać wysokość obiektu (np. drzewostanu) w terenie powodującego to przewyższenie, wysokość fotografowania i odległość rzutu tego obiektu od punktu nadirowego, czyli mieć informacje o procesie tworzenia ortoobrazów ze zdjęć lotniczych i ich mozaikowania do finalnej ortofotomapy. Należy zatem wiedzieć, z którego pojedynczego zdjęcia lotniczego jest stworzony dany fragment ortofotomapy.

Obliczenie przesunięcia szczytu obiektu, czyli w przypadku obszarów leśnych – koron drzew względem ich podstawy – można wykonać wg wzoru (Ciołkosz i in. 1999):

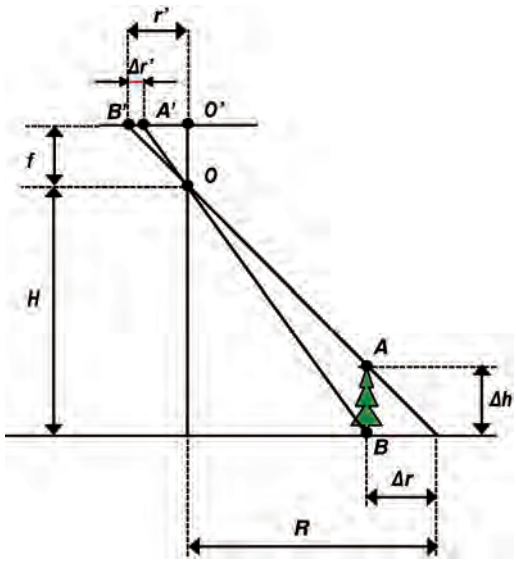
$$\Delta r = \frac{R \cdot \Delta h}{H}$$, wyrażając to przesunięcie w jednostkach terenowych,

lub wzorem:

$$\Delta r' = \frac{r' \cdot \Delta h}{H}$$, wyrażając to w jednostkach mierzonych na zdjęciu (np. jeśli pracujemy na wydrukowanej ortofotomapie)

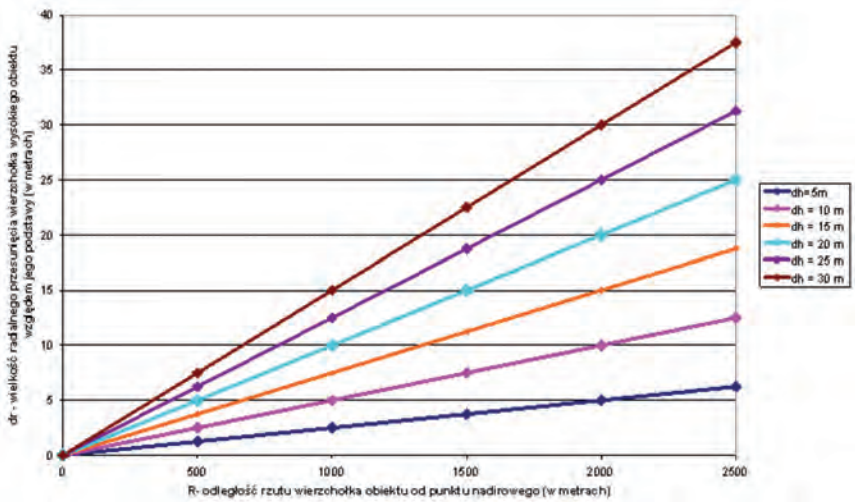
gdzie:

Δr – wielkość radialnego przesunięcia wierzchołka wysokiego obiektu względem jego podstawy (w jednostkach terenowych),
Δh – wysokość obiektu w terenie,
R – odległość rzutu wierzchołka obiektu od punktu nadirowego (w jednostkach terenowych),
H – wysokość fotografowania,
$\Delta r'$ – wielkość radialnego przesunięcia wierzchołka wysokiego obiektu względem jego podstawy (w jednostkach zdjęcia),
r' – odległość rzutu wierzchołka obiektu od punktu nadirowego (w jednostkach zdjęcia).



Ryc. 4.22. *Ilustracja przesunięcia obrazu wierzchołka elementu pionowego – punkt A' (np. linii oddziałowej interpretowanej na podstawie położenia koron drzew) względem obrazu podstawy tego elementu (punkt B') w zależności od jego wysokości względnej Δh*

Ilustrację zależności wymienionych wyżej parametrów przedstawia ryc. 4.22, a przykładowe wartości odległości między punktami *A* i *B*, czyli wielkość Δ*r* przesunięcia radialnego dla zdjęć wykonanych z wysokości 2000 m, przedstawia ryc. 4.23 (na wykresie wielkość Δ*r* oznaczona jest jako *dr*, a wielkość Δ*h* jako *dh*).



Ryc. 4.23. *Zależność przesunięcia elementów liniowych wyznaczanych przez wierzchołki drzew (przykład dla zdjęć wykonywanych z wysokości H = 2000 m)*

Należy jednocześnie zaznaczyć, że przesunięcia Δr mają istotne znaczenie dla obiektów położonych z dala od punktu nadirowego (środka zdjęcia). W pobliżu tego punktu przesunięcia są niewielkie, a w samym punkcie nie występują. Trzeba też pamiętać, że przesunięcia te mogą na ortofotomapie być stosunkowo niewielkie (zredukowane), gdyż wykonawcy ortofotomap powinni tworzyć finalny produkt z wykorzystaniem środkowych części pojedynczych zdjęć. Mniej tego typu zjawisk (nie we wszystkich kierunkach) wystąpi również na zdjęciach z cyfrowych kamer linijkowych, w porównaniu do zdjęć wykonanych kamerami analogowymi lub cyfrowymi kamerami matrycowymi (zob. ryc. 14.6.2 w „Geomatyka w Lasach Państwowych Część I. Podstawy").

Istotne jest, by przy korygowaniu geometrii elementów LMN z wykorzystaniem ortoobrazów mieć świadomość możliwości wystąpienia takich przesunięć. Pomocna w tego typu korektach byłaby możliwość użycia stacji fotogrametrycznej i praca na modelu trójwymiarowym stworzonym ze zdjęć lotniczych. Pracując jednak na płaskim obrazie ortofotomapy, należy zawsze rozważyć przy przeprowadzaniu korekt granic, czy wynikają one faktycznie z nieaktualnego ich przedstawienia na warstwach LMN, czy z przesunięć radialnych obrazu. Można też przyjąć założenie, że dla niektórych granic ta niedokładność nie ma znaczenia.

4.4. Klasyfikacje zdjęć lotniczych i satelitarnych pod kątem identyfikacji elementów opisowych drzewostanów

GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI

Zdjęcia lotnicze i satelitarne są bogatym źródłem informacji o zasobach leśnych, nie tylko jeśli chodzi o podział przestrzenny lasu, ale również w odniesieniu do niektórych cech taksacyjnych. Różne opracowania naukowe wskazują na możliwość zastosowania tych materiałów przy określaniu składu gatunkowego drzewostanów, zagęszczenia drzew, stopnia zwarcia koron, wieku i wysokości drzewostanów, a także stanu fizjologicznego związanego z różnego rodzaju uszkodzeniami.

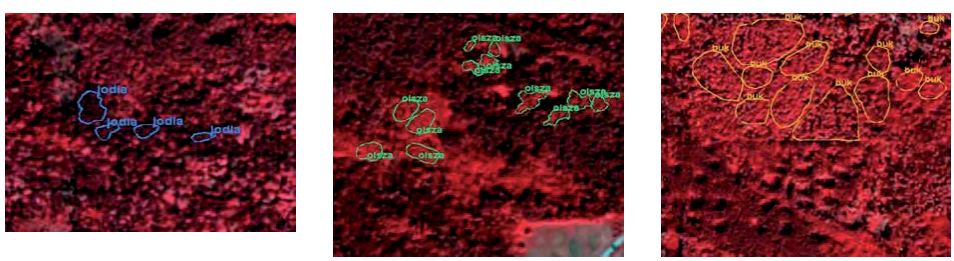
W poniższym rozdziale przedstawiono wybrane wyniki badań i analiz dotyczące praktycznego zastosowania zdjęć lotniczych i zobrazowań satelitarnych w leśnictwie, pochodzące z opracowania „Ocena i weryfikacja nowych sposobów pozyskiwania informacji z zakresu inwentaryzacji lasu do planu urządzania lasu oraz SILP" (Zajączkowski G., Wężyk P., 2004, Dokumentacja IBL wykonana na zlecenie DGLP).

4.4.1. Skład gatunkowy

Obrazy lotnicze i satelitarne, wykorzystujące do rejestracji pasma widzialne i bliską podczerwień, w zakresie której obserwuje się wyraźne zróżnicowanie odpowiedzi spektralnej poszczególnych gatunków drzew, pozwalają na zdalne określenie powierzchniowego składu gatunkowego drzewostanów na podstawie udziału powierzchni rzutu koron występujących gatunków drzew. Przestrzenne zróżnicowanie położenia poszczególnych gatunków odczytane z obrazu cyfrowego może być jednocześnie podstawą do określenia formy zmieszania gatunków.

Dysponując zdjęciami lotniczymi lub satelitarnymi obszarów leśnych, pozyskanymi w paśmie widzialnym lub szerszym zakresie spektralnym (obrazy wielo- i hiperspektralne), można podjąć próbę zdalnej oceny przynależności taksonomicznej koron drzew. Zwykle analizuje się cechy spektralne grup pikseli związanych z daną koroną, choć w przypadku bardziej zaawansowanych technik można również analizować wzorce kształtów obiektów odpowiadających koronom poszczególnych gatunków. Należy przy tym pamiętać, że warunkiem podjęcia jakichkolwiek analiz spektralnych jest dostateczna liczba pikseli przypadających na jedną koronę, czyli przynajmniej 3x3 piksele. Klasyfikację nadzorowaną obiektów występujących na zdjęciu prowadzi się na podstawie wskazanych na obrazie pól treningowych – w tym przypadku odpowiadają one koronom drzew znanych nam gatunków (ryc. 4.24).

Wybierając pola treningowe, należy zwrócić uwagę na oświetlenie koron – powinno się dobierać obiekty o przeciętnym oświetleniu. W przypadku dobrze oświetlonych koron pojawiają się zakłócenia spowodowane odbiciami prześwitującego przez gałęzie tła, zmieniającego się, np. w zależności od siedliska. Natomiast gdy oświetlenie jest zbyt słabe, różnice spektralne pomiędzy koronami drzew różnych gatunków się zacierają. Na skuteczną klasyfikację obrazu ma również wpływ rozdzielczość zdjęć. Do obszarów leśnych zaleca się stosowanie materiałów o rozdzielczości terenowej ok. 0,5 m. Jej zwiększenie może utrudnić zdalną interpretację obrazu, gdyż równocześnie zwiększy się jego zróżnicowanie spektralne. Nie należy oczekiwać, że otrzymany wynik analizy danych spektralnych pozwoli na bezbłędną oce-



a *b* *c*

Ryc. 4.24. *Przykładowe pola treningowe utworzone dla wybranych gatunków lasotwórczych: a – jodła, b – olsza, c – buk*

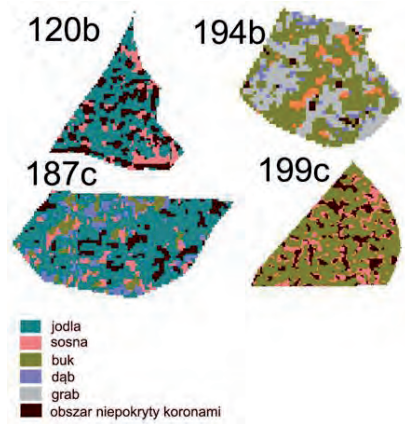
nę powierzchniową odnoszącą się do składu gatunkowego drzewostanów. Jak pokazują wyniki wielu doświadczeń, metoda klasyfikacji nadzorowanej pozwala uzyskiwać dokładność rzędu 80–90% w tym zakresie. Wynik ten można poprawić, uwzględniając przy interpretacji obrazu również inne parametry drzew i drzewostanów, np.: wymiary, kształt i zagęszczenie koron, warunki siedliskowe, wysokość drzew i ekspozycję terenu. Pomóc w tym może zastosowanie zaawansowanych technik analizy obrazu, w odniesieniu do obiektów (plam barwnych) składających się ze wszystkich pikseli w obrysie korony, przy wykorzystaniu zbiorów rozmytych (*fuzzy sets*), sieci neuronowych, analiz wielowymiarowych i modelowania mikstur – prawdopodobieństw przynależności obiektów do poszczególnych klas.

Tabela 4.4. Zestawienie danych o składzie gatunkowym

Adres	Gatunek	Skład gatunkowy na podstawie interpretacji obrazu satelitarnego		Skład gatunkowy na podstawie pomiarów terenowych		Skład gatunkowy na podstawie danych z SILP
		udział (%)	udział	udział (%)	udział	udział
120b	sosna	23,2	2	24,7	2	2
	jodła	76,8	8	75,3	8	8
187c	sosna	10,2	1	28,1	3	2
	jodła	71,6	7	38,8	4	7
	dąb	9,1	1	27,0	3	1
	buk	9,1	1	6,1	0	0
194b	dąb	5,5	0	15,5	2	1
	buk	50,5	5	64,5	6	9
	klon	6,5	1	6,0	1	0
	grab	37,5	4	14,0	1	0
199c	sosna	22,2	2	11,5	1	1
	buk	77,8	8	88,5	9	9

Na przykładzie czterech drzewostanów wielogatunkowych (ryc. 4.25) przedstawiono wyniki klasyfikacji nadzorowanej przeprowadzonej w celu porównania różnych sposobów określania składu gatunkowego – na podstawie analizy spektralnej zobrazowania QuickBaird o rozdzielczości 0,6 m (metodą klasyfikacji nadzorowanej), z pełnego pomiaru drzewostanu, z danych SILP.

Przeprowadzone doświadczenie pokazuje, że w drzewostanach mieszanych o dużej liczbie gatunków, szczególnie liściastych, nie można określić z oczekiwaną dokładnością (do 10%) składu gatunkowego, zakładając wy-



Ryc. 4.25. *Wyniki klasyfikacji nadzorowanej wybranych wydzieleń wielogatunkowych*

korzystanie do tego celu wyłącznie materiałów wielospektralnych. Zadowalające wyniki można uzyskać jedynie w drzewostanach dwugatunkowych.

Stan ten można poprawić, stosując wysokorozdzielcze, hiperspektralne zobrazowania lotnicze, w których informacje o pokryciu terenu gromadzone są jednocześnie z kilkudziesięciu wąskich fragmentów pasma widzialnego i podczerwieni. Dzięki temu możliwe jest precyzyjne uchwycenie różnic pomiędzy odpowiedzią spektralną poszczególnych gatunków drzew, a nawet faz rozwojowych w obrębie jednego gatunku. Na przykładzie polskich lasów przydatność tej technologii pozytywnie zweryfikował zespół badawczy z Wydziału Leśnego Akademii Rolniczej w Krakowie. Wykorzystując dane z 32 kanałów (z 256) skanera hiperspektralnego AISA (rozdzielczość 1 m), zgromadzone w 2001 r. w ramach projektu FOREMMS, prawidłowo rozróżniono na materiale cyfrowym gatunki drzew rosnących w badanej części Puszczy Niepołomickiej – sosnę, świerk, modrzew, dąb, buk, brzozę i olszę. Ponadto z dużą dokładnością określono fazy rozwojowe drzewostanów sosnowych.

4.4.2. Zagęszczenie drzew

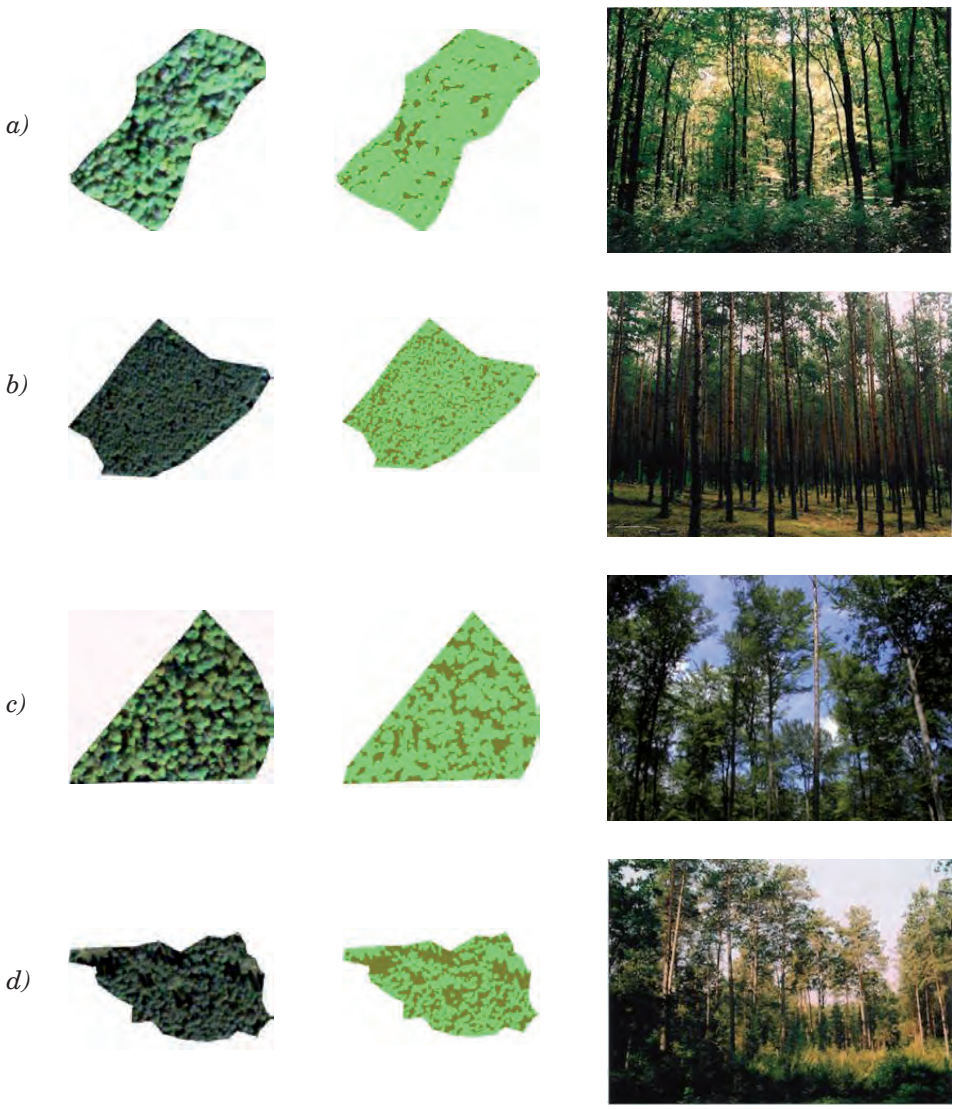
Jednym z podstawowych elementów oceny drzewostanów, który może być analizowany na zdjęciach lotniczych i satelitarnych, jest zagęszczenie drzew wyznaczane poprzez identyfikację korony drzewa i jej kształtu. Informację o tym elemencie można pozyskiwać na podstawie wizualnej interpretacji obrazów, określenia przeciętnej wielkości korony drzewa z wykorzystaniem klasyfikacji nadzorowanej dla danego obszaru lub wyników automatycznej analizy obrazu z zastosowaniem metody lokalnego maksimum. Stosowanie metody opartej na ocenie wizualnej może być obarczone dwiema negatywnymi cechami: możliwością subiektywizmu (w sytuacji, gdy nie określono szczegółowo zasad interpretacji) oraz pracochłonnością. Również zastosowanie klasyfikacji nadzorowanej, ze względu na niedoskonałość ręcznego (wzrokowego) sposobu wyznaczania zasięgu koron analizowanych drzew, nie daje zadowalających wyników. Oko ludzkie rozróżnia bowiem tylko 15–20 odcieni jasności, a potencjalne możliwości oprogramowania komputerowego sięgają np. 256 odcieni przy obrazach 8-bitowych. Celowe wydaje się więc zastosowanie zaawansowanego oprogramowania,

bazującego na rozpoznawaniu tzw. lokalnego minimum stanowiącego informację o położeniu najwyższego punktu korony drzewa.

Zliczanie drzew na zdjęciach lotniczych lub satelitarnych jest możliwe dzięki zróżnicowanej jasności różnych fragmentów koron. Za najbardziej przydatne do zdalnych analiz uważa się zobrazowania, na których dla pojedynczych drzew maksimum jasności występuje w okolicy wierzchołka i jest otoczone strefą rosnącego zacienienia. Warunek ten spełniają zobrazowania wykonane przy dość wysokim położeniu Słońca nad horyzontem i przy jednoczesnym odchyleniu skanera od pionu nie większym niż 10°. Na obrazach lub ich fragmentach niespełniających powyższych warunków występują problemy związane z przesłanianiem koron lub ich części oraz zniekształcenia perspektywiczne utrudniające lub wręcz uniemożliwiające poprawne oszacowanie zagęszczenia drzew. Do analiz rozmieszczenia drzew można wykorzystywać obrazy w odcieniach szarości. Jest to istotne szczególnie przy korzystaniu z wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych, które wśród kilku kanałów wielospektralnych mają jeden o wyższej rozdzielczości przestrzennej niż pozostałe, a więc piksele tworzące zdjęcie mają mniejsze wymiary i ukazują więcej szczegółów. Najczęściej jest to kanał panchromatyczny, który rejestruje cały zakres widma widzialnego, a czasem także fragment widma bliskiej podczerwieni. Do metod wyznaczania położenia wierzchołka, które wprost wykorzystują założenie o największej jasności pikseli położonych na szczycie korony, można zaliczyć m.in.:

- wyszukiwanie lokalnych maksimów (LM) obrazu jako najjaśniejszych punktów w przesuwającym się po wszystkich pikselach ruchomym oknie o określonym kształcie i wielkości; uzyskane maksima można weryfikować (filtrować), aby odrzucić przypadkowe rozbłyski tła lub wielu wierzchołków w obrębie korony;
- przetwarzanie całego obrazu (wygładzanie, wyostrzanie przejść tonalnych), prowadzące do uzyskania grup pikseli o jasności odpowiedniej do uznania ich za potencjalne wierzchołki;
- dopasowywanie wzorców przestrzennych – znajdowanie paraboloid obrotowych, których powierzchnia najlepiej odwzorowuje obserwowaną zmienność jasności wokół najjaśniejszego piksela; paraboloidy o określonym zakresie parametrów są następnie uznawane za reprezentujące drzewa, dając dodatkowo informacje o wielkości i kształcie korony;
- analizę krzywizn w wielu skalach; utrzymywanie się w danym miejscu krzywizny – obrazu brzegu korony – podczas poddawania zdjęcia kolejnym operacjom wygładzania jest uznawane za przesłankę istnienia w pobliżu rzeczywistego wierzchołka drzewa; takie podejście umożliwia analizę gęstych drzewostanów, w których znaczna część koron jest zakryta lub zacieniona.

Określona w powyższy sposób dokładność szacowania liczby drzew za pomocą różnych odmian metody lokalnego maksimum osiąga – w zależności od różnych cech strukturalnych drzewostanów – od 70% do ponad 90%. Wynik ten można jeszcze poprawić, integrując dane obrazowe z danymi pochodzącymi ze skaningu laserowego.



Ryc. 4.26. *Zróżnicowanie zwarcia na przykładzie czterech wybranych wydzieleń I kolumna – obraz multispektralny z satelity QuickBird; II kolumna – obraz poddany cyfrowej obróbce, ciemniejszym kolorem zaznaczono obszary niepokryte koronami drzew; III kolumna – zdjęcie naziemne analizowanego drzewostanu (fot. G. Zajączkowski):*
a) zwarcie pełne – 50-letni drzewostan bukowy o pełnym zwarciu koron,
b) zwarcie umiarkowane – 75-letni drzewostan sosnowy cztery lata po trzebieży,
c) zwarcie przerywane – 100-letni drzewostan bukowy w fazie odnowienia rębnią częściową,
d) zwarcie luźne –100-letni drzewostan sosnowy w fazie odnowienia rębnią gniazdową

4.4.3. Stopień zwarcia koron

Stopień zwarcia koron w drzewostanie określany jest podczas prac taksacyjnych. Kryterium oceny jest odległość pomiędzy poszczególnymi koronami drzew. Ze względu na zmienność tej cechy w różnych częściach wyłączeń drzewostanowych możliwe jest dokonanie błędnej oceny tej cechy przez taksatora. Wykorzystanie zdjęć lotniczych i satelitarnych może przyczynić się do eliminacji tego błędu dzięki możliwości uwzględnienia przy interpretacji obrazów całych zasięgów wyłączeń (ryc. 4.2.6). Dotyczy to jednak tylko górnego piętra drzewostanu. Należy bowiem pamiętać o ograniczeniach dotyczących drzewostanów o strukturze dwu- lub wielopiętrowej. Nie można oczekiwać wykrywania obiektów (koron) pod sklepieniem drzewostanu lub w zacienionych lukach.

4.4.4. Stan zdrowotny

Dane teledetekcyjne mogą być użytecznym narzędziem do wykrywania niepożądanych stanów fizjologicznych pojedynczych drzew i całych drzewostanów. Stany takie uzewnętrzniają się jako przebarwienia koron, dobrze widoczne zwłaszcza na zobrazowaniach wielospektralnych w zakresie promieniowania czerwonego i podczerwonego. Nawet na zdjęciach satelitarnych o mniejszej rozdzielczości, np. z obrazów LANDSAT, możliwe jest wykrycie martwych lub obumierających fragmentów lasu z wysoką (bliską 100%) dokładnością. To samo odnosi się do zobrazowań wysokorozdzielczych, np. US Forest Service jeszcze niedawno wykorzystywał do okresowej inwentaryzacji stanu sanitarnego lasu zdjęcia na 35-mm filmie spektrostrefowym. Opracowania z wykorzystaniem zdjęć spektrostrefowych (CIR) wykonywano także dla wybranych obszarów Polski od lat 70. XX w., np. przy określaniu degradacji lasów spowodowanych gradacjami w Puszczy Augustowskiej oraz w Borach Tucholskich, przy określaniu klas jakości lasów będących pod wpływem szkodliwego przemysłu w Bełchatowskim Okręgu Przemysłowym czy monitorowaniu zmian szaty roślinnej w Sudetach Zachodnich. Jednak najbardziej szczegółowe dane w tym aspekcie można pozyskać z zobrazowań hiperspektralnych. Dzięki możliwości pomiaru poziomu chlorofilu w liściach drzew skanery hiperspektralne są wysoce przydatne do wykrywania wczesnych faz uszkodzeń drzew i drzewostanów na skutek zanieczyszczenia powietrza, zaburzeń w gospodarce wodnej, chorób grzybowych lub gradacji owadów. Ponadto dzięki rejestracji zróżnicowania obszarów zielonych pod względem intensywności przeprowadzanej fotosyntezy możliwe jest szacowanie biomasy roślinnej na terenach leśnych, a tym samym pośrednio ocena ilości CO_2 wiązanego przez drzewostany.

Stan zdrowotny drzew i wielkość biomasy można opisać za pomocą wskaźnika wegetacji NDVI (Normalized Difference Vegetation Index = (NIR-R)/(NIR+R), gdzie: R – kanał czerwony, NIR – bliska podczerwień). Wartość wskaźnika ma ścisły związek z występowaniem roślinności – bujną zieloną roślinność lasów charakteryzuje wyższa wartość wskaźnika w porównaniu do

przesuszonych w okresie letnim pól i łąk. Ponadto analizowanie wartości NDVI w czasie pozwala na określenie dynamiki zmian wielkości masy zielonej. Właśnie ten wskaźnik jest odpowiedni do określania zawartości chlorofilu.

4.4.5. Wysokość drzew

Do oceny wysokości drzew najczęściej stosowaną techniką lotniczą jest skanowanie laserowe. Dostarcza ono informacji o obiektach przestrzennych obrazowanych w postaci trójwymiarowej chmury punktów wygenerowanej na podstawie informacji o miejscu odbicia wiązki promieniowania podczerwonego. Wysokość odczytuje się jako różnicę między odbiciem odpowiadającym wierzchołkowi a odbiciem zinterpretowanym jako powierzchnia gruntu. Zakłada się, że wierzchołkowi drzewa odpowiada jedno, najwyższe odbicie z ewentualnej grupy kilku odbić odpowiadających jednej koronie. Należy pamiętać, że ze względu na specyfikę zastosowanej technologii wysokość określona za pomocą lotniczego skanowania laserowego może być nieznacznie niedoszacowana (0,2–1,0 m). Informację o wysokości drzew i drzewostanów można też uzyskać poprzez stereoskopową analizę zdjęć lotniczych, jednak wymaga to innych materiałów (zdjęć lotniczych z odpowiednim pokryciem do stworzenia modeli stereoskopowych), odpowiedniego stanowiska pracy i przeszkolenia. Wygodniejszym i mniej pracochłonnym sposobem jest pozyskanie numerycznego modelu terenu (NMT) i numerycznego modelu pokrycia terenu (NMPT), wygenerowanych przez specjalistów wykonujących opracowania fotogrametryczne.

4.5. Przykłady analiz teledetekcyjnych

RADOMIR BAŁAZY

Praktyczne wykorzystywanie danych jest ostatnim elementem złożonego procesu wnioskowania, na który składa się pozyskiwanie materiałów geomatycznych, późniejsza ewentualna korekta, ich kalibracja itp. Choć sama analiza znajduje się na końcu tego dość długiego i czasami żmudnego łańcucha czynności, to z pewnością jest jej najprzyjemniejszym elementem. Ten etap pracy z danymi wymaga naszego zaangażowania i postawienia fundamentalnego pytania lub zestawu wielu pytań (i udzielenia odpowiedzi na nie): co jest celem analizy?, jaką ścieżkę rozwiązywania problemu wybierzemy?, co uzyskamy w wyniku takiej analizy? itd.

Jako przykład wybrano dwie analizy pośród wielu wykonanych w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Sudety Zachodnie oraz opisano pokrótce projekt badawczo-wdrożeniowy, realizowany wspólnie z RapidEye w ramach Programu EuFoDoS. Obie wspomniane analizy wymagają użycia Numerycznego Modelu Terenu (NMT). Nie oznacza to jednak, że są warte polecenia

wyłącznie w przypadku regionów górskich. Szczególnie pierwszy z przykładów, który dotyczy automatycznego wyznaczania zlewni rzek i faktycznego przebiegu cieków, może być z powodzeniem wykorzystywany w całej Polsce.

4.5.1. Automatyczne wyznaczanie zlewni rzek

Do przeprowadzenia wspomnianej analizy niezbędny jest NMT – najlepszy jest model o jak największej dokładności, a ideałem byłby model utworzony na podstawie danych LiDAR[1]. Bazą programową dla przedstawianego przykładu jest ArcGis Desktop (poczynając od funkcjonalności ArcView) z rozszerzeniem SpatialAnalyst oraz 3D Analyst jako narzędziem, które posłużyło do wygenerowania NMT[2]. Poligonem testowym był obszar Leśnego Kompleksu Promocyjnego (LKP) Sudety Zachodnie (ryc. 4.27), a celem analizy hydrologicznej – wyznaczenie faktycznego przebiegu cieków na podstawie modelu terenu, akumulacji przepływu w tychże ciekach, ich zlewni oraz teoretycznego czasu spływu wody do granic modelu. Bazą do przeprowadzenia analizy, jak już powiedziano, jest NMT (cieniowany w celu wizualizacji ukształtowania terenu) oraz warstwice (w tym wypadku wygenerowane z samego NMT) (ryc. 4.28, 4.29). Warstwa cienia znacznie ułatwia pracę z modelami wysokościowymi – sprawia, że obrazy wydają się plastyczne i przez to bardziej naturalne (ryc. 4.30). Częściową alternatywą dla niektórych funkcji cieniowania, dostępnych w rozszerzeniu SpatialAnalyst, może być darmowy dodatek Solar Analyst, dostępny na stronie U.S. Forest Service (http://www.fs.fed.us/informs/download.php). Przy opracowywaniu tego przykładu korzystano z materiałów szkoleniowych ESRI Polska, wykorzystywanych podczas certyfikowanych szkoleń z rozszerzenia SpatialAnalyst.

Podczas przeprowadzania analiz hydrologicznych tego typu ważne jest posiadanie nie tylko dobrych modeli terenu, ale także pozostałych warstw powiązanych z hydrologią obszaru. Musimy bowiem zdefiniować (za pomocą warstw poligonowych) miejsca, w których są zbiorniki wodne, wygładzić potencjalne[3] błędy modelu (np. tereny bezodpływowe), zdefiniować chropowatość powierzchni lub ją pominąć itp. W sumie należy odpowiedzieć na wiele pytań, zanim powstaną kolejne elementy układanki. Jeśli więc udało się „wygładzić" model, „zalewając" wszystkie błędnie wygenerowane dziury, można przystąpić do tworzenia mapy kierunków przepływu, która posłuży do wygenerowania mapy cieków (ryc. 4.31, 4.32). Ciekawym zabiegiem po wygenerowaniu obu map jest nałożenie warstwy cieków, której używaliśmy do tej pory[4] (ryc. 4.33).

---

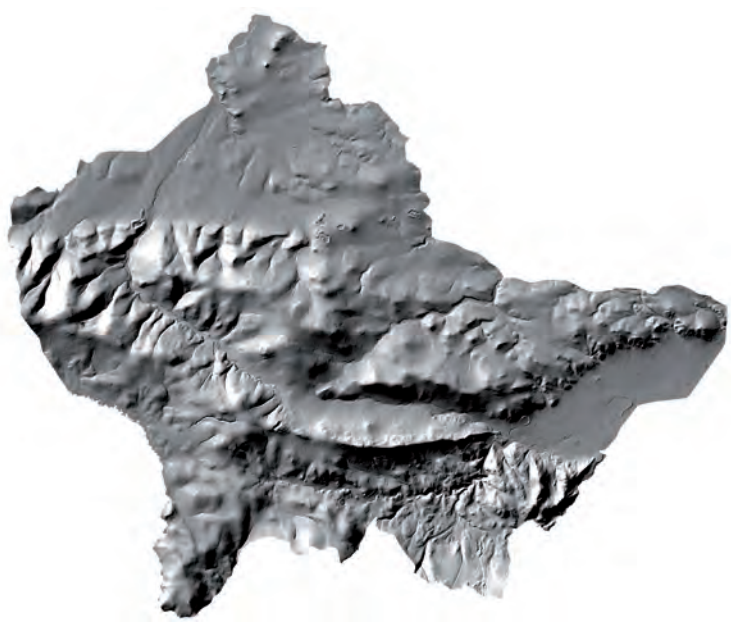
[1] Być może wkrótce kolejne nadleśnictwa i parki będą miały w swoich zasobach dokładne modele terenu.

[2] Podane oprogramowanie jest kosztowne, prezentowaną analizę można jednak przeprowadzić i bez rozszerzenia 3D, jeśli dysponujemy gotowym NMT.

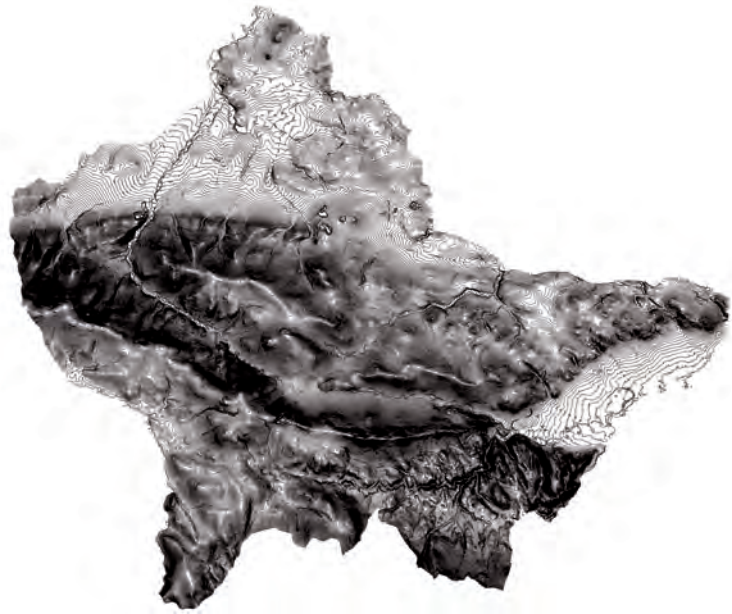
[3] Potencjalne, bo takie tereny mogą występować, np. kopalnie odkrywkowe itp.

[4] Prawdopodobnie wystąpią wielkie różnice, pamiętajmy jednak, że warstwa cieków sporządzana w trakcie prac urządzeniowych nie jest warstwą priorytetową dla leśników – zawiera informacje m.in. o rowach przydrożnych i nie była generowana, jak nasza, na bazie dokładnych modeli.

Ryc. 4.27. *Zasięg LKP Sudety Zachodnie, obejmujący Obręb Świeradów Nadleśnictwa Świeradów oraz dwa obręby Nadleśnictwa Szklarska Poręba*



Ryc. 4.28. *Wizualizacja modelu wysokościowego z cieniem na stokach południowo-wschodnich, wygenerowanym w celu podkreślenia rzeźby terenu*

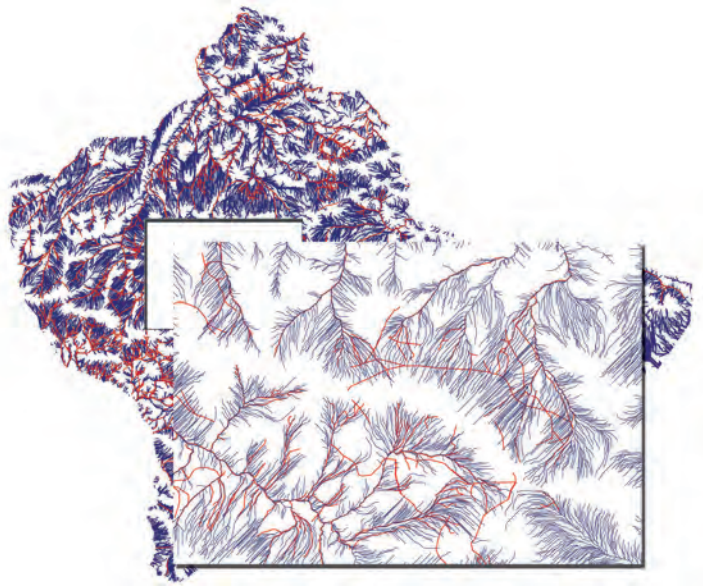


Ryc. 4.29. *Widok z cięciem warstwicowym 3 m*

Ryc. 4.30. *Wizualizacja numerycznego modelu terenu pozbawionego warstwy cienia – wysokość pokazana jest jedynie różnymi tonami szarości*

Ryc. 4.31. *Mapa kierunków przepływu*

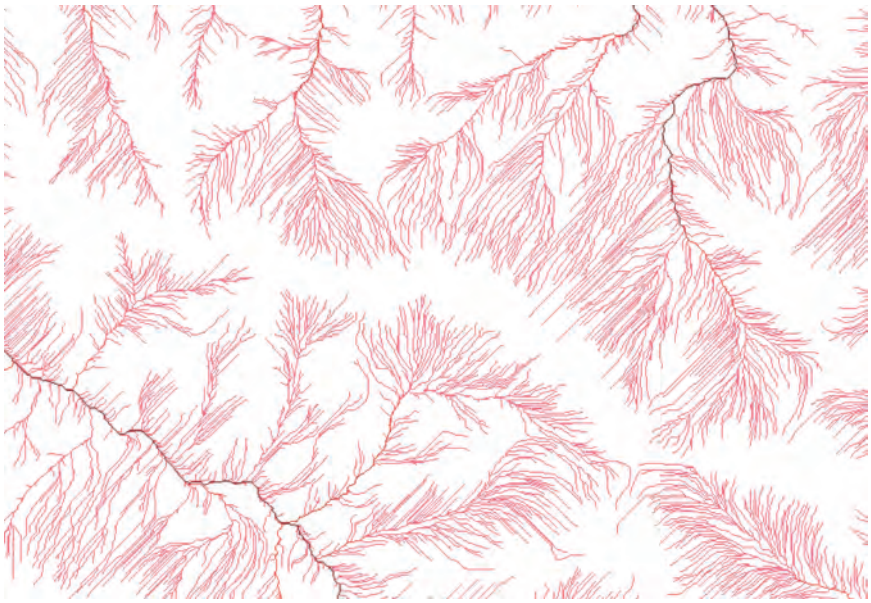
Ryc. 4.32. *Mapa przedstawiająca cieki wygenerowane na podstawie NMT*



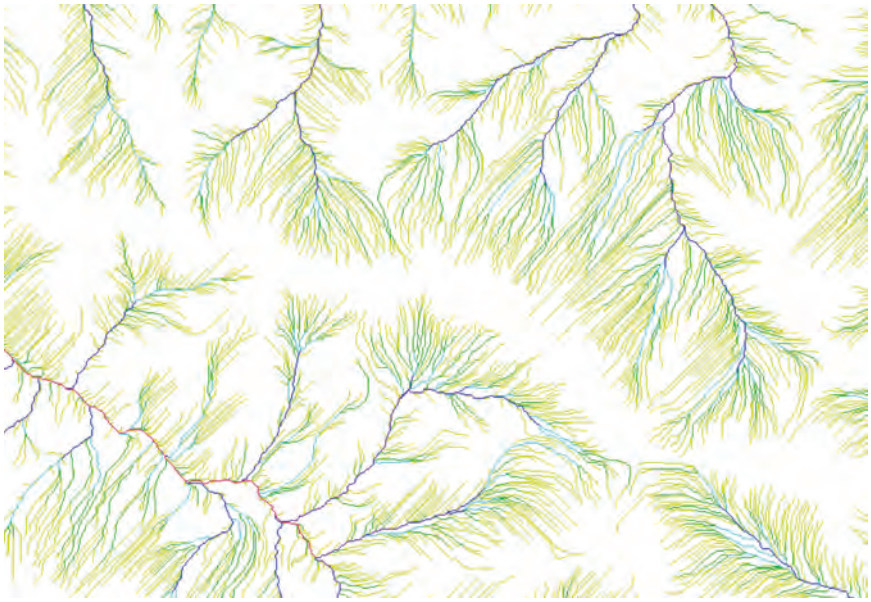
Ryc. 4.33. *Warstwa cieków LMN (kolor czerwony) nałożona na cieki wygenerowane na bazie NMT (kolor ciemnoniebieski)*

Otrzymane powyżej warstwy mogą stanowić materiał do dalszych analiz. Skoro dysponujemy dokładną lokalizacją cieków, możemy w prosty sposób zliczyć akumulację przepływu dla nich, otrzymując informację o ilości niesionej wody. Wykorzystujemy do tego narzędzie *Hydrologia > Akumulacja przepływu,* dostępne w rozszerzeniu SpatialAnalyst (ryc. 4.34). Pamiętajmy, że zarówno w tym przypadku, jak i w pozostałych, należy zdefiniować wiele dodatkowych parametrów, szczególnie wtedy, gdy dysponujemy bardzo dokładnym modelem terenu. Prawdopodobnie należy pozbyć się np. wszystkich cieków krótszych niż 5 m – jako mało realnych w rzeczywistych warunkach. Ostatecznie wygenerowana w ten sposób warstwa będzie kolejnym krokiem do dalszych analiz. Otrzymane cieki należy jeszcze pogrupować tak, by wygenerować informację o ich nadrzędności względem siebie. Posłużymy się w tym celu narzędziem *Hydrologia > Porządek strumieni*, które automatyzuje cały proces generowania wynikowego rastra (ryc. 4.35). Warstwa, którą udało nam się w ten sposób uzyskać, może być przekształcona w obiekt wektorowy, poszerzający nasze możliwości analityczne, np. o analizy sieciowe. Tego jednak nie będziemy przedstawiać w prezentowanym przykładzie.

Ostatnim elementem analizy jest wygenerowanie dorzeczy, zlewni i długości przepływów na podstawie otrzymanej wcześniej warstwy cieków. Pierwszą czynnością jest uruchomienie narzędzia *Hydrologia > Dorzecze*, za pomocą którego można wygenerować dorzecza. Przeciwnie do bardziej zaawansowanego narzędzia *Hydrologia > Zlewnia*, w którym dorzecza tworzy się tylko dla wskazanych punktów zlewania, tutaj znajdowane są

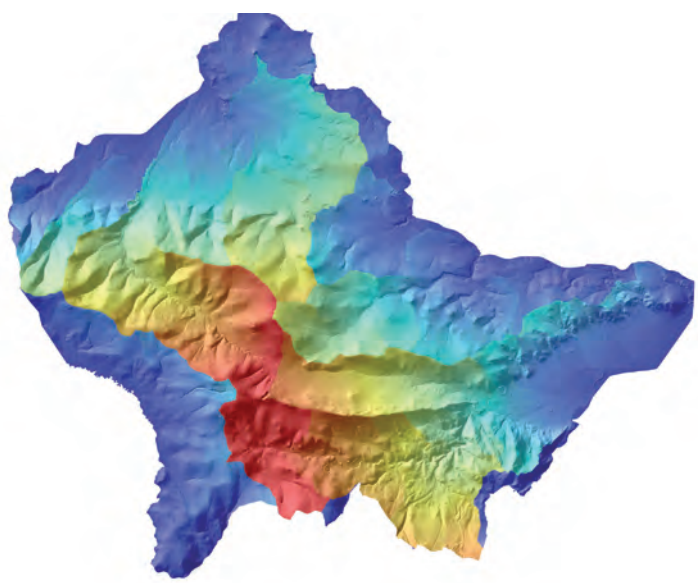


Ryc. 4.34. *Zastosowanie narzędzia akumulacja przepływu >< pozwala pogrupować cieki ze względu na ilość niesionej wody (im ciemniejszy kolor, tym więcej wody)*



Ryc. 4.35. *Poszczególne klasy cieków; na rycinie widać pięć klas, kolory są zależne od nadrzędności w sieci*

Ryc. 4.36. *Model zlewni rzek dla LKP Sudety Zachodnie. Niewielkie obszary, które wyodrębniono jako zlewnie, są efektem obcięcia modelu NMT do określonego zasięgu. Aby uatrakcyjnić wizualizację, prezentowaną warstwę wynikową naniesiono na cieniowaną mapę obszaru.*



Ryc. 4.37. *Model czasu spływu wody z obszaru LKP Sudety Zachodnie. Prezentowaną warstwę wynikową naniesiono na cieniowaną mapę obszaru, aby uatrakcyjnić wizualizację.*

one automatycznie. Pomimo że należy wykonać zaledwie kilka czynności, wymagających uruchomienia automatycznych narzędzi, sam proces wygenerowania przedstawianych map wymaga znacznych nakładów pracy[5]. Ostatecznie jednak możemy się cieszyć widokiem dokładnych modeli – zarówno zlewni, jak i długości przepływu cieków (ryc. 4.36, 4.37).

4.5.2. Wyliczenie erozji potencjalnej

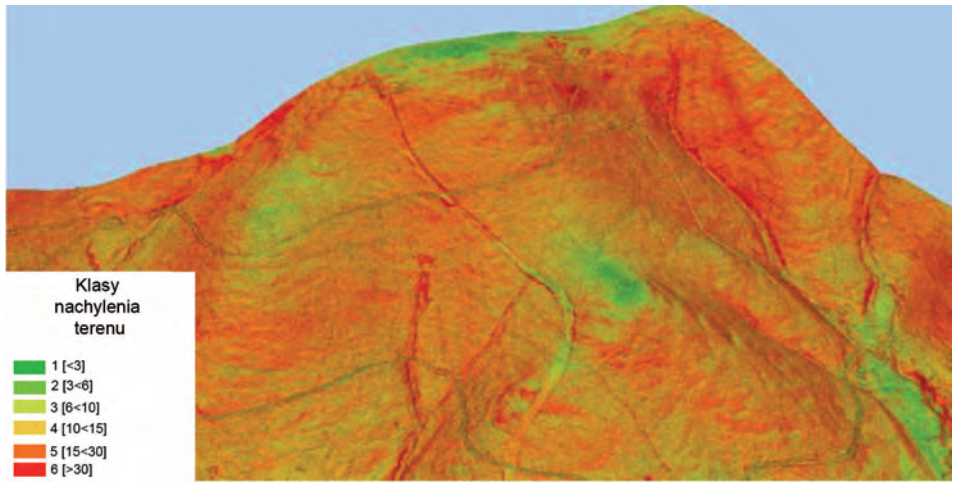
Drugą ciekawą analizą jest próba wyliczenia, stosunkowo prostym sposobem, erozji potencjalnej w rejonie masywu Stogu Izerskiego, gdzie planowana była ścieżka edukacyjna. Do przeprowadzenia symulacji wykorzystano numeryczny model terenu, warstwę glebowo-siedliskową dostarczoną w ramach operatu glebowo-siedliskowego oraz oprogramowanie ArcGis Desktop z rozszerzeniami SpatialAnalyst i 3D Analyst. Sama analiza jest bardzo dużym uproszczeniem warunków rzeczywistych, w których dodatkowo mamy zróżnicowaną pokrywę roślinną, odmienną chłonność gleby, chropowatość powierzchni i wiele innych. Pierwszy etap prac to wygenerowanie klas nachylenia terenu – w prezentowanym przykładzie jest ich sześć (ryc. 4.38). Kolejnym etapem jest nałożenie warstwy glebowo-siedliskowej, a w zasadzie wyłącznie jej części wierzchniej (ryc. 4.39).

Następnie wszystkie występujące na interesującym nas obszarze gatunki gleb należy przeanalizować pod kątem ich przynależności do grup granulometrycznych i podatności na erozję (tab. 4.5). Ostatecznym wynikiem klasyfikacji jest model terenu z kolejną nałożoną warstwą, obrazującą podatność na erozję. Jak się okazało, w analizowanym rejonie wszystkie gatunki gleb należą do jednej grupy granulometrycznej.

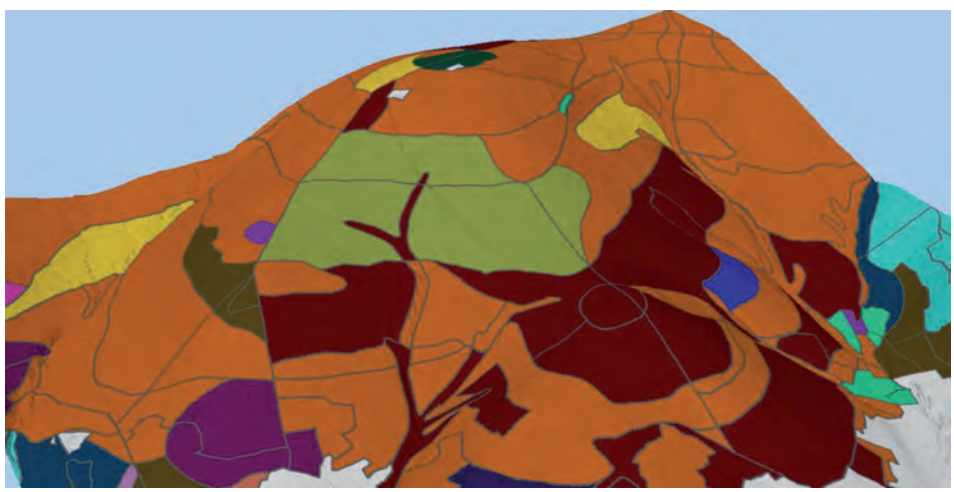
Tabela 4.5. Klasyfikacja gleb ze względu na podatność na erozję (Jała i Cieślakiewicz 2005)

Grupy granulometryczne gleb	Nachylenie terenu					
	$<3^o$	$3^o < 6^o$	$6^o < 10^o$	$10^o < 15^o$	$15^o > 30^o$	$>30^o$
	stopnie zagrożenia gleb erozją					
	1	2	3	4	5	6
Utwory pyłowe zwykłe, piaski gliniaste (lekkie i mocne) pylaste	1	2	3	4	5	6
Piaski gliniaste lekkie i mocne, gliny lekkie pylaste, pyły ilaste, gliny lekkie i gliny średnie, gleby szkieletowe	0	1	2	3	4	5

[5] Faktyczny proces generowania prezentowanych modeli może trwać kilka dni, zależnie od posiadanych danych i ich rozmiaru. Na proces ten składa się znacznie więcej czynności niż tu opisano; ze względu na ogólny charakter podręcznika autor zawęził opisy tylko do głównych procesów.



Ryc. 4.38. *Numeryczny model terenu z nałożonymi klasami nachylenia*



Ryc. 4.39. *Numeryczny model terenu z nałożonymi poligonami reprezentującymi wierzchnie warstwy gleb*

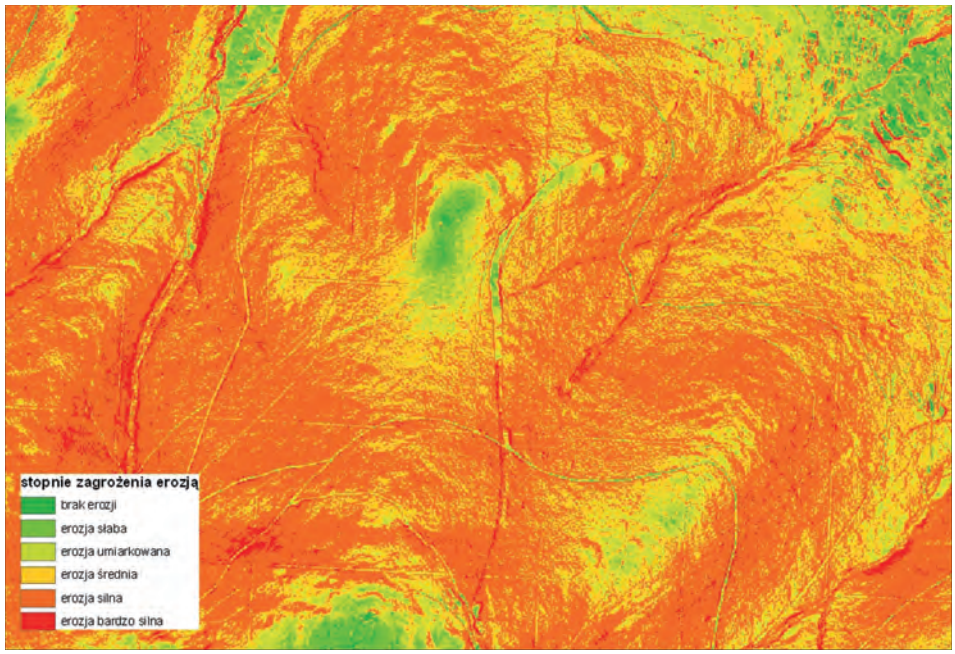
Wynikiem dodawania dwu warstw rastrowych: nachylenia terenu i przynależności do jednej z grup ze względu na zagrożenie erozją, jest mapa obrazująca stopnie zagrożenia erozją (ryc. 4.40). Pokazuje ona, że jeśli cały analizowany obszar jest pokryty utworami jednej klasy granulometrycznej, to mapa nachylenia jest prawie równoważna mapie erozji.

Cały rozdział dotyczy głównie pracy z ortofotomapą, na koniec warto więc przedstawić możliwości wykorzystania zdjęć satelitarnych w codziennej pracy. Przedstawione materiały są efektem Projektu EuFoDoS (Europe-

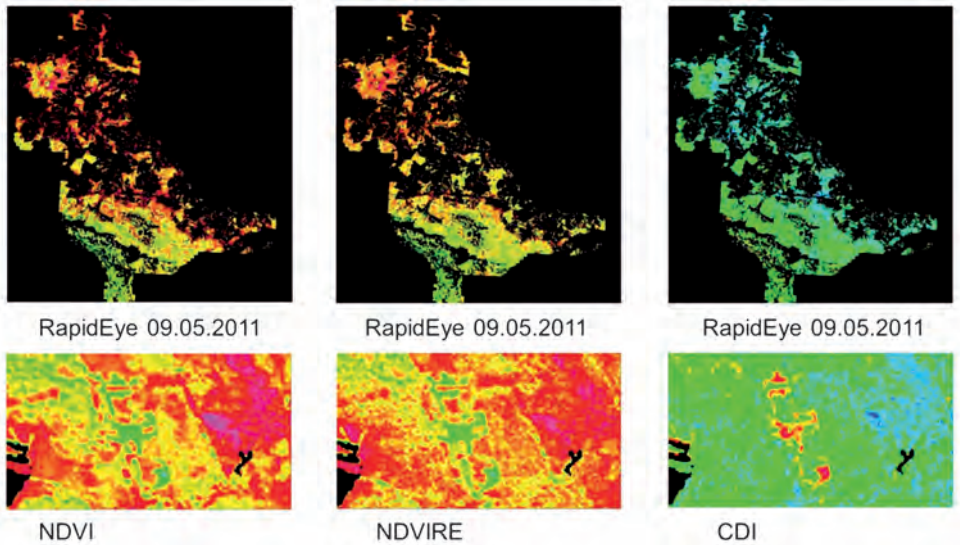
anForestDownstream Services), którego celem jest stworzenie internetowej platformy wymiany informacji dla instytucji europejskich zajmujących się prowadzeniem gospodarki leśnej. Dzięki takiej platformie można by przeciwdziałać zagrożeniom (np. ocena zagrożenia pożarem czy gradacją owadów) lub szybko i precyzyjnie ocenić szkody (np. wiatrołomy, pożarzyska).

Projekt jest jednym z europejskich programów badawczych w ramach inicjatywy GMES (Global Monitoring for Environment and Security). Finansowany jest on w ramach 7. Programu Ramowego i opiewa na kwotę 3,41 mln euro. Ideą projektu jest współpraca instytucji naukowych i tzw. użytkowników końcowych, co pozwoli, z jednej strony, od razu weryfikować wyniki analiz w terenie, z drugiej – dopasować serwis do potrzeb użytkowników. Zakończenie realizacji projektu planowane jest na 31 grudnia 2013 r.

W ramach tego programu LKP Sudety Zachodnie, reprezentowany przez Nadleśnictwo Świeradów, może liczyć na comiesięczne zdjęcia satelitarne i ortofotomapy oraz, być może, na wykorzystanie innych technologii satelitarnych w codziennej pracy, np. radarowych. Uczestnictwo LKP Sudety Zachodnie w projekcie jest możliwe dzięki wsparciu Instytutu Badawczego Leśnictwa. Kalibracja systemu trwać będzie przez dwa najbliższe lata i w tym okresie będziemy dostawać na bieżąco materiały telemetryczne. Po 2014 r. korzystać będą mogli wszyscy, jednak część, a może nawet całość usług będzie dostępna odpłatnie, jak ma to miejsce z innymi programami w ramach GMES.



Ryc. 4.40. *Mapa zagrożenia erozją*



Ryc. 4.41. *Wykorzystanie zdjęć satelitarnych RapidEye w poszukiwaniu chorych drzew na obszarze Nadleśnictw Szklarska Poręba i Świeradów (analizy wykonane w ramach Programu Eufodos)*

Ryc. 4.42. *Przykład wykrywania obszarów zalesionych znajdujących się poza ewidencją Lasów Państwowych. Kalkulację wykonano na podstawie zdjęć satelitarnych, następnie wyniki porównano z dostępnymi zdjęciami lotniczymi tego obszaru i warstwą wydzieleń LMN (analizy wykonano w ramach Programu Eufodos)*

Najistotniejsze jednak są nie informacje dotyczące samego projektu, lecz możliwości wykorzystywania zdjęć satelitarnych w codziennej pracy leśnika. Nadleśnictwo Świeradów testować będzie zaledwie kilka spośród wielu możliwych zastosowań zdjęć satelitarnych, m.in. w prognozowaniu

zagrożeń inwazją szkodliwych owadów, w automatyzacji procesu zliczania szkód pohuraganowych czy też rozpoznawania obszarów zalesionych. Możemy sobie wyobrazić hipotetyczną sytuację, w której podstawą obserwacji stanu lasu, pojawiających się gniazd kornikowych itp. będzie nie pracownik terenowy Służby Leśnej, ale właśnie program działający na bazie zdjęć satelitarnych. Dzisiaj to może wydawać się fikcją, ale za kilka lat praca wykwalifikowanego leśnika będzie zbyt cenna, by zajmował się on poszukiwaniem drzew kornikowych, kiedy maszyny będą robić to lepiej i taniej. Warto podkreślić, że zdjęcia RapidEye, przy stosunkowo dużej rozdzielczości (5 m), są relatywnie tanie, a specyficzny rozkład wszystkich pięciu satelitów pozwala wykonywać zdjęcia niemal codziennie.

Kilka przedstawionych analiz to tylko niewielki procent możliwości, jakie dają nam współczesne materiały teledetekcyjne. Liczne przykłady świadczą o tym, że mogą to być technologie nie tylko tańsze, ale i znacznie dokładniejsze od działań człowieka. Warto się zastanowić nad nimi – jeśli nie z poznawczego, to właśnie z ekonomicznego punktu widzenia.

4.6. System kartowania mobilnego – MMS

ANDRZEJ CHOROMAŃSKI

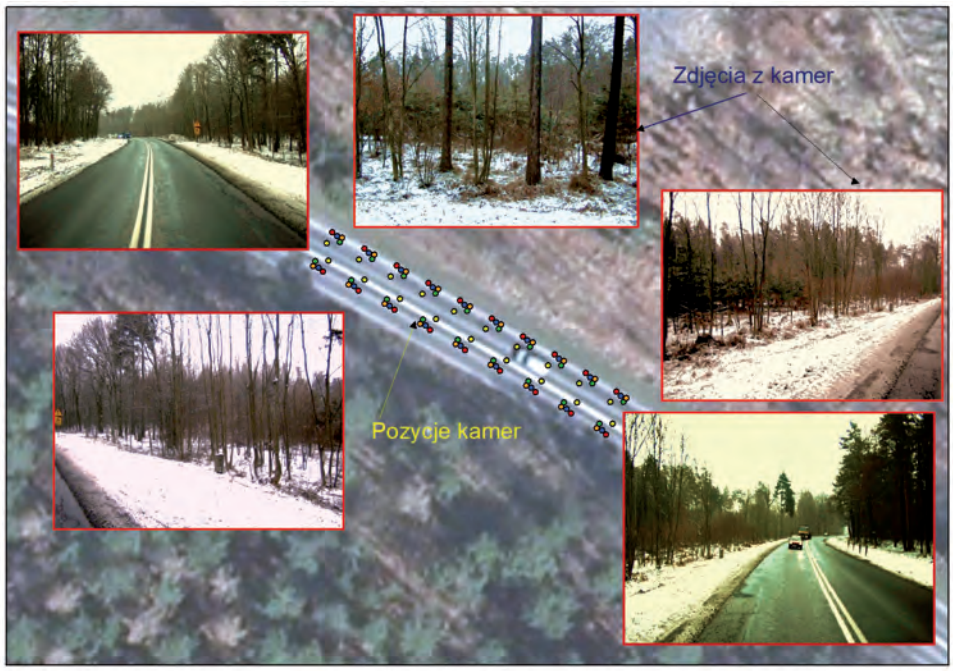
4.6.1. Wprowadzenie

W książce „Geomatyka... Część I. Podstawy" w rozdziale „System kartowania mobilnego – MMS" omówiono: przegląd technologii, dotychczasowe zastosowania MMS w Lasach Państwowych, metodę inwentaryzacji obiektów liniowych w lasach z wykorzystaniem MMS oraz analizę korzyści i kosztów (Choromański 2010).

W tej części przedstawia się obszary zastosowań MMS, prace przygotowawcze do zlecenia zamówienia i wzór przedmiotu zamówienia. Ze względu na wagę problemu – wypełnienie treści mapy w zakresie administrowanym przez nadleśnictwo danymi topograficznymi, omawiając wykorzystanie technologii MMS, zasygnalizowano również zastosowanie jej do harmonizacji danych Leśnej Mapy Numerycznej(LMN) i Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT).

W podsumowaniu przedstawiono plan projektu z wykorzystaniem technologii MMS, na przykładzie realizacji projektu Vasa. Okręt – duma szwedzkiej marynarki królewskiej, zwodowany w sierpniu 1628 r. – po przepłynięciu zaledwie mili morskiej poszedł na dno. Niektóre wnioski, jakie można wyciągnąć z tej katastrofy, mogą mieć zastosowanie przy tworzeniu projektów GIS, m.in. z wykorzystaniem technologii MMS (Marasco 2006).

Dwie podstawowe cechy technologii MMS: mobilność – szybkość zbierania i przetwarzania danych oraz ich pozycjonowanie z określonym błędem),



Ryc. 4.43. *Wizualizacja przejazdów po drodze w obie strony z zaznaczonymi pozycjami kamer* (x,y,z) *oraz zdjęciami z tych kamer*

wyznaczają szeroki zakres jej wykorzystania. Ważne jest również to, że w zrealizowanych projektach z wykorzystaniem MMS dla LP ukształtował się pewien poziom referencyjny co do dokładności i kosztów. Te cechy umożliwiają także wykorzystanie MMS jako platformy wymiany danych między LMN a BDOT.

4.6.2. Obszary zastosowań technologii MMS

W czasie pomiarów pozyskuje się najczęściej trzy rodzaje danych: zdjęcia cyfrowe, chmury punktów pomierzonych techniką laserową i dane georadarowe. Dane te uzyskują atrybut położenia z błędem względnym (w stosunku do samochodu) centymetrowym oraz bezwzględnym (względem układu współrzędnych) – metrowym. Na podstawie danych laserowych budowane są modele terenu i pokrycia terenu, na które nakłada się zdjęcia; na tak zbudowanych modelach dokonuje się pomiarów obiektów sytuacyjnych.

Te dwa sposoby pozyskiwania danych (obrazy stereoskopowe i chmury punktów laserowych) wyznaczają tok postępowania przy praktycznym wykorzystaniu pomiarów MMS.

Na podstawie obowiązujących przepisów (standardu LMN, IUL) i projektów zrealizowanych w LP można określić następujące obszary zastosowań, w których pomiary MMS mogą być użyteczne:

1. Szybka (dedykowana) weryfikacja linii podziału powierzchniowego i sieci dróg, niewidocznych z ortofotomapy.
   Zlecenie wykonania pomiaru powinno być poprzedzone analizą widoczności dróg z ortofotomapy. Ze względu na jednorodność danych trzeba jednak pamiętać, żeby drogi zaliczane do pomiaru bądź ich fragmenty tworzyły część sieci docelowej dróg leśnych.
2. Inwentaryzacja (przed- i powykonawcza) robót sieciowych prowadzonych na terenach leśnych.
   W wyniku pomiaru możemy dokumentować roboty zanikające i szkody powstałe w trakcie robót. Szczególnie istotna jest wiedza o masach ziemi do przemieszczenia.
3. Inwentaryzacja urządzeń sieciowych.
   Informacje dotyczące sieci elektrycznych napowietrznych, a częściowo wodociągowych i gazowych mogą być gromadzone za pomocą technologii MMS i wykorzystywane np. przy decyzjach o wyłączaniu gruntów z produkcji leśnej czy też stanowić podstawę do umów o użytkowanie gruntów leśnych przez firmy sieciowe.
4. Inwentaryzacja budynków i budowli.
   Zebrane dane ułatwiają opracowanie aktualnej informacji o budynkach i budowlach, łącznie z ich modelowaniem trójwymiarowym.
5. Analiza wywozu drewna drogami istniejącymi i projektowanymi, z uwzględnieniem udostępniania pozycji. Symulacja alternatywnej sieci dróg.
   Hierarchia ważności dróg ze względu na wywóz drewna powinna być ustalona na podstawie mas drewna ciążących z poszczególnych pozycji (wydzieleń) do dróg istniejących. Z analizy tej może wyniknąć potrzeba (konieczność) zaprojektowania i wybudowania nowych dróg jako rozwiązania bardziej efektywnego. Zaniechanie wykonywania analiz sieciowych uwzględniających atrybuty nośności dróg i samochodów wywozowych doprowadza do sytuacji, w której „przewoźnicy nie stosują się do leśnych zaleceń i jadą według własnego uznania najlepszą drogą" (Szałata 2011).
6. Wizualizacja dojazdów związanych z udostępnieniem lasu.
   Filmy pochodzące z pomiarów mogą wizualizować dojazdy do przewodnika turystycznego, myśliwych, leśnych kompleksów promocyjnych LKP. Mogą stanowić dokumentację fotograficzną upraw i młodników.
7. Analizy ppoż. Inwentaryzacja punktów czerpania wody.
   Można wykonywać analizy sieciowe uwzględniające skrajnie, łuki pionowe i poziome. Istnieje możliwość pomiaru położenia punktów czerpania wody – jako obiektów nie tylko punktowych, ale również powierzchniowych.
8. Wspólne z samorządami projekty drogowe, realizowane ze środków pomocowych.

Praktycznie wykorzystywana sieć dróg nie jest obarczona podziałem administracyjnym (dla użytkownika nie ma znaczenia, kto administruje czy zarządza danym odcinkiem drogi), toteż współdziałanie w projektowaniu i wykonawstwie drogowym często przynosi efekt synergii, którego współdziałający nie są w stanie osiągnąć osobno. Szczególne znaczenie ma to przy występowaniu o środki pomocowe.

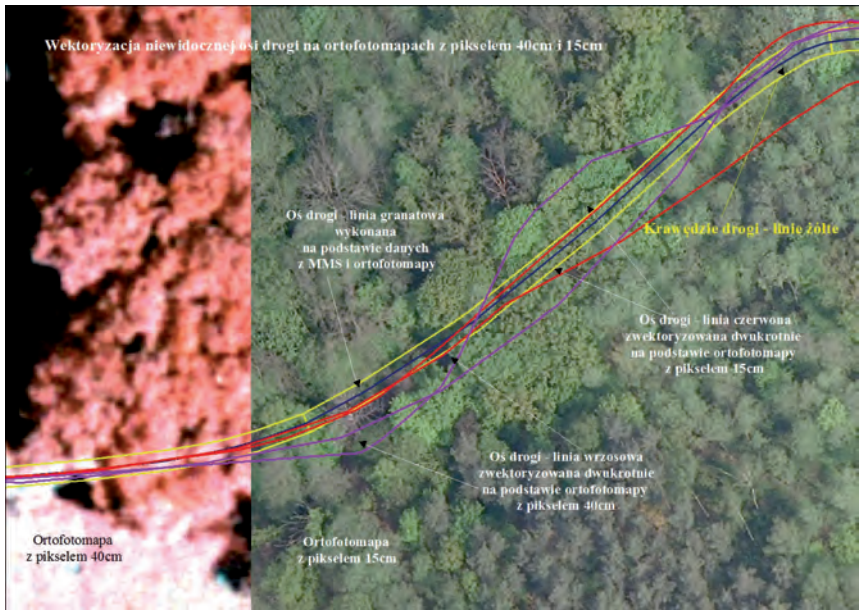
9. Projekt docelowej sieci dróg realizowany w trakcie wykonywania mapy ewidencyjnej (gospodarczej) stanowiącej podstawę PUL.
   Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że projekt sieci dróg powinien poprzedzać prace geodezyjne i urządzeniowe. Wpływa to na zwiększenie dokładności, obniżenie kosztów i powoduje bardziej efektywne wykorzystanie ortofotomap jako podstawy do opracowania mapy gospodarczej oraz taksacji.
10. Stworzenie mechanizmu umożliwiającego zharmonizowanie danych LMN, SILP i BDOT.
    Istnieje naturalna potrzeba wzajemnego uzupełnienia danych LMN, Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP) i BDOT. Treść mapy terenów leśnych powinny stanowić dane pochodzące z mapy gospodarczej wykonanej na podstawie ortofotomapy, a terenów administrowanych w zasięgu nadleśnictwa – dane topograficzne pochodzące z BDOT. Wymaga to prac dostosowawczych w zakresie geometrii oraz atrybutów. Na podstawie danych z MMS można tworzyć wspólną część, która będzie podstawą do zharmonizowania wyżej wymienionych baz.

4.6.3. Prace przygotowawcze do zlecenia projektu z wykorzystaniem technologii MMS

W pracach przygotowawczych do zlecenia pomiarów należy wziąć pod uwagę, że projekt z wykorzystaniem technologii MMS powinien zawierać wybór co najmniej kilku wariantów, w których zakres analiz winien uwzględniać relację pomiędzy jakością danych a kosztami. Budowę docelowej sieci dróg leśnych należy poprzedzić analizami sieciowymi na całym obszarze administrowanym przez nadleśnictwo na podstawie dostępnych danych. Kolejnym etapem powinno być wykonanie inwentaryzacji w celu uzupełnienia brakujących danych, przetworzenie ich i wykonanie analiz.

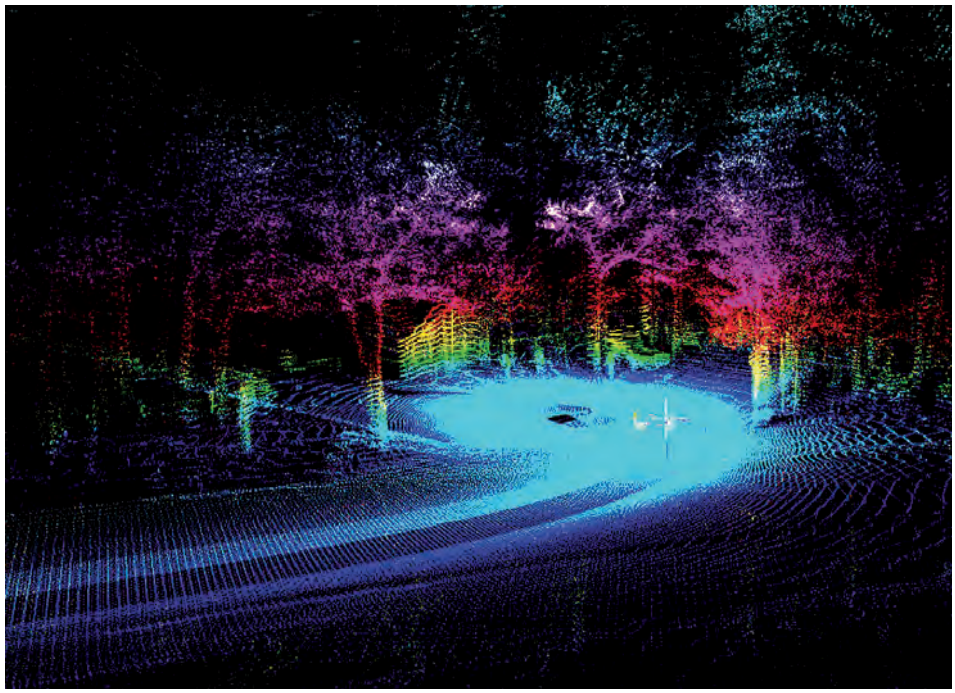
Podejmując decyzję o zleceniu projektu z wykorzystaniem MMS, powinniśmy poprzedzić ją następującymi działaniami:

1. Wyznaczenie celów rzeczywistych i pozornych.
   To podstawowy punkt przygotowań. W nim określa się rzeczywiste potrzeby i oczekiwania dotyczące usprawnienia działań, uczynienia ich efektywniejszymi.
2. Określenie kosztów remontów i inwestycji drogowych do poniesienia w okresie analizowanym (dziesięcioleciu).
   Jest to jeden z podstawowych elementów planu finansowo-gospodar-



Ryc. 4.44. *Ilustracja dwukrotnej wektoryzacji osi drogi niewidocznej na ortofotomapie przez dwóch operatorów*

Ryc. 4.45. *Jednoczesny pomiar średnicy i wysokości drzewa – na modelu stereoskopowym zbudowanym ze zdjęć pozyskanych z MMS – oraz inwentaryzacja grodzeń i młodników*



Ryc. 4.46. *Kompozycja chmur punktów pozyskanych z laserów MMS, którą można wykorzystać do pomiaru drzew, budynków i rzeźby terenu*

czego. Wynik realizacji tego punktu jest drugim składnikiem analizy korzyści i kosztów.

3. Określenie obszarów do inwentaryzacji dróg leśnych, publicznych, linii oddziałowych, obiektów pasa drogowego i jego okolic, budynków i budowli, urządzeń hydrotechnicznych.
   Zdefiniowanie obszarów zastosowań podkreśla wielowymiarowość inwentaryzacji, co w efekcie wpływa na wykorzystanie jej w różnych działach, obniża koszty i poprawia wynik.
4. Weryfikacja istniejących materiałów (ortofotomapy, NMT, BDOT).
   Wpływa na poprawienie jakości i zakresu danych oraz umożliwia wykonanie analiz czasowych. Zmniejsza koszty prac terenowych.
5. Określenie sąsiedztwa od strony technicznej i finansowej w celu przyszłego uzgodnienia styków.
   Uwzględnienie charakterystyki sąsiadów (pod względem organizacyjnym, technicznym i finansowym) umożliwia uzgodnienie styków, a w przyszłości realizację wspólnych projektów.
6. Wyznaczenie priorytetów wynikających z ważności drogi (kategorii), planów i projektów, harmonogramów rozliczania projektów.

Na podstawie listy priorytetów planuje się etapy zbierania i przetwarzania danych i dobór źródeł.

7. Określenie potrzeb (z nich wynika konfiguracja MMS, liczba zebranych danych, ich przetworzenie, a w efekcie koszty projektu).
   Tu muszą być zdefiniowane parametry techniczne pozyskiwanych danych (zdjęć, chmury punktów laserowych, obrazów termalnych, obrazów georadarowych).
8. Identyfikacja barier o charakterze organizacyjnym (np. droga powiatowa dzieląca kompleksy i z tego powodu nieremontowana, mająca istotny wpływ na sieć dróg; ograniczenia nośności).
   Ograniczenia (bariery w analizach sieciowych) powstają również w wyniku decyzji administracyjnych, np. obniżenie standardu drogi powiatowej dzielącej kompleks leśny poprzez zaniechanie jej remontu.
9. Określenie ilości drewna ciążących do poszczególnych odcinków dróg. Wykonanie potoku ładunków wyznaczonego na podstawie mas udostępnianych w dziesięcioleciu.
   Wykonanie mapy obciążenia (drogi i miejsca pozyskania) określa kierunki zrywki; w połączeniu z istniejącą siecią dróg. Jest to podstawa do analiz sieciowych w istniejącej strukturze dróg i umożliwia korektę tej struktury o nowe inwestycje lub likwidacje części dróg. Nowe drogi powinny być komplementarne do już istniejących.
10. Określenie dotychczasowych kosztów utrzymania sieci dróg.
    Jest to jeden z podstawowych elementów wykonania planu finansowo-gospodarczego. Dotychczasowe koszty utrzymania dróg mogą stanowić referencje finansowe do przyszłych projektów.
11. Analiza korzyści i kosztów.
    Należy tu uwzględnić korzyści (oszczędności, korzyści dla organizacji oraz korzyści przyszłe i zewnętrzne) określone w tab. 4.6.

12. Z treści tabeli wynika, że koszt opracowania zgromadzonych danych dotyczących 1 ha (oszacowany na podstawie projektów zrealizowanych w latach 2005–2008) wynosił od 18 do 25 zł.

W latach 2008–2011 znacznie obniżyły się koszty, przede wszystkim opracowania ortofotomapy – jest to wynikiem coraz bardziej powszechnego jej zamawiania. Można przyjąć, że w roku 2011 koszty te zawierały się w przedziale od 14 do 16 zł za mapę.

Na wielkość tej kwoty wpływają: koszt opracowania ortofotomapy, NMT oraz rejestracji i przetworzeń MMS. Na zakres przedziału kosztów jednostkowych ma wpływ przede wszystkim: wielkość sieci, zdefiniowane ocze-

Tabela 4.6. Korzyści i koszty płynące z wdrożenia metody inwentaryzacji obiektów liniowych z wykorzystaniem wybranych narzędzi geomatycznych

<table>
<tr><th>Oszczędności</th><th>Korzyści dla nadleśnictwa</th><th>Korzyści ogólne</th><th colspan="2">Koszty opracowania danych dla 1 ha</th></tr>
<tr><td>Uregulowanie zobowiązań wobec przepisów (SILP i SLMN)</td><td>Określenie warunków odbioru projektów GIS pod względem jakości i kosztów</td><td rowspan="2">Stworzenie interfejsu komunikacji między organizacjami, np. LP i odbiorcami drewna w ramach obowiązujących standardów.

Przygotowanie materiałów do procesów standaryzacji i certyfikacji.

Przygotowanie części mechanizmu umożliwiającego harmonizację LMN i TBD.</td><td>MMS + ortofotomapa + NMT [zł] na 2008 r.</td><td>MMS + ortofotomapa +NMT [zł] na 2011 r.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Obniżenie kosztów:
• wektoryzacji dróg z błędem nie większym niż 2,5 m
• inwentaryzacji przed- i powykonawczych robót sieciowych
• inwentaryzacji budynków i budowli, np. przeznaczonych do sprzedaży
• przygotowania materiałów promocyjnych przy jednoczesnej poprawie ich jakości
• realizacji wspólnych inwestycji i remontów drogowych i infrastrukturalnych
• przygotowania materiałów topograficznych
• sporządzania planów urządzania lasu.</td><td>Regulowanie sytuacji zewnętrznej i wewnętrznej podziału powierzchniowego oraz umożliwienie wykonywania analiz sieciowych, których celem jest dostarczenie informacji decyzyjnych w zakresie planowania gospodarczego. Poprawa jakości standardów (efekt harmonizacji LMN, SILP – BDOT).</td><td rowspan="2">18–25</td><td rowspan="2">14–16</td></tr>
<tr><td colspan="2">Umożliwienie nawigacji po drogach leśnych w ramach wielofunkcyjnego udostępniania lasu.</td></tr>
</table>

kiwane błędy pomiaru, zakres atrybutów sieciowych do pozyskania, czas opracowania i dostępność dróg.

Informacje z kolejnych projektów:

- „Opracowanie transgranicznego systemu wspomagania procesów decyzyjnych dla zdalnej i modelowej oceny biomasy drzewnej w lasach obszaru wsparcia Pomerania”– Nadleśnictwo Drawno – 2011;
- „Wykonanie systemu obsługi oraz inwentaryzacja sieci dróg strategicznych w Nadleśnictwie Konstantynowo” – 2011;
- ortofotomapy dla Nadleśnictw Przasnysz, Miłomłyn, Strzałowo – 2011 oraz dla Bolesławca i Łodzi;
- inwentaryzacja dróg w Racibórzu;

aktualizowały referencje pod względem jakościowym, rzeczowym i finansowym, w tym koszty jednostkowe wykorzystania poszczególnych technologii geomatycznych, dlatego w powyższych analizach odnoszono się do tych zaktualizowanych kosztów.

4.6.4. Wzór przedmiotu zamówienia

Tworząc przedmiot zamówienia, należy zadbać zarówno o jakość, zakres, jak i o wartość danych. Wzór przedmiotu zamówienia projektu z wykorzystaniem technologii mobilnego systemu kartowania powinien odnosić się do referencji w ocenie:

- jakości danych (kompletności, spójności logicznej, dokładności położenia, dokładności czasowej, dokładności tematycznej),
- efektywności.

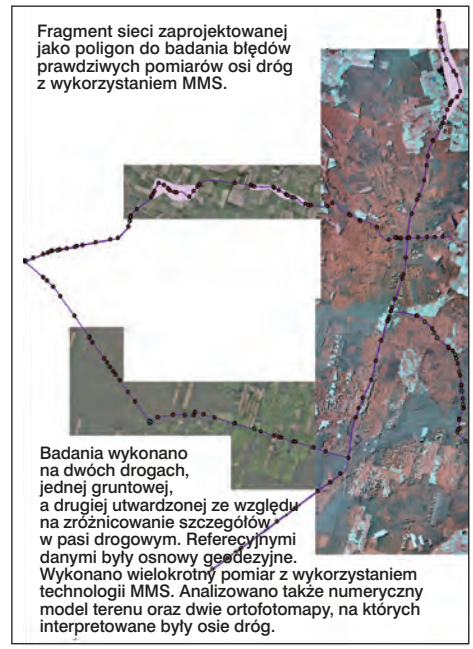
Na następnych stronach przedstawiono przykłady specyfikacji istotnych warunków zamówień przygotowanych dobrze i źle.

Dobre zamówienie powinno zawierać następujące elementy:

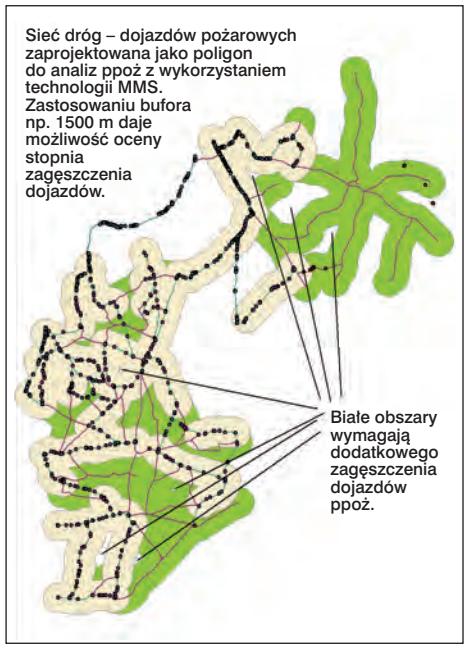
1) komponenty logiczne (zakres atrybutów):
   - tabele atrybutów dróg i obiektów mostowych,
   - inne dane z SILP;
2) komponenty fizyczne sieci dróg (zakres danych):
   - segmenty,
   - węzły,
   - zakręty;
3) rodzaj pozyskanych danych:
   - zdjęcia (barwne, w bliskiej podczerwieni, termalne),
   - obrazy stereoskopowe,
   - chmury punktów laserowych;
4) rozdzielczość pozyskanych danych;
5) odwzorowanie kartograficzne;
6) tolerancje błędów względnych i bezwzględnych;
7) format zapisu danych;
8) sposób przekazania i odbioru danych.

Przykład dobrego zamówienia

a



b



c

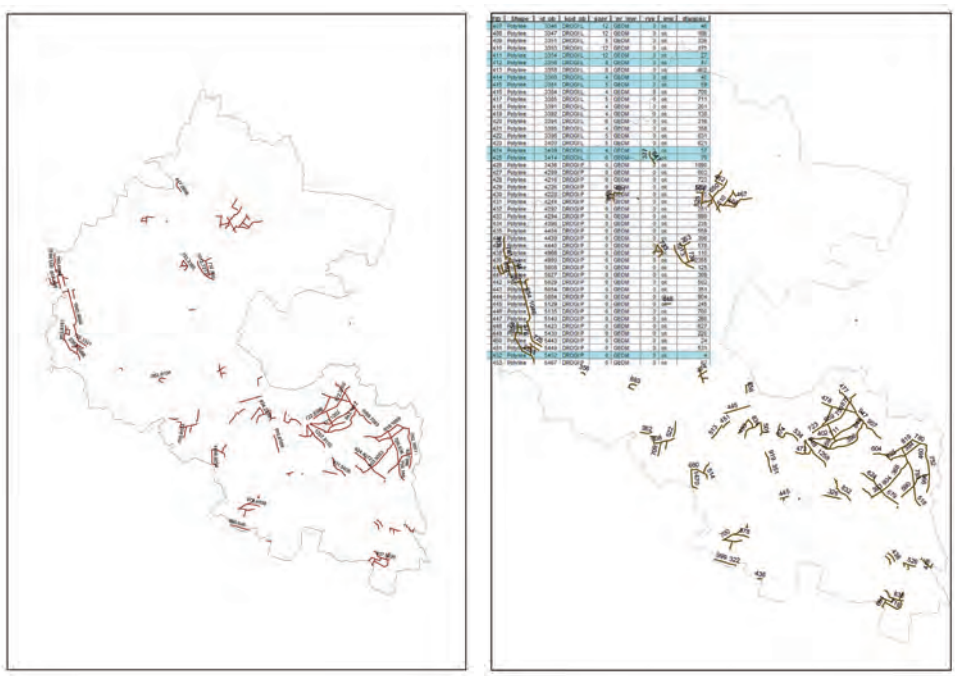
Ryc. 4.47. *Przykłady trzech sieci:*
a – wielofunkcyjna,
b – analiza błędów,
c – dojazdy pożarowe) zbudowanych na podstawie danych z MMS

Na rycinie 4.47 (a, b, c) przedstawiono drogi wybrane do inwentaryzacji. Tworzą one sieć, ponieważ są:
– komplementarne w stosunku do dróg innej własności,
– jednorodne pod względem jakości danych,
– zdefiniowane pod względem układu odniesienia,
– określone przez tolerancje błędów, z jakimi zostały pomierzone.

Przykład pokazany na ryc. 4.48 (a i b) pochodzi ze specyfikacji istotnych warunków zamówienia jednego z nadleśnictw, które ogłosiło przetarg na:
- *Wykonanie systemu obsługi oraz inwentaryzacja sieci dróg strategicznych w Nadleśnictwie…*
- *Szczegółowy opis zamówienia. Opracowanie planu sieci drogowej...*
- *Plan sieci drogowej powinien zawierać przebieg dróg wskazanych przez Zamawiającego i dróg wyższej kategorii zlokalizowanych na obszarach leśnych w granicach administracyjnych Nadleśnictwa…*

Drogi przeznaczone do inwentaryzacji MMS nie stanowią sieci, pod względem jednorodności danych. Jeśli nawet uzupełnimy je z innych źródeł, np. ewidencji dróg powiatowych lub innych rejestrów publicznych, to powstanie zbiór danych niejednorodnych pod względem jakości.

Przykład złego zamówienia



a *b*

Ryc. 4.48. *Drogi strategiczne nadleśnictwa przeznaczone do inwentaryzacji MMS*

Drogi są poszatkowane, stanowią przykład „łataniny”. Odcinki kilku- lub kilkudziesięciometrowe (ryc. 4.48.b – fragment tabeli atrybutów) praktycznie eliminują wykorzystanie ich do budowy sieci i pomiarów z zastosowaniem technologii MMS.

4.6.5. Tok postępowania przy praktycznym wykorzystywaniu wyników pomiarów MMS w nadleśnictwie, w tym analizy sieci transportowej

Wykorzystując praktycznie wyniki zastosowania technologii MMS, należy postępować następująco:

1. Odbiór danych od wykonawcy pomiarów. Sprawdzenie charakterystyki pozyskanych danych (skali, rozdzielczości, odwzorowania, tolerancji błędów).
   Poprawny odbiór robót pomiarowych umożliwi sprawne rozliczenie projektu zgodnie z oczekiwaniami.
2. Uspójnienie pozyskanych danych z bazą SILP i LMN.
   Łącząc dane wektorowe (geobazę) i dane rastrowe (zdjęcia) ze scentralizowaną bazą SILP, należy zwrócić szczególną uwagę na objętość dyskową rastrów (rzędu kilkuset gigabajtów), mając na uwadze ich późniejsze wykorzystanie.
3. Wykonanie projektów analiz sieciowych na podstawie zdefiniowanych obszarów zastosowań.
   Kompleksowe zdefiniowanie obszarów zastosowań wpłynie na adekwatne określenie korzyści.
4. Wykonanie analiz sieciowych uwzględniających uwarunkowania finansowo-gospodarcze.
   W tym punkcie należy przeprowadzić weryfikację zakresu analiz, uwzględniając uwarunkowania finansowo-gospodarcze.
5. Wykonanie złożonych modeli decyzyjnych.
   Oto kilka przykładów złożonych modeli decyzyjnych, których wykorzystanie przyniesie wymierne korzyści:
   – rozdział papierówki (S2a i b) do odbiorców strategicznych z uwzględnieniem pozycji pozyskania i rodzaju transportu (kołowy, kolejowy);
   – zagospodarowanie mas drewna z klęsk żywiołowych, na podstawie danych pozyskanych przed wycięciem;
   – ocena efektów projektów z zakresu małej retencji z wykorzystaniem numerycznego modelu terenu, numerycznych modeli pokrycia terenu i analiz czasowych,
6. Wykonanie analizy korzyści i kosztów.
   Definiując korzyści, musimy uwzględnić rozmaite pożytki z wykorzystania technologii MMS.

Tabela 4.7 zawiera przykładową listę pożytków, czyli informacji, które mogą być zebrane i przetworzone z zastosowaniem technologii MMS.

Tabela 4.7. Przykładowa lista informacji, które można zebrać z MMS

Ochrona lasu	Inwentaryzacja powierzchni podokapowych, mrowisk, grodzeń, zabezpieczeń mechanicznych, dostrzegalni.
Hodowla lasu	Ocena upraw, przygotowania gleby.
Stan posiadania	Szybka (dedykowana) weryfikacja linii podziału powierzchniowego, niewidocznych z ortofotomapy.
Infrastruktura	Inwentaryzacja rowów, dróg, przepustów, linii energetycznych, linii telefonicznych. Inwentaryzacja (przed- i powykonawcza) robót sieciowych prowadzonych na terenach leśnych; widocznych elementów gazociągów, wodociągów.
Pozyskanie	Inwentaryzacja magazynu otwartego, stosów, mygieł.
Gospodarka łowiecka	Wizualizacja paśników, ambon, osad łowieckich.
Edukacja i turystyka	Wizualizacja ścieżek turystycznych, ścieżek dydaktycznych, tablic informacyjnych, szlaków konnych, izb edukacyjnych.
Ochrona ppoż.	Pomiar i inwentaryzacja dojazdów pożarowych, zbiorników ppoż, hydrantów.

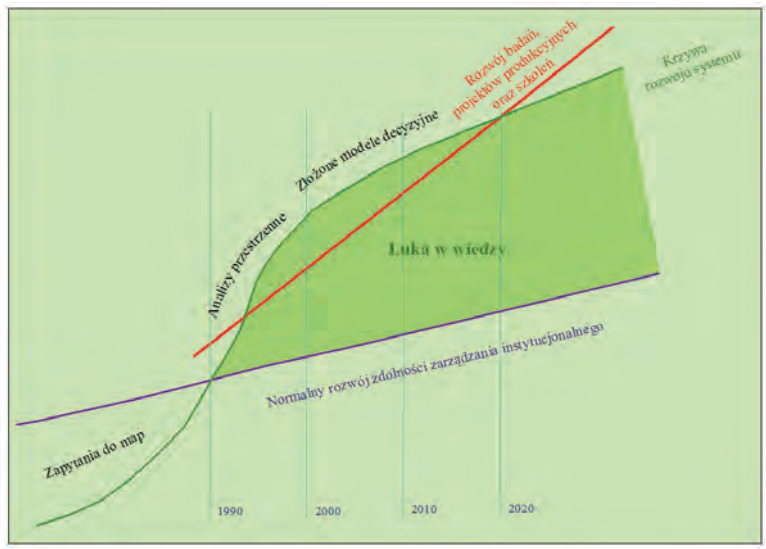
4.6.6. Podsumowanie

Przedstawiono podstawową barierę ograniczającą rozwój i wykorzystanie nowych technologii geomatycznych, tj. lukę w wiedzy (Tomlinson 2008).

Luka w wiedzy dobrze opisuje największy problem, z jakim się stykamy, realizując projekty GIS, w tym z wykorzystaniem technologii MMS. Od 1990 r. następuje rozwój tych technologii, ale jednocześnie mamy do czynienia z szybszym rozwojem możliwości technologicznych od możliwości ich wykorzystania przez organizację. W rezultacie nie buduje się złożonych modeli decyzyjnych, ograniczając się do niezbyt zaawansowanych analiz przestrzennych. Na wykresie wizualizuje to przestrzeń pod czerwoną linią.

Jednym ze sposobów ograniczenia skutków tego zjawiska jest realizacja badań i projektów produkcyjnych z zakresu GIS i na tej podstawie realizowanie szkoleń.

Uświadomienie problemu i podjęcie wysiłków w celu wypełnienia tej luki dają nadzieję, że nowe możliwości zostaną wykorzystane w celu zwiększenia produktywności działań.



Ryc. 4.49. *Rozwój GIS (w tym technologii MMS) wyprzedza możliwości jej wykorzystania (na podstawie: Tomlinson 2008)*

Lekcja historii z przymrużeniem oka

Na podstawie opisu Joe Marasco, który razem z Tomem Love dostrzegł związek między tragedią Vasy a tworzeniem oprogramowania. Posłużyłem się tym przykładem, bo dobrze ilustruje moje doświadczenia przy realizacji projektów z wykorzystaniem nowych technologii, w tym MMS. Teksty pogrubione pochodzą z publikacji „Zarządzanie projektami informatycznymi" (Marasco 2006).

- **Nie pozwólmy, aby król był architektem**
  Decydenci często tworzą łataninę, która staje się rozwiązaniem docelowym. Przed laty funkcjonowało powiedzenie: „Kasia napisze patch-a".
- **Rzeczy nie zawsze są takie, jakimi się wydają**
  Ważność (obciążenie) dróg musi być potwierdzona analizami, nie tylko oparta na naszym odczuciu, że są najczęściej wykorzystywane.
- **Sprawdzanie planów**
  Plany potrzeb muszą być weryfikowane w trakcie realizacji projektu.
- **Znaj swoją niewiedzę**
  Wiem, jaka powinna być sieć dróg, bo jeżdżę po nich, wiem lepiej.
- **Kontynuacja przywództwa**
  Nie wyrzucaj projektów, informacji czy danych dlatego, że zrealizował je poprzednik.

- **Jak zwykle w pośpiechu**

  Piszemy specyfikację, bo trzeba wydać środki unijne albo zbliża się koniec roku.
- **Skupiamy się na rzeczach nieistotnych**

  Ważna jest cena, nieistotne jest to, co otrzymujemy. Dopasowujemy zakres rzeczowy projektu do pozycji planu. Odwrócone jest planowanie, które nie wynika z rzeczywistych potrzeb określanych przez analizy sieciowe, ale z podziału środków na działy.
- **Gdy plan jest zły**

  To otrzymujemy fragmenty (często oderwane od siebie) sieci dróg i dziwimy się, że mogliśmy otrzymać wiele atrybutów, a dostaliśmy jeden – szerokość drogi.
- **Testowanie**

  Sieć dróg – baza, w trakcie testowania powinna być uspójniona z LMN i SILP pod względem jakości oraz zakresu danych.
- **Prototyp kontra produkt**

  Zwykle nie wykonuje się takiego porównania i z tego wynika przekonanie, że dobrze wydaliśmy pieniądze, m.in. stąd ocena, że zastosowana technologia (narzędzie) jest kosztowna.
- **Śledztwo**

  Warto zastanowić się, dlaczego popełniliśmy błędy, a jeśli nie potrafimy się do nich przyznać, to nie udawajmy, że chcemy coś zmienić (poprawić zakres lub jakość danych, w efekcie zwiększyć efektywność naszego działania), bo i tak wiemy lepiej.

Zakończenie

Podsumowując i rozliczając projekt, decydenci powinni znaleźć czas na zadanie pytania: na co wydaliśmy pieniądze? I doczekać się odpowiedzi. Wiele możemy się nauczyć z wypadku Vasy.

5.
Pozycjonowanie satelitarne

JACEK PRENGEL

5.1. Planowanie misji pomiarowych GNSS

Upowszechnienie się systemów nawigacji satelitarnych (GNSS) powoduje, że często ich użytkownicy nie zastanawiają się nad technologią, jaka się w nich kryje i jakie niesie ze sobą ograniczenia. Określenie pozycji z dokładnością nawet 30 m w większości codziennych zastosowań jest wystarczające. Algorytmy programów użytkowych powodują przy tym złudzenie, że ta dokładność jest jeszcze większa (dociąganie do sieci dróg, symulacja określenia pozycji w tunelu itp.). Inaczej sytuacja wygląda z zastosowaniem systemów nawigacji satelitarnej w pomiarach – w takiej sytuacji użytkownikowi zależy na jak największej precyzji wykonanych pomiarów. Spośród wielu czynników mających wpływ na dokładność wyznaczenia pozycji za pomocą GNSS należy wymienić: dokładność wyznaczenia czasu, dokładność określenia pozycji satelitów na orbicie, zaburzenia jonosfery i stratosfery, odbicie sygnałów radiowych emitowanych przez satelity oraz geometrię rozmieszczenia satelitów na orbitach.

Wpływ większości czynników można zminimalizować, m.in. poprzez: wprowadzanie nowych satelitów o zwiększonej dokładności zegarów atomowych, wykorzystywanie wielu częstotliwości do nadawania sygnałów nawigacyjnych (L_1, L_2, L_5), ulepszanie konstrukcji anten odbiorczych czy stosowanie technologii pomiaru różnicowego. Użytkownik może wpływać na zwiększenie dokładności pomiarów, niwelując wpływ opisanych czynników poprzez dobór odpowiedniego odbiornika GNSS (wielosystemowy, wielozakresowy, umożliwiający pomiar fazowy i pomiar różnicowy lub postprocesing, z anteną zewnętrzną niwelującą odbicia). Taki wybór będzie trafny

1	2	3	4	5	6
00	00	00	00	00	00
0.000495	0.010616	0.014922	0.009979	0.002616	0.006712
5153.6	5153.5	5153.6	5153.7	5153.7	5153.6
130.294	129.749	63.219	130.731	-169.393	67.520
75.917	-166.967	66.204	45.678	11.478	-37.129
56.912	176.698	-174.591	-1.868	-71.238	-62.292
147456	147456	147456	147456	147456	147456
1.0073	-0.2194	-0.7392	-0.2716	0.6063	-0.3402
-0.0004538	-0.0004669	-0.0004617	-0.0004676	-0.0004453	-0.0004590
92506.4	365257.3	794410.7	3814.7	-245094.3	1907.3
0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
1662	1662	1662	1662	1662	1662

Ryc. 5.1. *Przykład fragmentu almanacha*

w przypadku pomiarów geodezyjnych, przy których osiągana precyzja powinna sięgać centymetrów.

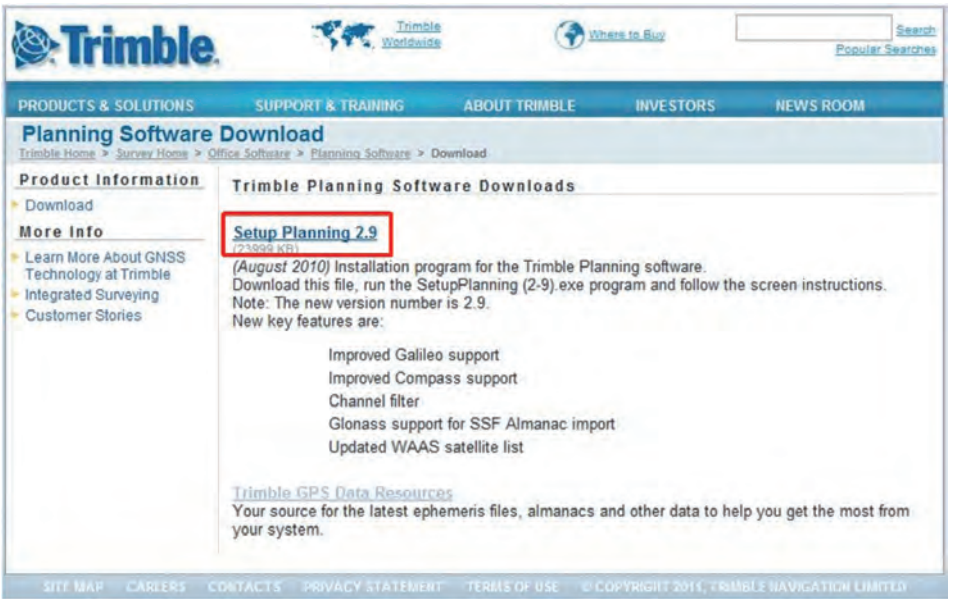
Wadą zaawansowanych odbiorników jest ich wysoka cena. W przypadku odbiorników klasy GIS mamy zazwyczaj do czynienia z odbiornikami jednosystemowymi, jednoczęstotliwościowymi, z obsługą korekcji różnicowej EGNOSS i wbudowaną anteną. Polepszenie dokładności pomiarów można w tym wypadku osiągnąć poprzez wyznaczenie przedziałów czasowych, w których przestrzenny układ satelitów będzie korzystny do przeprowadzenia misji pomiarowych. Miarą przewidywanej dokładności pomiarów są wskaźniki DOP. Wyznaczenie czasu misji polega więc na ustaleniu przedziałów czasu, w których są one najniższe.

Opisany dalej sposób planowania czasu pomiarów będzie korzystnie wpływał na dokładność pomiarów bez względu na typ wykorzystywanego odbiornika. Istnieje wiele narzędzi umożliwiających wyznaczenie optymalnego czasu pomiarów. Ich wspólną cechą jest to, że wykorzystują do obliczeń publikowane almanachy (dane opisujące trajektorie satelitów).

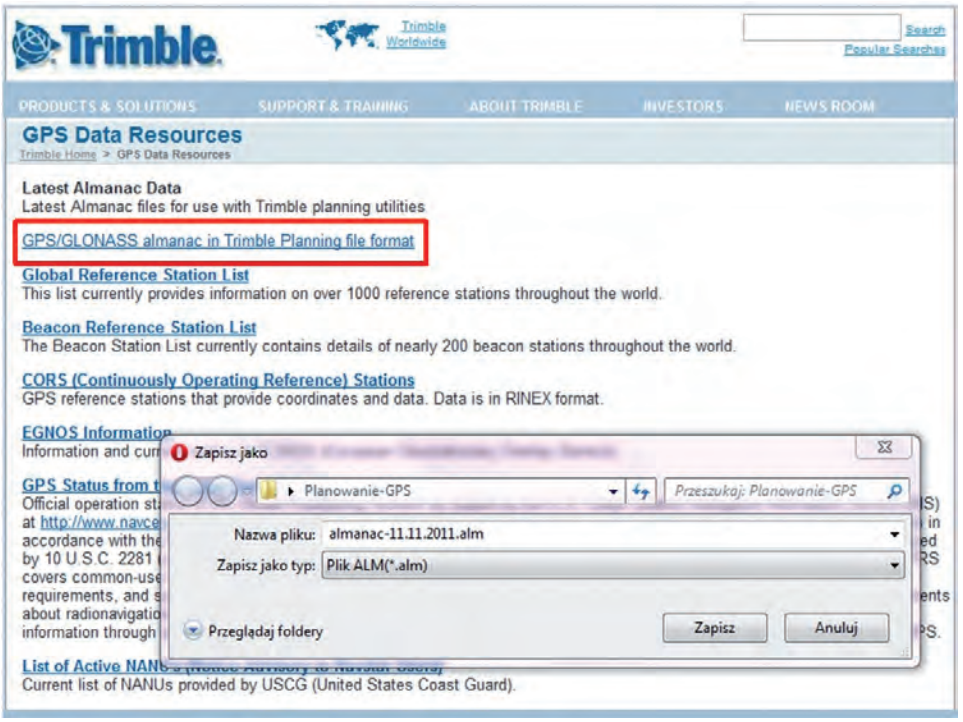
Spośród dostępnych narzędzi do planowania misji pomiarowych można wykorzystać m.in. program o nazwie „Planing 2.9" firmy Trimble, który często stosuje się w LP.

Plik instalacyjny można pobrać ze strony producenta, a następnie go zainstalować. Instalacja nie powinna nastręczyć problemów. Następnym krokiem jest pobranie pliku almanacha. Można go także pobrać ze strony Trimble lub z innych miejsc w sieci. Program Planing 2.9 umożliwia wykorzystanie almanachów zapisanych w różnych formatach *.alm oraz *.ssf. Należy pamiętać, że aktualność almanacha wynosi do 30 dni. W celu jednoznacznej identyfikacji plików almanacha proponuje się przy zapisie do jego nazwy dodawać datę pobrania.

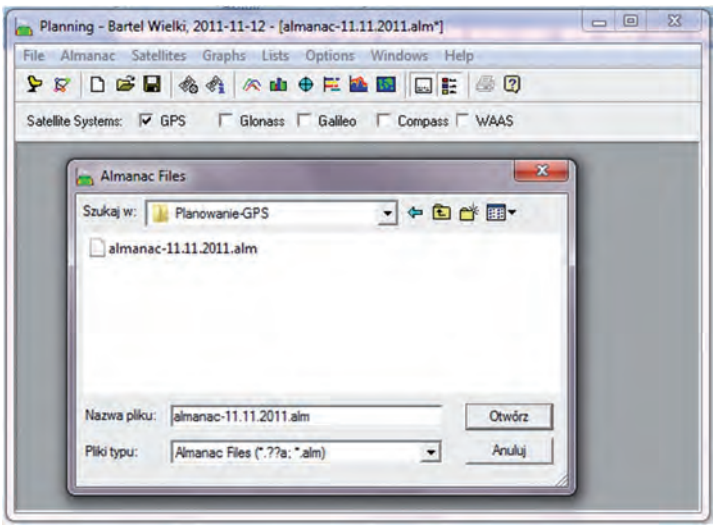
Pracę z programem rozpoczynamy od zaimportowania pliku almanacha. Należy wybrać zakładkę „Almanac", a następnie „Import", po czym wskazać dostawcę pliku almanacha i tym samym jego format. Jeżeli pobierzemy almanach ze strony Trimble, wybieramy z menu „Almanac", wskazujemy uprzednio zapisany plik i przyciskamy „Otwórz".



Ryc. 5.2. *Witryna internetowa firmy „Trimble" – miejsce pozyskania programu*



Ryc. 5.3. *Witryna internetowa firmy „Trimble" – miejsce pozyskania almanacha*

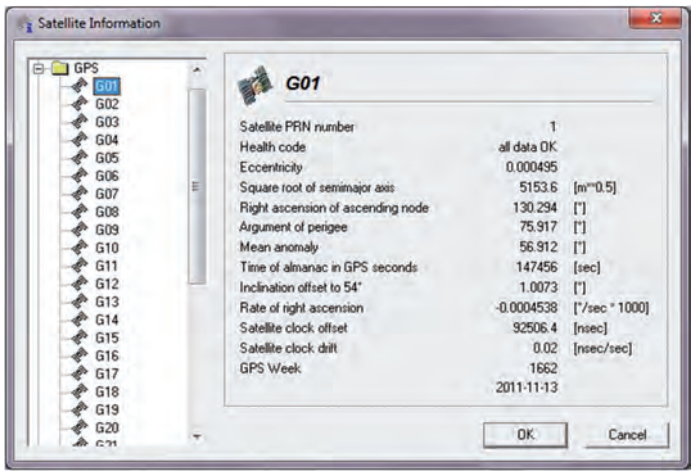


Ryc. 5.4. *Importowanie almanacha*

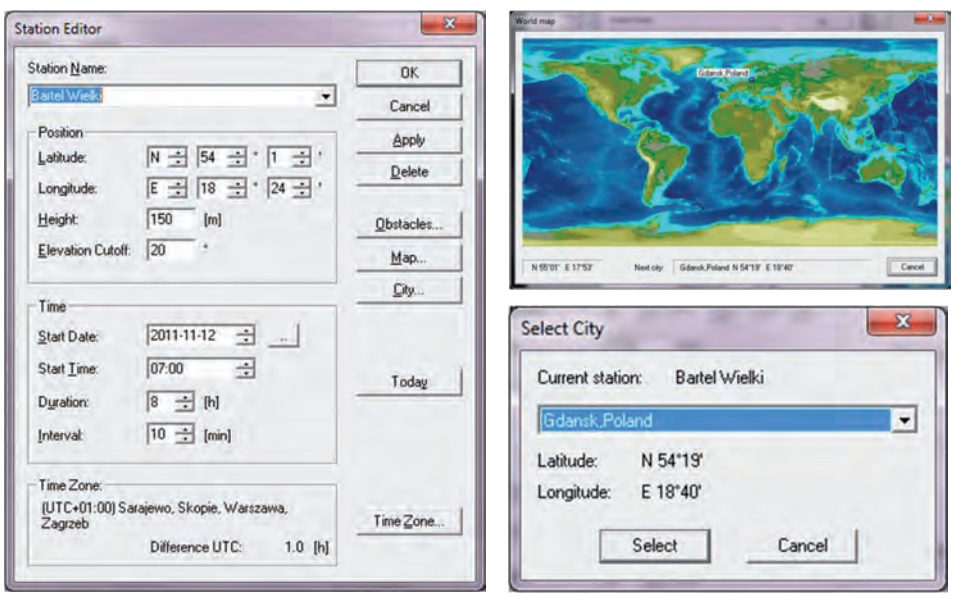
Poprawny import wywołuje komunikat z informacją o dostępnej liczbie satelitów i liczbie satelitów, dla których zaimportowano informacje o trajektoriach. Pliki almanacha zawierają informacje o satelitach nawigacyjnych różnych systemów nawigacyjnych, np. GPS (system zarządzany przez Stany Zjednoczone), GLONASS (zarządzany przez Rosję), GALILEO (system budowany przez Unię Europejską) i COMPASS (system budowany przez Chiny). Odbiorniki wielosystemowe mogą jednocześnie korzystać z satelitów różnych systemów, polepszając w ten sposób jakość pomiarów. W obecnej chwili pełną zdolność operacyjną mają dwa systemy – GPS i GLONASS.

Następnie należy dokonać ustawień związanych z miejscem planowanych pomiarów. Dokonujemy ich, wybierając menu „File" i następnie „Station editor".

Ryc. 5.5. *Potwierdzenie poprawnie wykonanego importu*

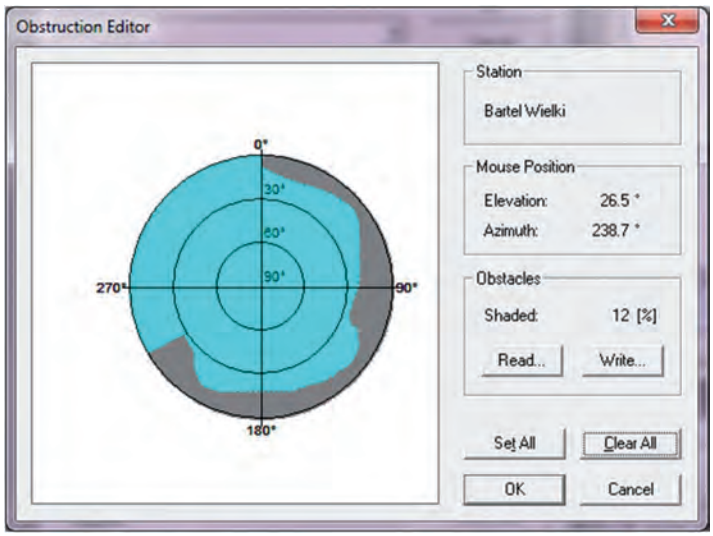


Ryc. 5.6. *Informacje o satelicie pochodzące z almanacha*



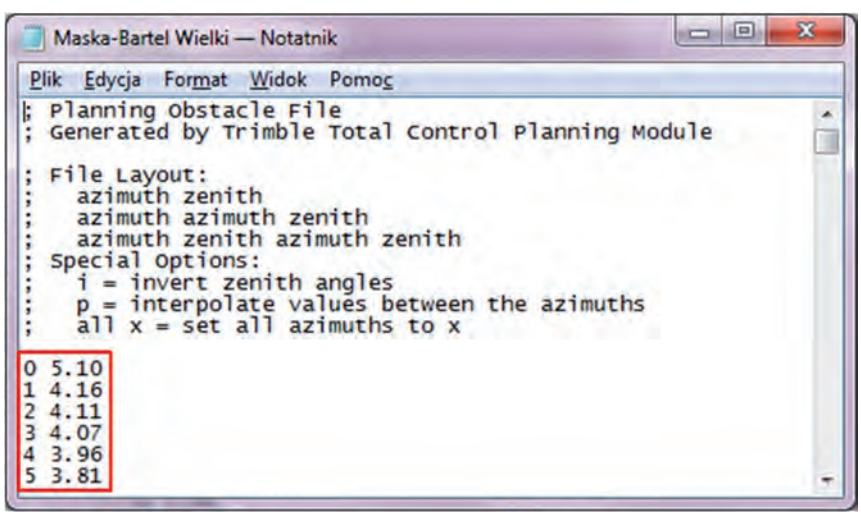
Ryc. 5.7. *Ustawienia lokalizacji stacji – miejsca pomiaru*

Można to uczynić na kilka sposobów: wpisując współrzędne geograficzne (szerokość i długość) w sekcji „Position”, wybierając lokalizację z mapy (przycisk „Map”) lub wybierając lokalizację z rozwijanej listy miast (przycisk „City”). Wskazanie miejsca pomiaru nie musi być bardzo dokładne, wystarczy, że podamy je z dokładnością do 150 km. Dodatkowo można podać wysokość nad poziom morza („Height”) oraz tzw. maskę horyzontu „Elevation cutoff”.



Ryc. 5.8. *Edytor maski horyzontu*

Maska horyzontu określa informację o tym, od jakiej wartości elewacji satelity będą uczestniczyły w wyznaczaniu czasu misji pomiarowej. Przyjmuje się, że przy planowaniu pomiarów prowadzonych w drzewostanach powinna ona wynosić co najmniej 20°. Właściwe ustawienie maski horyzontu będzie bardzo istotne w przypadku pomiarów w terenie o urozmaiconej rzeźbie terenu (szczególnie w górach). W przypadku kiedy horyzont będzie przesłaniany w różnym stopniu w różnych kierunkach, możemy skorzystać z edytora (przycisk



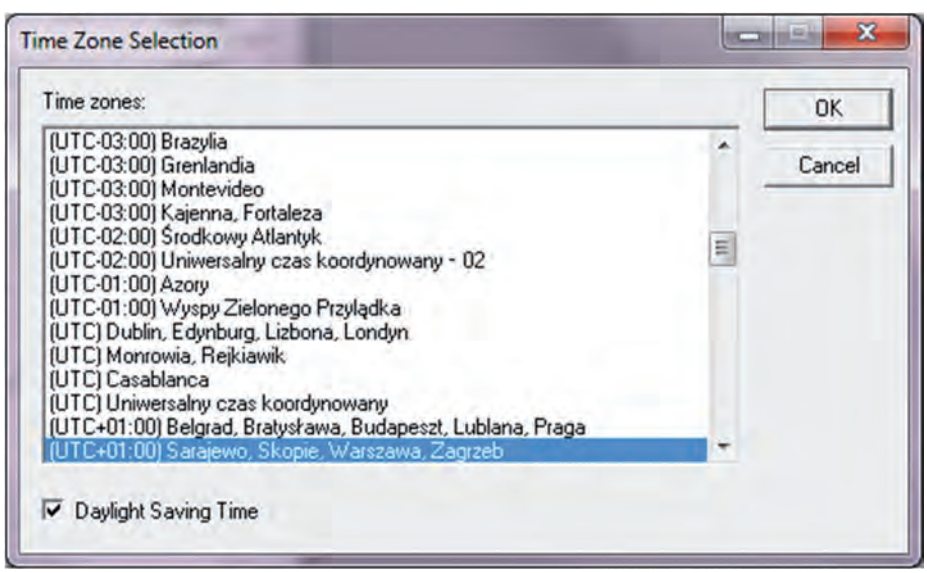
Ryc. 5.9. *Plik tekstowy – zapis elewacji maski horyzontu*

„Obstacles...”), w którym za pomocą myszki zakreślamy odpowiednie wartości elewacji dla poszczególnych azymutów. Tak wykreśloną maskę można zapisać w celu późniejszego wykorzystania. Istnieje także możliwość stworzenia pliku tekstowego zawierającego wartości elewacji dla poszczególnych azymutów. Przykład pliku zawiera ryc. 5.9. Tekst poprzedzony średnikiem stanowi tylko komentarz i może być pominięty. Poszczególne wiersze rozpoczynają się od wartości azymutu w odstopniowaniu co 1°, natomiast po spacji znajduje się wartość elewacji. Pominięcie w pliku wartości azymutu skutkuje przypisaniem mu zerowej wartości elewacji. Gdy zależy nam na dokładnym zaplanowaniu pomiarów, możemy taki plik wygenerować samodzielnie, wykorzystując np. numeryczny model terenu lub dalmierz laserowy z busolą i inklinometrem.

Następnie należy dokonać ustawień dotyczących czasu planowanej misji pomiarowej, tj. daty (Start Date), czasu rozpoczęcia pomiarów (Start Time), czasu trwania pomiarów (Duration) i dokładności odczytu informacji na osi czasu (Interval).

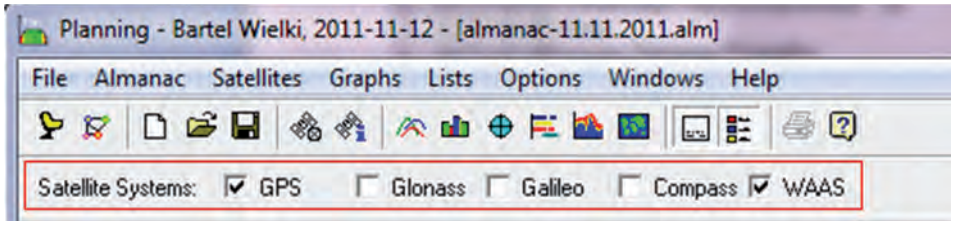
Ostatnim z ustawień jest określenie strefy czasowej (Time Zone). W tym przypadku należy wskazać, czy w danym momencie posługujemy się czasem letnim czy zimowym (czas zimowy jest czasem wynikającym z położenia w stosunku do południka 0° – UTC+1, natomiast czas letni jest czasem „administracyjnym” – UTC+2. Wyboru strefy czasowej dokonujemy w zakładce „Time Zone Selection”.

Pole „Daylight Saving Time” (czas letni) należy zaznaczyć wówczas, gdy posługujemy się czasem letnim (UTC+2). Efektem tego będzie uwzględnienie odpowiedniej różnicy czasu w stosunku do UTC.



***Ryc. 5.10**. Wybór strefy czasowej*

Ryc. 5.11. *Efekt zaznaczenia pola „czas letni”*



Ryc. 5.12. *Wybór systemu GNSS*

Tabela 5.1. Objaśnienie ikon z belki narzędziowej

	elewacja satelitów (wysokość nad horyzontem)
	liczba widocznych satelitów
	tory ruchu satelitów na nieboskłonie
	widoczność satelitów
	zbiorcza prezentacja wskaźników DOP
	projekcja trajektorii satelitów na mapie świata
	uaktywnienie ikony powoduje dołączenie do poszczególnych prezentacji informacji opisujących dokonane ustawienia
	uaktywnienie ikony powoduje dołączenie legend do prezentacji graficznych

Uwzględnienie „odpowiedniego czasu” ma w planowaniu decydujące znaczenie. Błędne przypisanie powoduje przesunięcie diagramów ilustrujących stan systemów GNSS o godzinę.

Po dokonaniu powyższych ustawień można przystąpić do odczytania interesujących nas informacji. W zależności od rodzaju używanego odbiornika GNSS, zaznaczamy odpowiedni „box”, wybierając interesujący nas

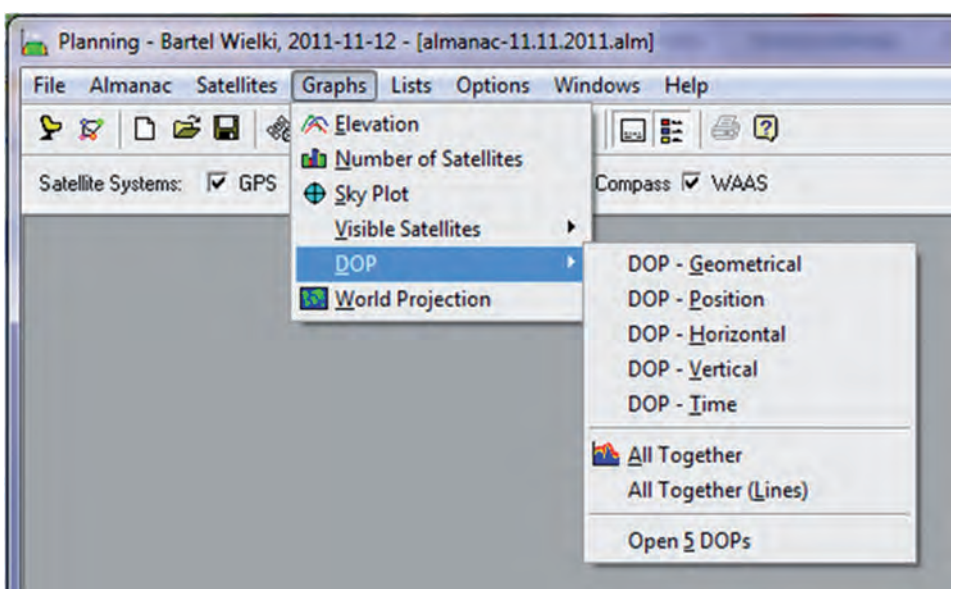
system. Obecnie mamy wybór jedynie między GPS a GLONASS pod warunkiem, że dysponujemy odpowiednim odbiornikiem.

Jeżeli w oknie programu nie pojawiła się ani belka do wyboru systemów satelitarnych, ani belka narzędzi z ikonami, to możemy je wywołać, przechodząc do menu „Options" i zaznaczając „Toolbar" oraz „Satellite Systems".

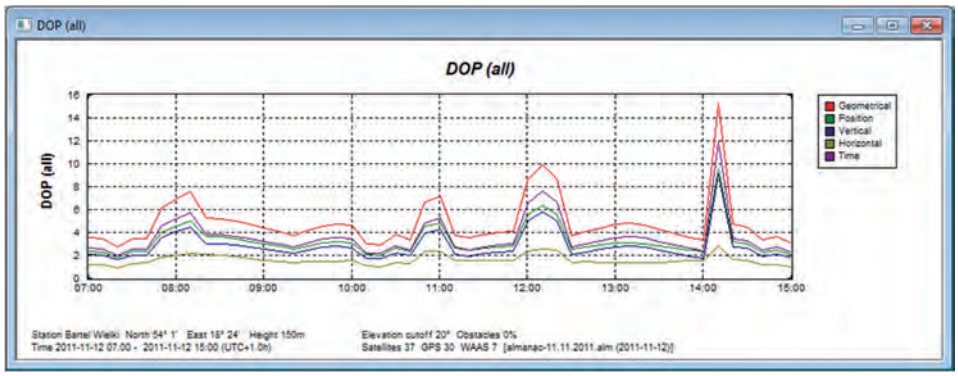
Interpretacji wyników prezentowanych przez program dokonuje się na podstawie prezentacji graficznych. Można je wywołać poprzez wybranie odpowiedniego podmenu z menu „Graphs" lub wybranie odpowiedniej ikony bezpośrednio z belki narzędziowej.

Podstawowa różnica w sposobie dotarcia do prezentacji graficznych z poziomu menu programu lub ikon z belki narzędziowej jest taka, że wybierając prezentację wskaźników DOP z poziomu menu, mamy możliwość wyboru poszczególnych DOP (GDOP, PDOP, HDOP, VDOP, TDOP) oraz wszystkich jednocześnie, natomiast wybierając ikonę, uzyskujemy jedynie prezentację wszystkich DOP na jednym wykresie. Istnieje także możliwość wyboru stylu prezentacji w przypadku wyboru „All Together". Przy planowaniu misji pomiarowej najważniejszy jest wskaźnik PDOP (dokładność wyznaczenia pozycji).

Przyjmuje się, że wskaźnik PDOP w czasie pomiaru powinien być niższy od 6 (im mniejszy, tym lepiej). Analiza wykresu prezentującego wskaźnik PDOP (DOP Position) pozwala na wyznaczenie przedziałów czasu, w których to założenie jest spełnione. Na wykresie widać także „piki", gdzie wskaźnik przybiera dużo wyższe wartości – w tych przedziałach czasu nie można oczekiwać dużej dokładności pomiarów. Analiza wykresów jest metodą wygodną,



Ryc. 5.13. *Wybór prezentacji graficznej wskaźników DOP*

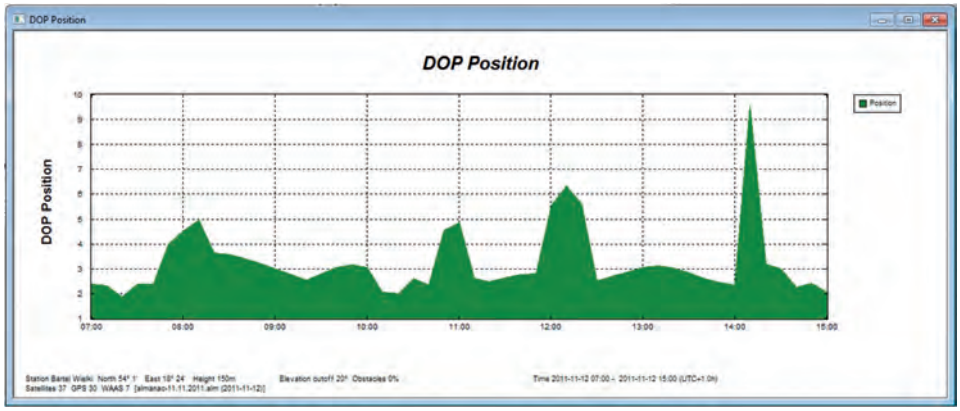


Ryc. 5.14. *Prezentacja wszystkich wskaźników DOP na jednym wykresie liniowym (najbardziej czytelna i najszybsza w interpretacji forma prezentacji)*

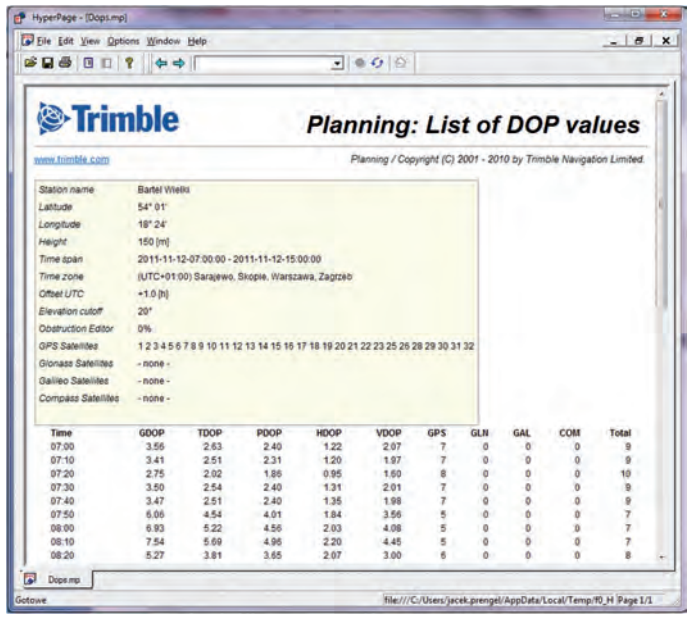
ale mało dokładną, szczególnie w przypadku, gdy oś czasu oznaczona jest w przedziałach godzinnych, a zmiana parametru PDOP następuje gwałtownie. Prezentowany program daje możliwość wygenerowania raportów w formie tekstowej. Z menu „Lists" należy wybrać „DOP Values".

Raport tekstowy prezentuje poszczególne wartości DOP w przedziałach czasowych, które zostały zaplanowane podczas podawania parametrów w zakładce „Station Editor" parametr „Interval". Niestety, program nie umożliwia automatycznego filtrowania przedziałów czasowych ze względu na wartość DOP. Aby ominąć tę niedogodność, proponuje się skopiować treść raportu zawierającego interesujące nas informacje, wkleić do arkusza kalkulacyjnego i tam dokonać właściwego filtrowania danych.

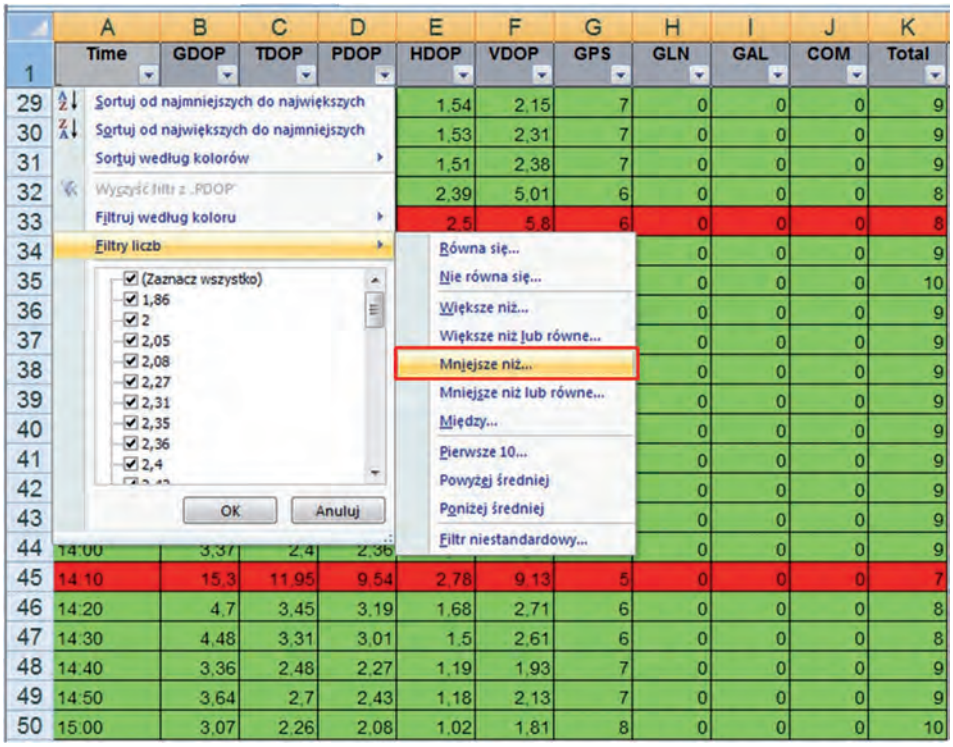
Po przeniesieniu danych do arkusza kalkulacyjnego zakładamy autofiltr i przystępujemy do filtrowania, np. wskaźnika PDOP, wybierając „Filtry liczb", a następnie „Mniejsze niż...".



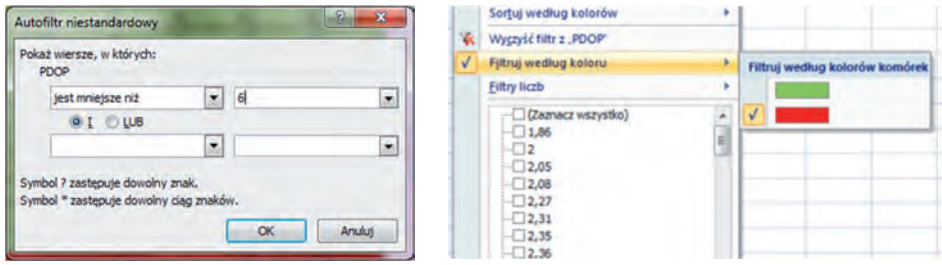
Ryc. 5.15. *Prezentacja graficzna wskaźnika PDOP (oś czasu opisana co godzinę)*



Ryc. 5.16. *Widok raportu w formie tekstowej*



Ryc. 5.17. *Widok raportu w formie tabeli arkusza kalkulacyjnego*



Ryc. 5.18. *Wykorzystanie filtra liczb i filtrowania według kolorów*

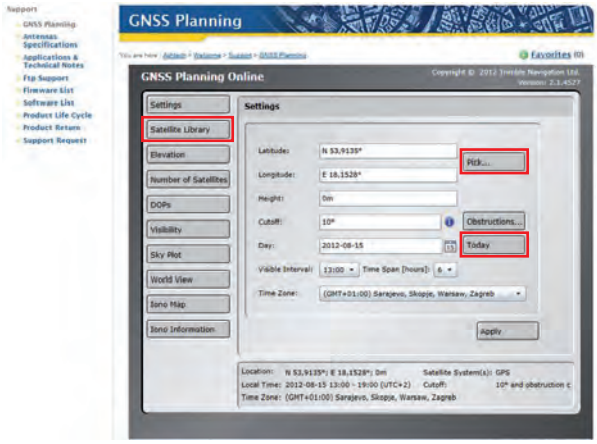
Teraz w zależności od potrzeb można oznaczyć kolorami wiersze tabeli spełniające oraz niespełniające warunek i używać filtra wg kolorów.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Time	GDOP	TDOP	PDOP	HDOP	VDOP	GPS	GLN	GAL	COM	Total
33	12 10	9.89	7,61	6,32	2,5	5,8	6	0	0	0	8
45	14 10	15,3	11,95	9,54	2,78	9,13	5	0	0	0	7

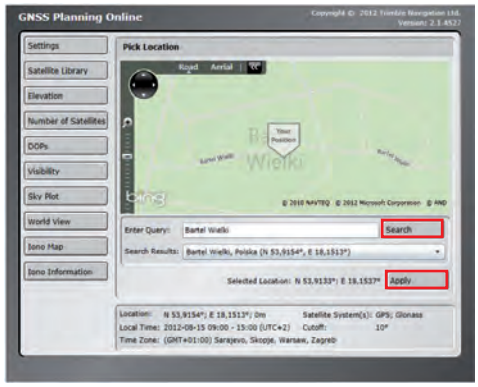
Ryc. 5.19. *Wykorzystanie filtra wg kolorów*

Interpretacja uzyskanych wyników jest już łatwa. W omawianym przykładzie występują tylko dwa okresy, w których nie są spełnione założenia. W związku z tym, że przyjęliśmy interwał odczytu 10 minut, należy zaniechać pomiarów od godziny 12:05 do 12:15 i od 14:05 do 14:15.

Dla osób, które nie chcą instalować dodatkowego oprogramowania i przechodzić przez proces jego konfiguracji, istnieje alternatywa. Firma Ashtech przygotowała wersję internetową. Aby z niej skorzystać, wystarczy mieć



Ryc. 5.20. *Witryna firmy Ashtech – początek planowania*

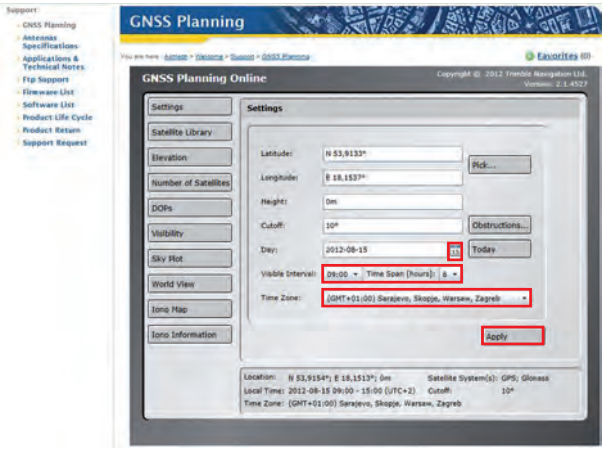


Ryc. 5.21. *Ustawienie miejsca pomiaru*

komputer z dostępem do Internetu. Proces planowania misji pomiarowej rozpoczynamy od odwiedzenia witryny internetowej www.ashtech.com, wybieramy zakładkę „SUPPORT", a następnie „GNSS PLANNING".

W pierwszym kroku należy ustawić miejsce planowanego pomiaru; i można to uczynić na trzy sposoby. Pierwszy z nich to wpisanie współrzędnych geograficznych. Pozostałe dwa wiążą się z kliknięciem przycisku „Pick...", a następnie wyszukaniem nazwy miejscowości poprzez opcję „Search" lub ustawieniem znacznika „Your Position" w odpowiednim miejscu mapy. W związku z tym, że witryna korzysta z map Bing, jest możliwość korzystania z mapy drogowej lub zdjęcia satelitarnego. W tym miejscu ustawia się „maskę elewacji". Wykonuje się to na dwa sposoby: wpisuje się wielkość w okienko (brak przeszkód o różnej wysokości) lub wykorzystuje edytor graficzny, przycisk „Obstructions...", obsługiwany myszką (można ustawić maskę elewacji dla poszczególnych azymutów); wystarczy myszką wskazać miejsce na wykresie odpowiadające azymutowi i wielkości elewacji.

Następnie ustawiamy datę i czas planowanego pomiaru, strefę czasową (GMT+1). System sam ustala czas lokalny (letni lub zimowy), więc nie trzeba pamiętać, kiedy następuje jego zmiana. Zatwierdzenia dokonanych ustawień wykonuje się przyciskiem „Apply".

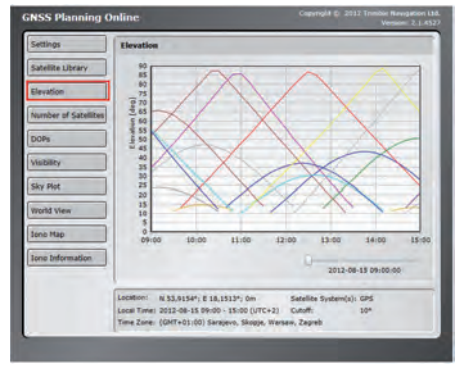


Ryc. 5.22. *Ustawienie dotyczące czasu planowanych pomiarów*

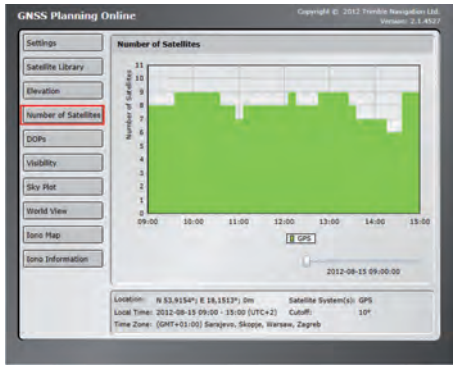
Przejście do następnego przycisku „Satellite Library” umożliwia dokonanie ustawień związanych z wyborem systemu GNSS i wyboru satelitów (ryc. 5.23). Wyboru dokonujemy, zaznaczając satelity interesującego nas systemu i odznaczając satelity pozostałych systemów. Możemy wykorzystywać przyciski „All” lub „None” bądź indywidualnie zaznaczać i odznaczać satelity kliknięciem myszką. Klikając kursorem myszki na symbol satelity, otrzymujemy informacje o tzw. zdrowiu satelity i dodatkowe informacje, np. wysokość orbity. Podsumowaniem wykonanych wyborów jest zbiorcza informacja u dołu strony.

Następne przyciski prezentują już wyniki dokonanych ustawień. Pierwsza prezentacja „Elewation” ilustruje kąty, pod którymi widoczne są poszczególne satelity (wysokość kątową) w zależności od czasu obserwacji (ryc. 5.24). Następna „Number of Satellites” prezentuje liczbę widocznych o danym czasie satelitów (ryc. 5.25). Klikając przycisk „Visibility”, uzyskamy informacje o widoczności poszczególnych satelitów. Na kolejnej „DOPs” mamy możliwość prześledzić wartość poszczególnych współczyn-

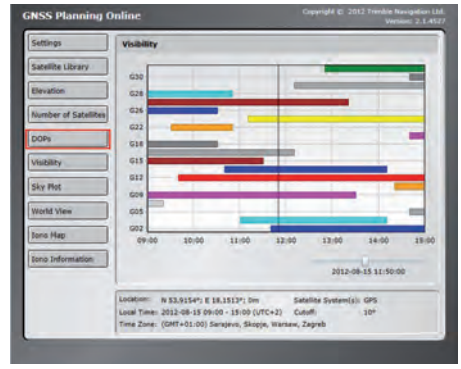
Ryc. 5.23. *Wybór systemu satelitarnego (GNSS)*



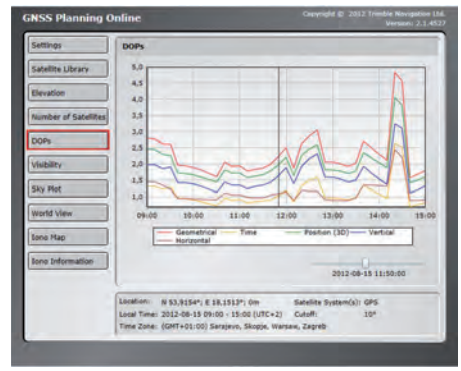
Ryc. 5.24. *Elewacje satelitów*



Ryc. 5.25. *Liczba widocznych satelitów*



Ryc. 5.26. *Prezentacja widoczności satelitów*



Ryc. 5.27. *Prezentacja współczynników DOP*

ników w zależności od przewidywanego czasu obserwacji. Do dyspozycji jest suwak czasu, którym można płynnie poruszać się po osi czasu. Pozostałe przyciski udostępniają prezentacje pokazujące rozkład satelitów na tle nieba „Sky Plat" i na tle mapy świata „World Map". Przycisk „Iono Map" daje dostęp do map ilustrujących stan jonosfery. Współczynnik „TEC" mówi nam o ilości wolnych elektronów w jonosferze, natomiast „Scintillation" ilustruje zaburzenia jonosferyczne, będące skutkiem m.in. aktywności słonecznej. Po kliknięciu „Iono Information" uzyskujemy informacje o stanie jonosfery w postaci wykresów.

Planowanie misji pomiarowej poprzez stronę Ashtech sprowadza się do wykonania bardzo prostych ustawień i przeglądu prezentacji „DOPs" oraz wybraniu tych przedziałów czasu, w których spełnione są nasze oczekiwania dotyczące współczynnika DOP.

Powyższe opracowanie zapewne nie wyczerpuje tematyki. Ma ono na celu przybliżenie jej i zachęcenie użytkowników odbiorników GNSS do wykorzystywania dostępnych narzędzi do planowania czasu pomiaru. Jak wspomniano na wstępie, największe korzyści z planowania uzyskamy w przypadku najmniej zaawansowanych odbiorników.

5.2. Pomiary GPS z wykorzystaniem dalmierza laserowego

Las jest bardzo trudnym środowiskiem do wykonywania pomiarów GNSS. Jest to związane z ograniczoną dostępnością sygnałów z satelitów nawigacyjnych i występowaniem sygnałów odbitych pogarszających jakość pomiarów. Mimo to zalety pomiaru z wykorzystaniem satelitarnych systemów nawigacyjnych można wykorzystać w metodzie łączonej. Większość mierzonych w „lesie" obiektów pozbawionych jest – chociaż w części – drzewostanu lub znajdują się w pobliżu takich miejsc. Pozwala to na zastosowanie metody łączącej pomiar GNSS z pomiarem wykonanym dalmierzem laserowym z busolą i inklinometrem. Proponowana metoda polega na wyborze odpowiedniego miejsca (punktu bazowego lub punktów bazowych), w którym zostanie

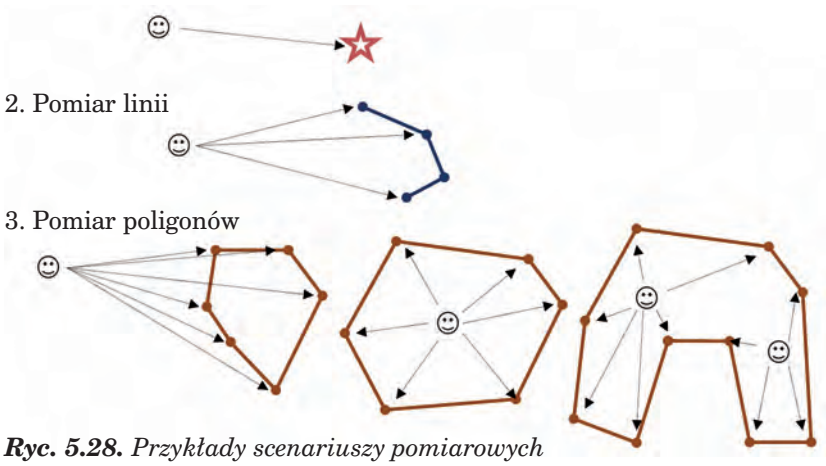
wykonany pomiar GNSS, a następnie pomiar odległości do interesującego nas obiektu lub punktów znajdujących się na jego granicy (obiekty liniowe i poligonowe). Dodatkowo wbudowana w dalmierz busola dostarczy informacji o wielkości azymutu, a inklinometr – o kącie pionowym, na podstawie którego będzie następować korekta odległości (odniesienie do poziomu).

Redukcja odległości do poziomu jest szczególnie istotna w przypadku terenu o urozmaiconej rzeźbie. Wyboru punktu bazowego dokonujemy w taki sposób, aby zapewnić jak najlepsze warunki do pomiaru GNSS, tzn. w miejscu, w którym horyzont jest najmniej przesłonięty i widać punkty, do których mierzy się odległość za pomocą dalmierza laserowego. W zależności od sytuacji terenowej oraz wymiarowości mierzonych obiektów możliwych jest kilka scenariuszy.

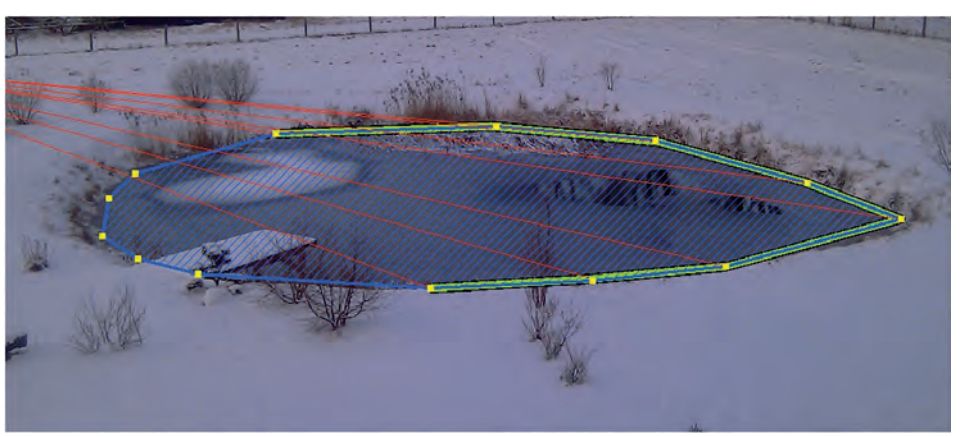
1. Pomiar punktów

2. Pomiar linii

3. Pomiar poligonów



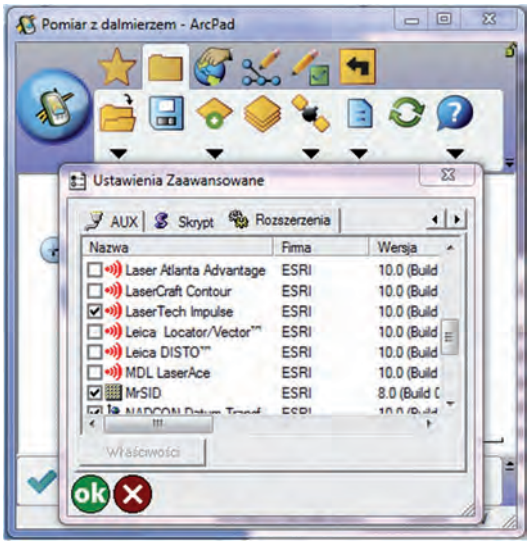
Ryc. 5.28. *Przykłady scenariuszy pomiarowych*



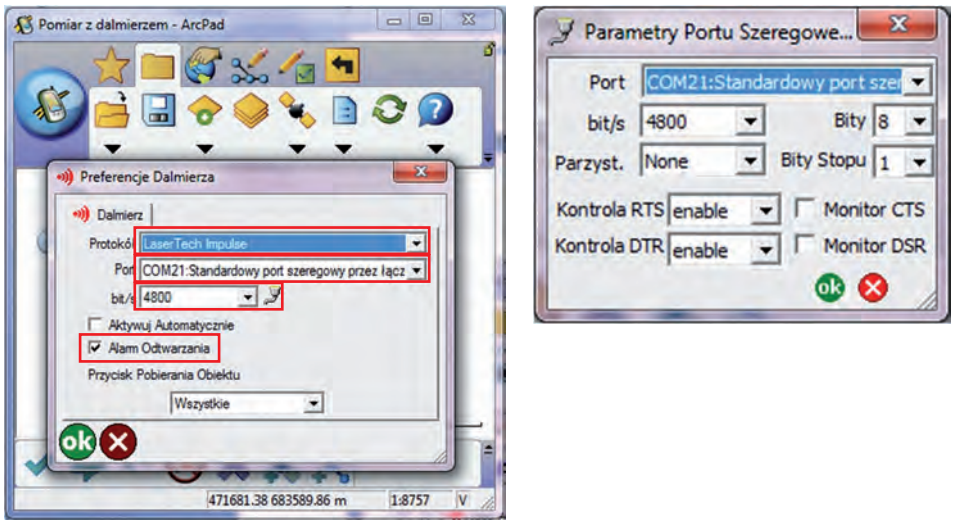
Ryc. 5.29. *Przykład pomiaru linii brzegowej stawu*

Ze względu na różnorodność sprzętu pomiarowego i wykorzystywanego w nim oprogramowania niniejszy tekst ma na celu jedynie zaprezentowanie metody pomiarowej na przykładzie najczęściej wykorzystywanych w LP aplikacji mobilnych, m.in. ArcPad i mLas Inżynier, a nie stworzenie uniwersalnej instrukcji użytkownika. Autor zakłada, że czytelnik tekstu ma już pewną wiedzę dotyczącą pracy z odbiornikami GNSS i zainstalowanym na nich oprogramowaniem.

W przypadku posiadania odbiornika GNSS wyposażonego w moduł Bluetooth, należy skomunikować z nim nowe urządzenie – dalmierz laserowy. Powyższą czynność wykonuje się standardowo; opisano ją wyczerpująco w instrukcji użytkownika konkretnego urządzenia. Oczywiście uprzednio należy włączyć moduł Bluetooth w dalmierzu. Po udanym sparowaniu urządzeń w panelu konfiguracyjnym Bluetooth należy sprawdzić, na jakim numerze portu „com" odbędzie się komunikacja między urządzeniami. Ta informacja będzie niezbędna do wykonania właściwych ustawień w aplikacjach pomiarowych. Jedną z bardziej popularnych aplikacji pomiarowych na urządzeniach mobilnych jest ArcPad firmy ESRI. W celu rozpoczęcia pracy z dalmierzem należy w aplikacji otworzyć zakładkę „opcje zaawansowane", przejść do zakładki „Rozszerzenia" (ryc. 5.30), następnie upewnić się, czy zainstalowano i włączono rozszerzenia pozwalające na współpracę aplikacji z danym typem dalmierza, np. korzystając z dalmierza TruPulse 360 B, należy uaktywnić rozszerzenie „Laser Tech Impulse". Jeśli nie jesteśmy pewni, jakie rozszerzenie wybrać, można zaznaczyć wszystkie. Będzie to skutkować tym, że właściwego wyboru trzeba będzie dokonać na innym etapie, tj. podczas ustawiania „Preferencji dalmierza" (ryc. 5.31). W tej zakładce w punkcie „Protokół" należy wybrać właściwe rozszerzenie. Na rozwijanej liście pojawiają się te, które zostały zaznaczone w zakładce „Rozszerzenia". Następnym punktem, który należy właściwie skonfigurować, jest przypisanie portu. Posiłkujemy się przy tym wiedzą uzyskaną podczas konfigurowania połączenia Bluetooth. W tym przypadku dokonujemy także wyboru z rozwijanej listy. Kolejnym ustawieniem jest szybkość transmisji danych w bit/s. Po kliknięciu w symbol „wtyczki" uzyskujemy dostęp do pozostałych parametrów portu szeregowego.



Ryc. 5.30. *Kontrola zainstalowanych rozszerzeń*

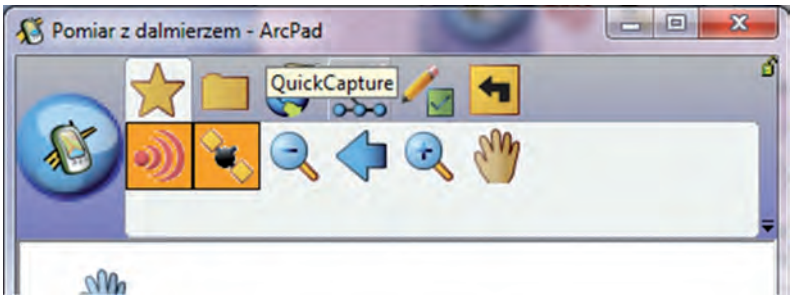


Ryc. 5.31. *Ustawienia „Preferencji dalmierza”*

Ustawienia te należy skonfrontować z instrukcją obsługi dalmierza.

Gdy odbiornik GNSS wykorzystywany jest tylko czasami z dalmierzem, należy pozostawić pole „Aktywuj Automatycznie” niezaznaczone, natomiast zaznaczyć pole „Alarm Odtwarzania”. Sygnalizacja dźwiękowa ułatwi pracę z urządzeniem. Ustawienie „Przycisk Pobierania Obiektu” należy dostosować do własnych potrzeb. Po dokonaniu wszystkich ustawień zamykamy okno, klikając OK. Przed rozpoczęciem pomiarów trzeba jeszcze dokonać kalibracji i ustawień dalmierza. Kalibrację kompasu i inklinometru wykonuje się zgodnie z instrukcją (jeżeli nie były wykonane lub gdy urządzenie sygnalizuje błąd). W celu polepszenia dokładności – jeżeli dalmierz to umożliwia – można wprowadzić wartość deklinacji magnetycznej (zmienna dla różnych długości i szerokości geograficznych i budowy geologicznej; dla Warszawy ok. 4,57°).

Ryc. 5.32.
Konfiguracja zakładki „Ulubione”



Ryc. 5.33. *Aktywacja dalmierza i odbiornika GPS z paska narzędzi „Ulubione”*

Osoby, które nie chcą poszukiwać za każdym razem potrzebnych narzędzi, mogą w ArcPadzie 10 dodać na pasku narzędzi dodatkową zakładkę „Ulubione” i w niej zawrzeć te najczęściej używane, m.in. „aktywacja GPS i dalmierza”, „powiększ i pomniejsz” i „przesuń widok”. W tym celu należy rozwinąć menu kontekstowe paska narzędzi, a następnie wybrać „Ustawienia pasków narzędzi”, przejść do zakładki „Ulubione” i wybrać interesujące nas narzędzia. Po wyborze oczywiście klikamy OK.

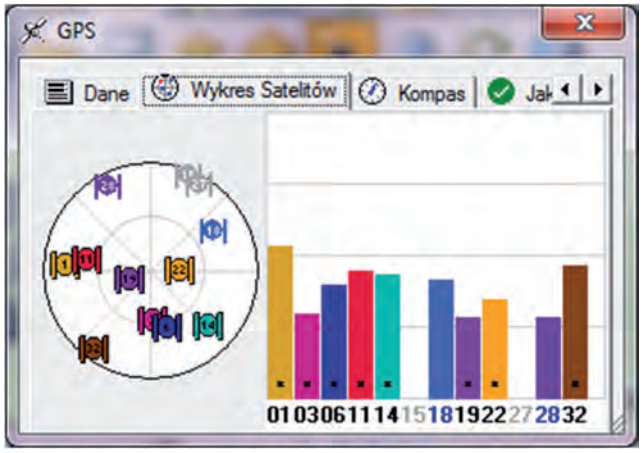
Rozpoczęcie pomiarów poprzedzamy aktywacją odbiornika GPS, a następnie dalmierza. Można to uczynić na dwa sposoby: rozwinąć zakładkę narzędzi i wybrać odpowiednie opcje lub – jeżeli utworzyliśmy uprzednio pasek „Ulubione” – wybrać je z niego.

Potwierdzeniem poprawnej aktywacji GPS będzie pojawienie się na ekranie znacznika pozycji i informacji o pozycji obserwatora.

Chcąc uzyskać więcej informacji, można rozwinąć pasek narzędzi i wybrać opcję „Okno pozycji GPS”. W tym miejscu uzyskamy informacje dotyczące pozycji, dostępnych satelitów i spodziewanej jakości pomiarów lub możemy skorzystać z kompasu.

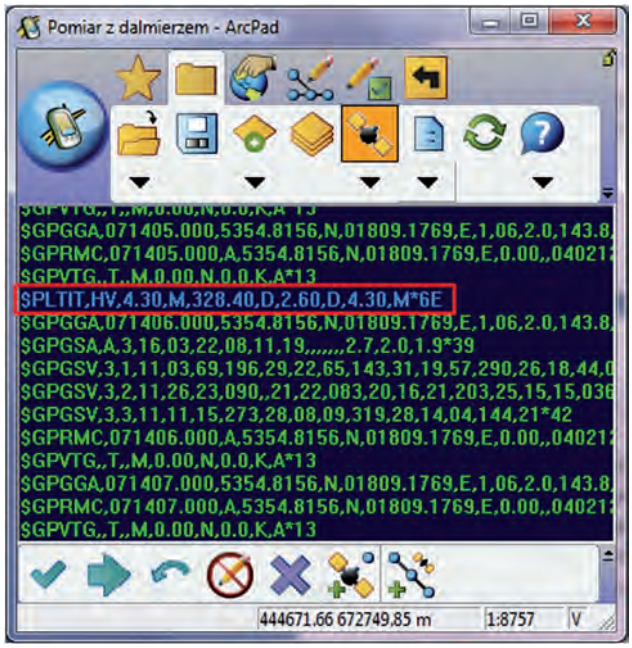
Aby upewnić się, czy aktywacja dalmierza poprawnie przebiegła, należy nim wykonać próbny pomiar. Jeżeli zostały poprawnie dokonane ustawie-

Ryc. 5.34. *Widok w oknie ArcPada po pomyślnym aktywowaniu odbiornika GPS*



Ryc. 5.35. *Zawartość „Okna pozycji GPS”*

nia konfiguracyjne i dalmierz był aktywowany, urządzenie mobilne (odbiornik GPS) wyemituje dźwięk. Tak się stanie, jeżeli podczas konfiguracji dalmierza zaznaczono pole „Alarm odtwarzania”. Innym sposobem potwierdzenia poprawnej współpracy jest podgląd „Sygnału GPS/dalmierza” wywołany z zakładki narzędzia. Na ekranie widoczny jest protokół emitowany przez odbiornik GPS oraz linia protokołu emitowanego przez dalmierz w momencie wykonania pomiaru.



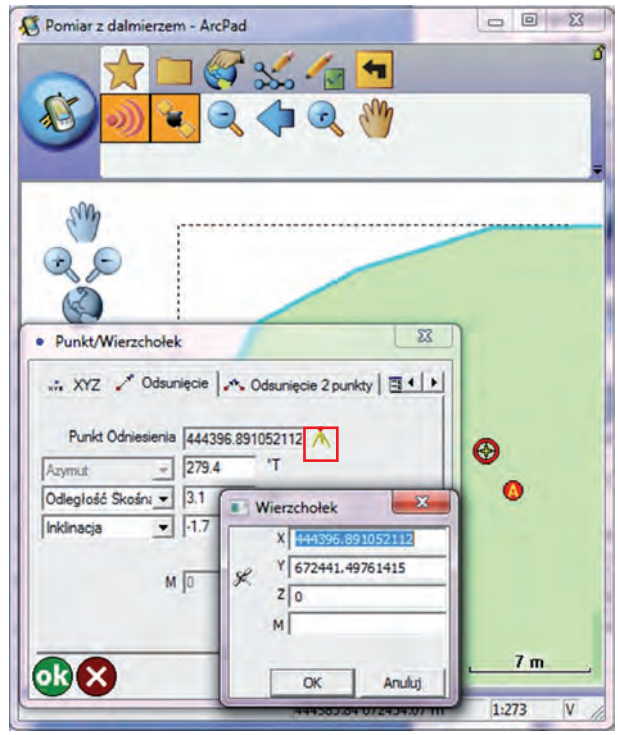
Ryc. 5.36. *Podgląd protokołów GPS i dalmierza*

Jak już na wstępie podkreślono, opisywana metoda pomiaru polega na wyznaczeniu za pomocą odbiornika GNSS punktu bazowego. W trakcie misji pomiarowej lokalizacja takiego punktu może ulegać zmianie. Metoda ta polega także na pomiarze odległości, azymutu i inklinacji do interesujących nas obiektów. W momencie, w którym dokona-

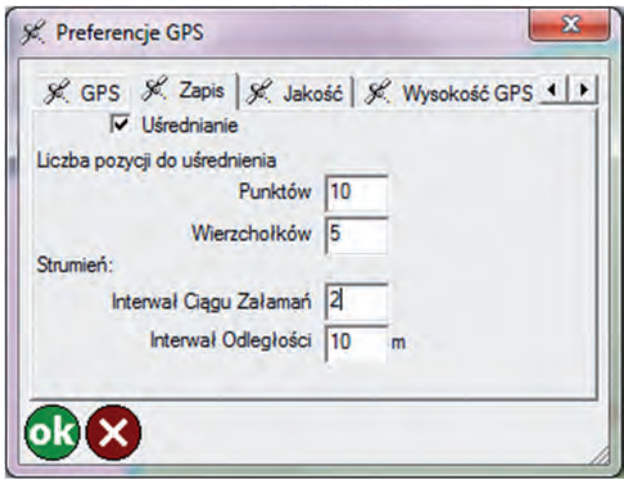
liśmy w terenie wyboru punktu, który będzie dogodny do wykonania pomiaru GNSS i z którego widać obiekty lub ich granice, można przystąpić do pomiaru. W tym celu należy z menu wybrać zakładkę „Edycja" i dokonać wyboru właściwej warstwy do edycji, a następnie wyboru edytowanej „wymiarowości". Należy pamiętać, że w „edycji" mogą być jednocześnie trzy warstwy: punktowa, liniowa i poligonowa. Pomiar rozpoczynamy od pomiaru odległości do interesującego nas obiektu. Po puszczeniu przycisku dalmierza system dźwiękiem poinformuje o wykonanym pomiarze i zostanie wyświetlone okno z informacjami o tym pomiarze (zakładka „Odsunięcie"). W punkcie „Punkt odniesienia" została wyznaczona z pomiaru GNSS pozycja obserwatora. Kiedy nie będziemy jej edytować, uzyskamy efekt, który sprawi, że przy kolejnych pomiarach prowadzonych z tego samego miejsca pozycja punktu bazowego może ulegać zmianie, tak jak zmieniać się będzie pozycja GPS. Zjawisko „pływania" pozycji jest naturalne, ale może powodować niezamierzone zniekształcenia mierzonych obiektów. Aby uniknąć takiej sytuacji, należy kliknąć (uderzyć) w ikonę znajdującą się po prawej stronie symbolizującą statyw. Spowoduje to wywołanie okienka, w którym mamy możliwość edycji współrzędnych punktu odniesienia. Jeśli dokonamy edycji jednej ze współrzędnych (nawet na ostatnim miejscu po przecinku), współrzędne te zostaną przypisane punktowi odniesienia na cały czas pomiaru (lub do ponownej edycji).

Współrzędne, które pojawiają się w okienku, pochodzą z pojedynczego wyznaczenia pozycji GPS. Jeśli chcemy, aby punkt odniesienia był wyznaczony na podstawie uśrednienia pozycji z kilku lub kilkudziesięciu odczytów GPS, to należy uprzednio włączyć uśrednianie w „Preferencjach GPS". Ustawienia z tego miejsca zostaną wykorzystane w trakcie uśredniania pozycji punktu bazowego.

Aby dokonać uśrednienia punktu bazowego, należy kliknąć (uderzyć)



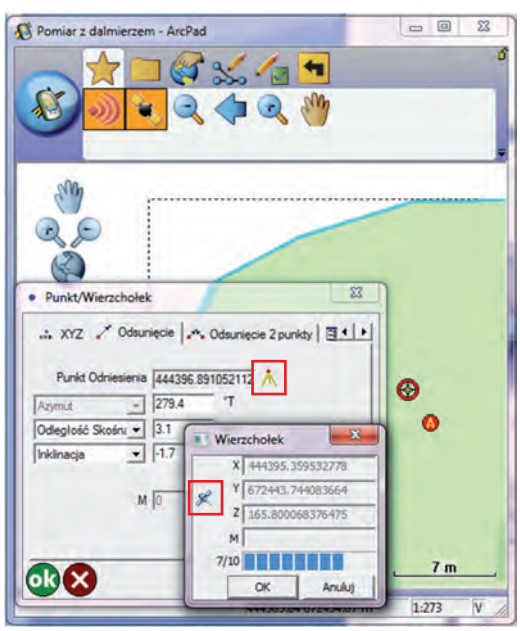
Ryc. 5.37. *Edycja współrzędnych punktu odniesienia (punktu bazowego)*



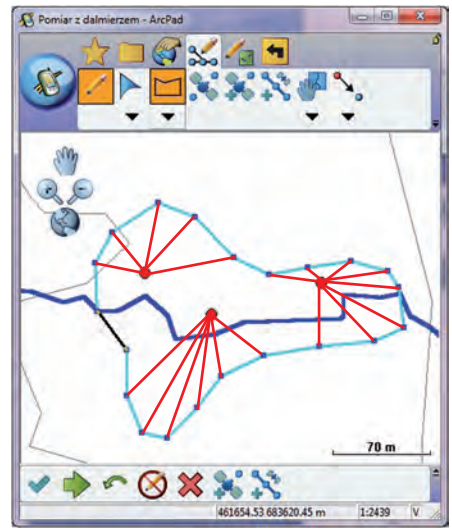
Ryc. 5.38. *Preferencje GPS – ustawienia zapisu – uśrednianie*

ikonę satelity znajdującą się po lewej stronie okienka. Uruchomimy w ten sposób proces, którego postęp będzie można odczytać na pasku postępu.

Po zakończeniu procesu klikamy OK, zapisując współrzędne punktu bazowego. Będą one niezmienne dla całego czasu pomiaru (lub do ponownej edycji). Pozostałe informacje zawarte w zakładce „Odsunięcie" to azymut oraz odległość skośna i inklinacja. Po każdym pomiarze odległości należy kontrolować te wielkości na zasadzie oszacowania. Gdy podejrzewamy, że mierzone wartości są niewłaściwe, pomiar odrzucamy. Przyczyną błędów może być odbicie promienia lasera od niezauważonej przeszkody, np. źdźbła trawy. W przypadku gdy dalmierz laserowy ma taką możliwość, można ustawić pomiar do „najdalszego obiektu". Takie ustawienie pozwala m.in. na dokonywanie pomiaru przez szybę. Kiedy chcemy mieć pewność i bardzo dokładne wyniki pomiarów, można w dalmierzu ustawić „odbicie" tylko od specjalnej folii (ekranu do odbijania promieni lasera), ale wówczas do pomiaru niezbędna będzie tyczka pomiarowa i dodatkowa osoba. Kolejne pomiary wywoływać będą okien-



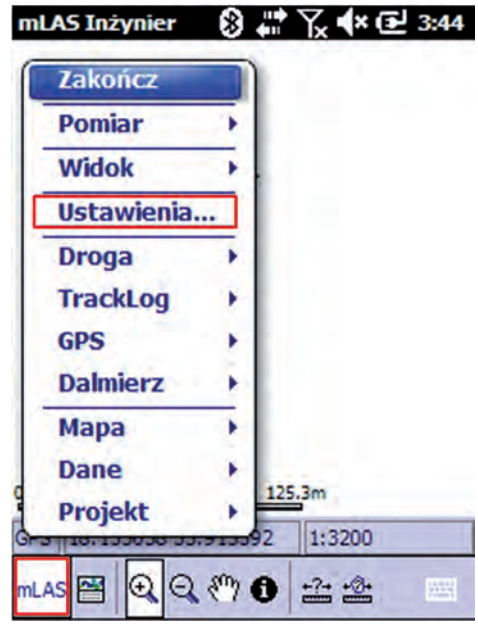
Ryc. 5.39. *Uśrednienie pozycji punktu bazowego*



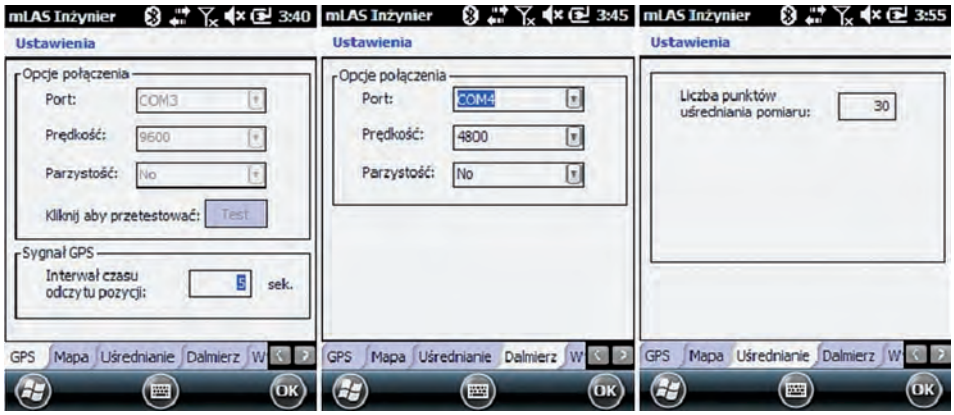
Ryc. 5.40. *Przykład pomiaru powierzchni poklęskowej z trzech punktów bazowych*

ka z wartościami odczytów, a po zatwierdzeniu OK będą nanoszone na mapę. W przypadku punktów pojawiają się kolejne obiekty, a w przypadku linii i poligonów – kolejne werteksy. Zakończenie budowania obiektów wymaga zatwierdzenia, tak jak w przypadku pomiarów GNSS. W trakcie pomiaru jednego obiektu możemy go wykonywać z wielu punktów bazowych, co umożliwia pomiar skomplikowanych kształtów zarówno z ich wnętrza, jak i z zewnątrz (np. podtopienia, grzęzawiska).

Inną wielokrotnie wykorzystywaną aplikacją mobilną w leśnictwie jest „mLas Inżynier". Aplikacja ta oprócz udostępniania bazy geometrycznej i opisowej nadleśnictwa (leśnictw) udostępnia wiele przydatnych funkcji pomiarowych, w tym możliwość pomiaru GPS z użyciem dalmierza. Jak każda aplikacja współpracująca z urządzeniami zewnętrznymi, wymaga konfiguracji. Te z nich, które są niezbędne do wykonywania pomiarów, znajdują się w „Ustawieniach"; docieramy do nich po kliknięciu „mLAS" z lewej strony belki narzędziowej.



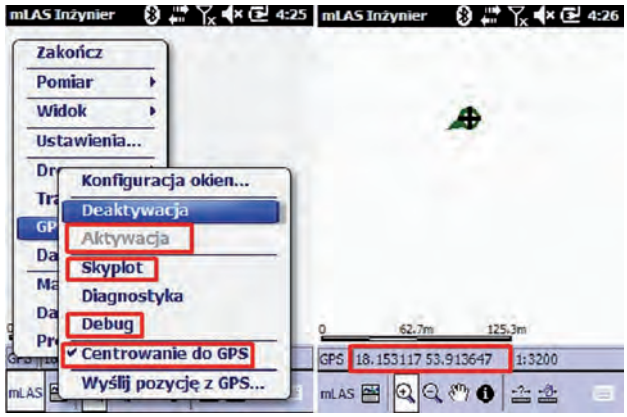
Ryc. 5.41. *Konfiguracja mLas Inżyniera*



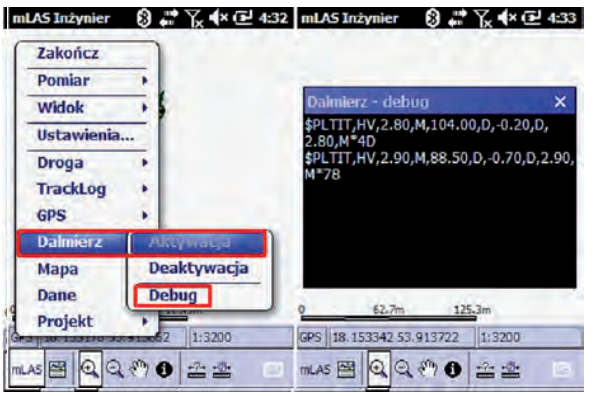
Ryc. 5.42. *Ustawienia istotne ze względu na wykonywanie pomiarów*

Podobnie jak w poprzednim przypadku, niezbędne jest przypisanie właściwych numerów portów dla GPS i dalmierza. Ta czynność przebiega podobnie jak w ArcPad, różne są tylko formatki.

Możliwe jest uśrednianie wyniku pomiarów GPS, tak jak w poprzedniej aplikacji. Tym razem ustawienie dotyczy jednocześnie punktów i załamań. Ustawienia te będą także wykorzystywane przy wstawianiu punktu bazowego do pomiaru dalmierzem, jeżeli wybierzemy opcję z uśrednieniem. Po skonfigurowaniu poszczególnych zakładek zapisujemy je przyciskiem OK. Przed rozpoczęciem pomiaru dokonujemy aktywacji odbiornika GPS oraz dalmierza. W menu odnajdujemy punkt „GPS" i przechodzimy dalej, wybierając „Aktywację". Aby sprawdzić, czy proces przebiegł poprawnie, możemy ponownie wejść do menu „GPS" i podejrzeć transmisję protokołu („Debug") lub rozkład satelitów („Skayplot"), lub po prostu sprawdzić, czy w polu mapy pojawił się znacznik pozycji GPS (wybrać z menu „GPS", „Centrowanie do GPS") i współrzędne anteny.



Ryc. 5.43. *Aktywacja odbiornika GPS oraz sprawdzenie działania*

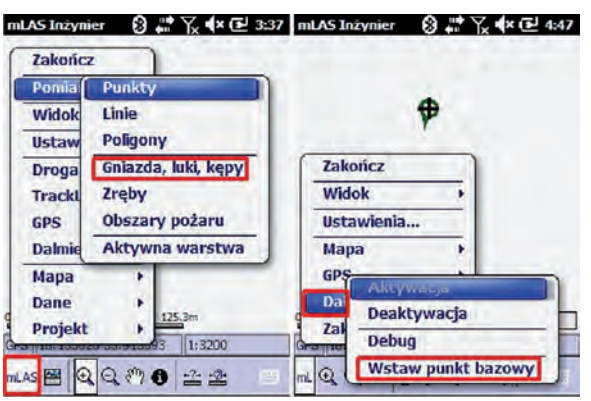


Ryc. 5.44. *Aktywacja dalmierza i sprawdzenie działania*

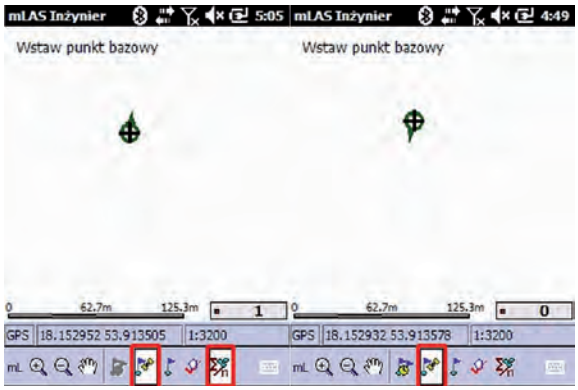
W przypadku aktywacji dalmierza przechodzimy do menu „Dalmierz”, a następnie „Aktywacja”. W tym miejscu można także podejrzeć transmisję protokołu w pozycji „Debug”. Poszczególne linie protokołu będą się pojawiać po kolejnych pomiarach.

Wykonanie pomiarów rozpoczynamy od rozwinięcia menu i wybrania punktu „Pomiar”. Aplikacja jest dedykowana dla leśnictwa i ściśle związana ze strukturą danych SLMN, dlatego proponuje gotowe struktury warstw geometrycznych, co w konsekwencji ułatwia zbieranie atrybutów i obróbkę zebranych pomiarów. Po wyborze interesującego nas obiektu przechodzimy do trybu pomiaru.

Pomiar z wykorzystaniem dalmierza rozpoczynamy od wstawienia punktu bazowego „Wstaw punkt bazowy”. Podobnie jak w ArcPad, można to uczynić na kilka sposobów. Pierwszym jest manualne wstawienie go w miejscu, w którym znajduje się znacznik GPS. Kolejny to wstawienie go poprzez odczyt współrzędnych GPS (jednokrotny). Najdokładniej punkt bazowy można wstawić, wykorzystując odczyt GPS z uśrednieniem (odbywającym się zgodnie z ustawieniami wykonanymi w menu „Ustawienia” zakładki „Uśrednienie” i „GPS”, w której ustawiamy interwał odczytów GPS).



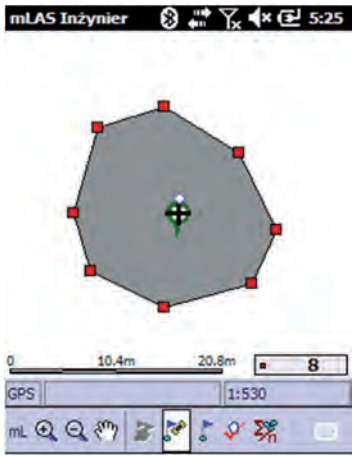
Ryc. 5.45. *Wybór warstwy docelowej do zapisu wyników pomiaru oraz wstawienie punktu bazowego*



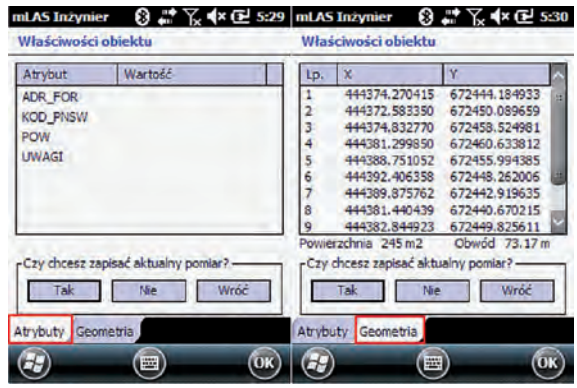
Ryc. 5.46. *Wstawianie punktu bazowego z uśrednieniem i bez uśrednienia*

Po pojawieniu się znacznika punktu bazowego można rozpocząć pomiar dalmierzem. Po kolejnych pomiarach punkty są dodawane do szkicu. W przypadku mLas Inżyniera nie ma możliwości zrezygnowania z „nieudanych" pomiarów tak jak to miało miejsce w ArcPad. Z tego powodu jeśli pojawiają się ewidentne błędy, pomiar należy kontynuować, powtarzając go w kierunku obiektów, na których wystąpiły błędy. Następnie trzeba zatwierdzić wykonany pomiar i zapisać mierzony obiekt (ryc. 5.48). Dopiero wówczas można przystąpić do edycji obiektu i usunąć błędne wierzchołki. Podobnie jak w ArcPad w czasie pomiaru można zmieniać położenie punktu bazowego, tak aby mierzenie dużych lub skomplikowanych obiektów było najdogodniejsze.

W tekście używałem zamiennie terminów GNSS i GPS, aby czytelnik swobodniej mógł poruszać się po menu programów. Termin GNSS odnosi się do wszystkich systemów nawigacji satelitarnej, czyli GPS, GLONASS,



Ryc. 5.47. *Wykonanie pomiaru z punktu bazowego*



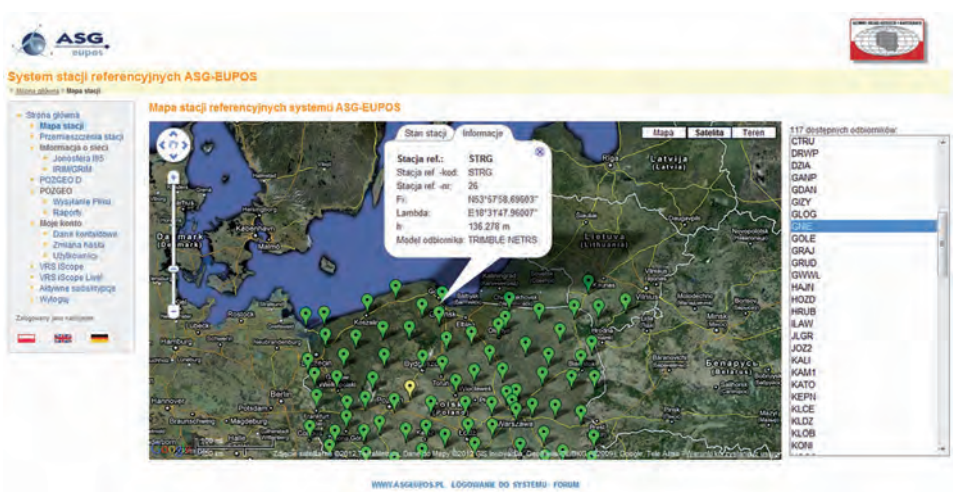
Ryc. 5.48. *Uzupełnienie atrybutów i zapisanie pomiaru*

COMPAS i GALILEO. Ze względu na to, że początki tworzenia omawianych programów sięgają czasów, gdy jedynym osiągalnym systemem nawigacyjnym był GPS, w ich menu zamieszczono odwołania właśnie do niego, np. „Aktywuj GPS". Należy to traktować jak skrót myślowy. Obecnie w użytkowaniu jest coraz więcej odbiorników GNSS obsługujących kilka systemów (dwa istniejące w chwili wydania niniejszej publikacji: GPS i GLONASS, a także odbiorniki już przystosowane do europejskiego systemu GALILEO, który jest w fazie wdrażania).

Zaprezentowanie możliwości pomiaru łączącego pomiar GNSS z pomiarem dalmierzem laserowym miało na celu przybliżenie tej metody szerszemu gronu użytkowników odbiorników GNSS. Większość użytkowanego obecnie oprogramowania umożliwia stosowanie tej metody niezależnie od jakości odbiorników GNSS. Przy odbiornikach o niskiej dokładności posłużenie się tą metodą pozwala na uzyskanie dokładniejszych wyników niż w przypadku stosowania samych odbiorników. Największym błędem obarczone jest bowiem położenie punktu bazowego, natomiast kształt obiektu (długość, obwód i powierzchnia) będą wynikały z dokładności dalmierza. Dzięki wykorzystaniu takiej metody można osiągnąć większą dokładność przy mniejszym nakładzie pracy, możliwe są także pomiary obiektów niedostępnych przy innych metodach pomiarowych.

5.3. Korekcja pomiarów GNSS z wykorzystaniem ASG-EUPOS i innych sieci korekcyjnych

W czerwcu 2008 r. Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK) uruchomił wielofunkcyjny system precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego



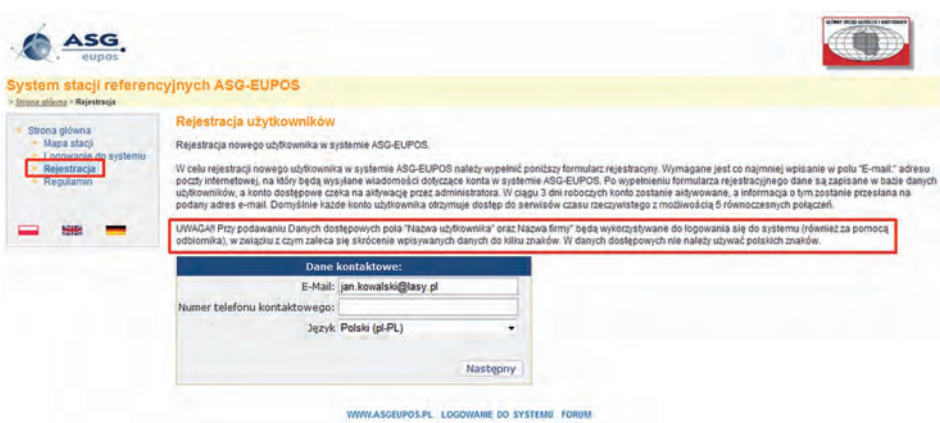
Ryc. 5.49. *Mapa stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS*

– ASG-EUPOS (Aktywna Sieć Geodezyjna EUPOS). Jest on częścią systemu EUPOS, obejmującego swoim zasięgiem kraje Europy Środkowej i Wschodniej. W skład ASG-EUPOS wchodzi 98 stacji referencyjnych zlokalizowanych na terenie Polski i 21 stacji poza jej granicami.

Zasada działania systemu polega na ciągłym pomiarze pozycji anten, których położenie zostało precyzyjnie wyznaczone, i obliczaniu chwilowych różnic ich położenia (poprawek). Jeżeli w tym samym czasie w pobliżu stacji referencyjnej wykonamy pomiar GNSS, wówczas możemy dokonać jego korekty o wartość poprawki ze stacji referencyjnej. Równomierne rozmieszczenie stacji referencyjnych pozwala na wyznaczenie poprawek na całym terenie kraju. Przyjmuje się, że dokładność pomiaru GNSS w trybie autonomicznym (bez poprawek) wynosi ok. 3–7 m. Wykorzystanie w pomiarach poprawek umożliwia osiągnięcie precyzji sięgających pojedynczych milimetrów. Uzyskana dokładność jest oczywiście uzależniona od typu odbiornika, metody pomiarowej i wykorzystywanego serwisu poprawek. ASG-EUPOS umożliwia dostęp do poprawek w czasie rzeczywistym oraz postprocessing (korekcja pomiarów wykonanych w trybie autonomicznym). W systemie ASG-EUPOS zostały uruchomione trzy serwisy udostępniania poprawek różnicowych w czasie rzeczywistym: NAWGEO (dokładność pozycji do 3–5 cm), KODGIS (do 25 cm) i NAWGIS (do 3 m), serwis udostępniania danych obserwacyjnych POZGEO D (do postprocessingu) i serwis obliczeń POZGEO (dokładność pozycji: 1–10 cm). System dedykowany jest szerokiemu gronu użytkowników, w tym leśnictwu.

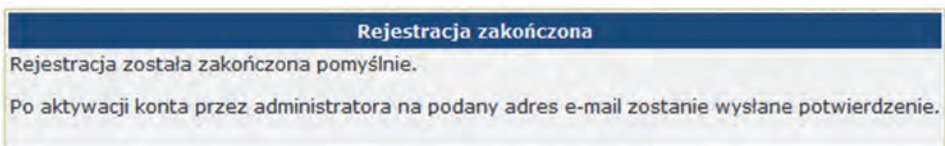
Korzystanie z systemu ASG-EUPOS nie wiąże się z żadnymi kosztami, wymaga jedynie rejestracji na stronie web: http://system.asgeupos.pl/

W celu ułatwienia logowania należy zastosować się do zalecenia i przyjąć stosunkowo krótkie nazwy firmy i użytkownika. Uprości to późniejsze logowanie się do systemu z urządzeń pomiarowych.



Ryc. 5.50. *Rejestracja użytkownika na ASG-EUPOS*

Ryc. 5.51. *Kolejny etap rejestracji użytkownika*



Ryc. 5.52. *Potwierdzenie zakończenia rejestracji*

Potwierdzeniem zakończenia procesu rejestracji jest otrzymywanie maili o treści takiej, jak w prezentowanym przykładzie.

Witaj Jan Kowalski,

Wysłany formularz rejestracyjny
został zatwierdzony
przez administratora.

Od tej chwili można się logować
do serwisów czasu rzeczywistego

Nazwa użytkownika: nadl/jan
Hasło: jan9#9

Z poważaniem
Zespół Administratorów
Systemu ASG-EUPOS

oraz

Witaj Jan Kowalski,

Została utworzona następująca subskrypcja na korzystanie z systemu ASG-EUPOS:

Nazwa użytkownika: jan

Hasło: jan9#9

Firma: nadl

Subskrypcja: Pełny dostęp do ASG-EUPOS na okres 1 roku

Data zamówienia (czas UTC): 9/16/2011 12:59:37 PM

Data uruchomienia (czas UTC): 9/16/2011 12:00:00 AM

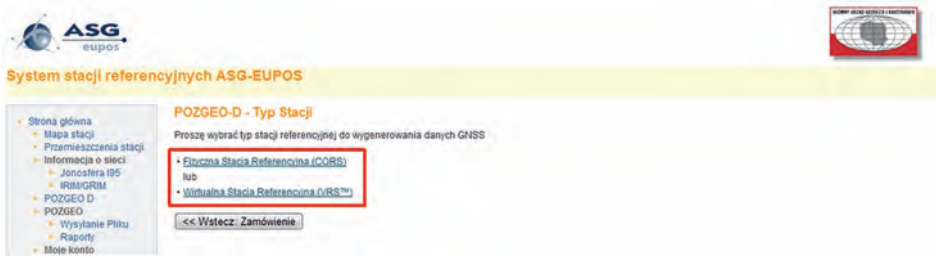
Data wygaśnięcia (czas UTC): 9/16/2012 12:00:00 AM

Z poważaniem
Zespół Administratorów Systemu ASG-EUPOS

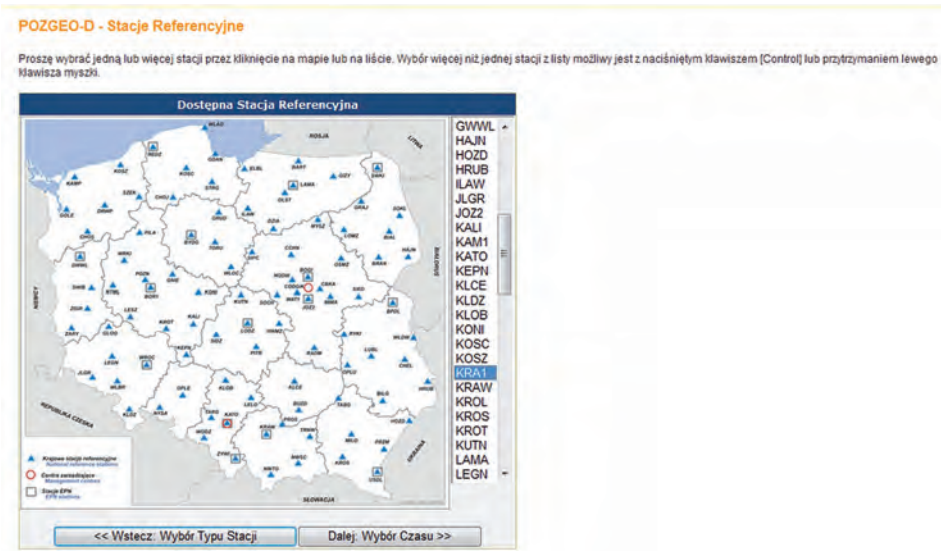
Zapominalscy maile te powinni zachować, ponieważ administrator systemu przypomina w nich o przyjętych nazwach użytkownika i ustawionym haśle. Od tego momentu można już korzystać z systemu ASG-EUPOS.

W dalszej części opracowania zaprezentuję możliwości korekcji danych pomiarowych w postprocessingu. Wykonanie korekcji pomiarów wymaga zapisania sesji pomiarowej w postaci pliku o specjalnym formacie. Większość mobilnego oprogramowania klasy GIS to umożliwia, ale wiąże się to zazwyczaj z dokupieniem i uaktywnieniem dodatkowej opcji. Postprocessing jest często jedyną możliwością poprawienia jakości pomiarów, szczególnie gdy nie ma możliwości skorzystania z poprawek w czasie rzeczywistym z powodu niedostępności sygnału GSM. ASG-EUPOS umożliwia pobranie danych referencyjnych niezbędnych do postprocessingu. Niezbędne dane uzyskuje się z serwisu POZGEO D. Na kolejnych ekranach serwisu należy dodać nowe zlecenie, dokonać wyboru rodzaju stacji referencyjnej (fizycznej lub wirtualnej) i jej lokalizacji, ustalić datę i czas pomiaru oraz ustalić format danych i opcje dostawy (pobranie ze strony lub otrzymanie przesyłki mailem). Najbardziej wygodną opcją dostawy jest otrzymanie danych korekcyjnych za pomocą maila. Nie trzeba wówczas czekać na wygenerowanie danych i samodzielnie ich pobierać ze strony systemu.

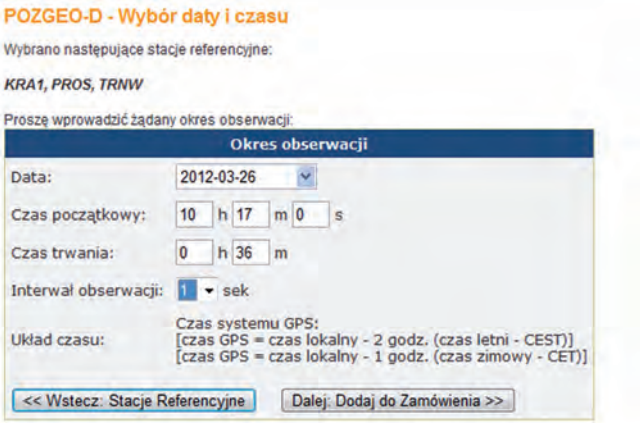
Ryc. 5.53. *Dodanie nowego zlecenia na przygotowanie danych referencyjnych*



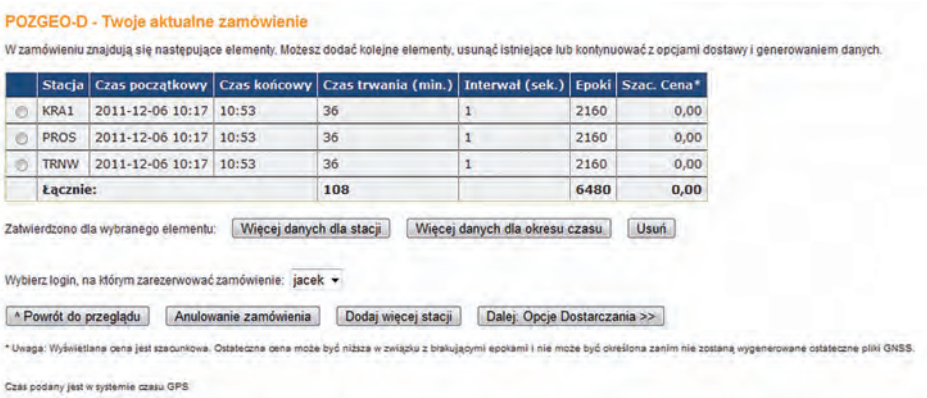
Ryc. 5.54. *Wybór typu stacji referencyjnej*



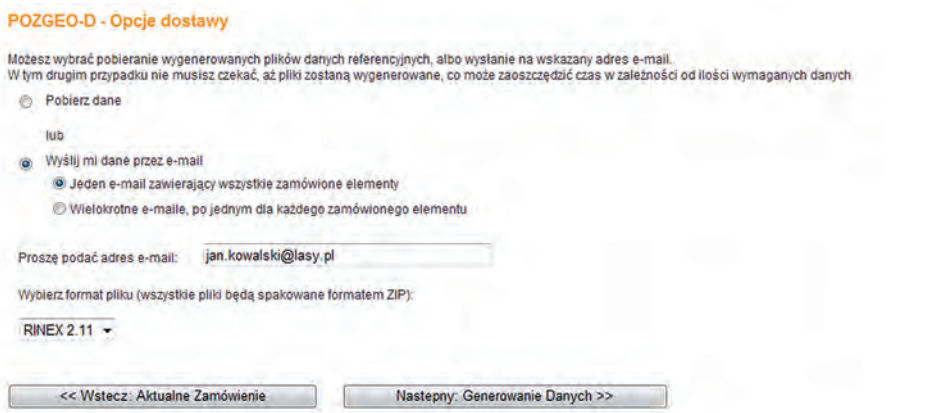
Ryc. 5.55. *Wybór lokalizacji stacji referencyjnych*



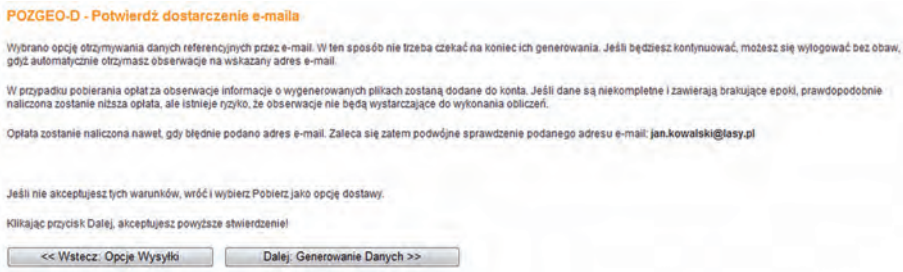
Ryc. 5.56. *Ustawienia daty i czasu wykonanej sesji pomiarowej*



Ryc. 5.57. *Potwierdzenie dokonanych ustawień i ostateczny wybór stacji referencyjnej*



Ryc. 5.58. *Wybór opcji dostawy danych referencyjnych*



Ryc. 5.59. *Potwierdzenie adresu do wysyłki danych*

Ryc. 5.60. *Informacja o statusie zlecenia*

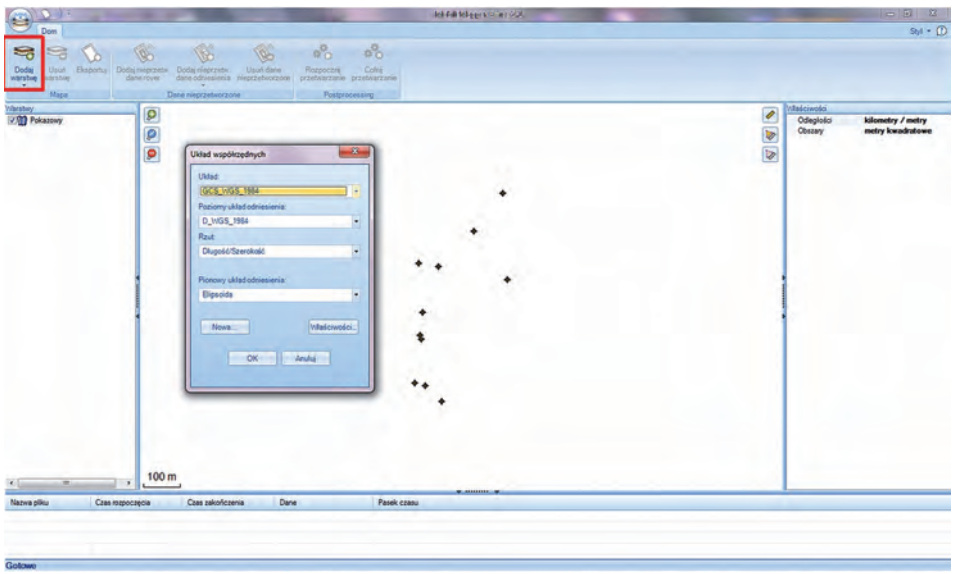
Jeśli wybraliśmy formę dostawy danych referencyjnych mailem, to otrzymamy stosowną informację z załączonym archiwum zip.

Witaj Jan Kowalski,

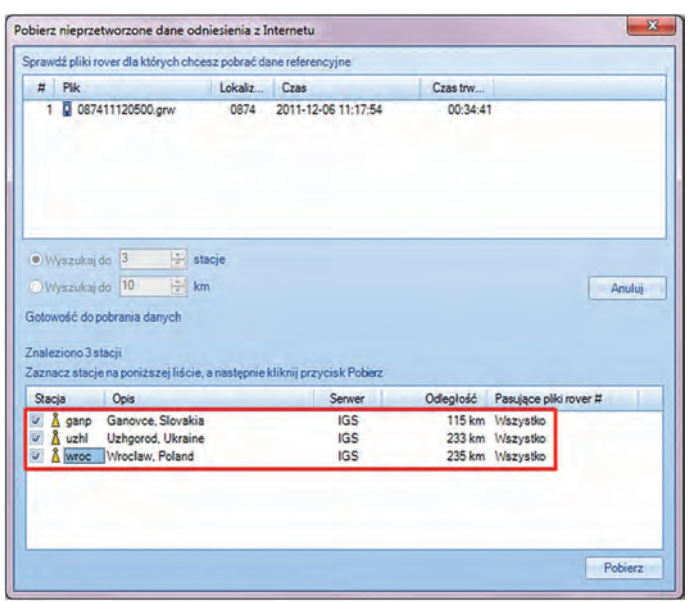
W dniu 2/3/2012 o godzinie: 10:10 AM zostało złożone w serwisie POZGEO D zamówienie obejmujące pliki obserwacyjne z 3 stacji referencyjnych.
Pliki obserwacyjne zostały wygenerowane i dołączone do niniejszej wiadomości e-mail jako załącznik w jednym spakowanym pliku ZIP.
Plik ZIP można również pobrać za pomocą strony internetowej oraz zapoznać się ze szczegółami dotyczącymi zamówienia.
Numer zamówienia w systemie ASG-EUPOS: 17

Z poważaniem
Zespół Administratorów Systemu ASG-EUPOS

Aby wykonać postprocessing pomiarów, musimy mieć oprogramowanie dedykowane do tego celu. Większość sprzętu pomiarowego jest dostarczana z pakietami oprogramowania dedykowanego do prezentacji i przetwarzania wyników pomiarów. W tym przypadku dane pomiarowe zostały ze-



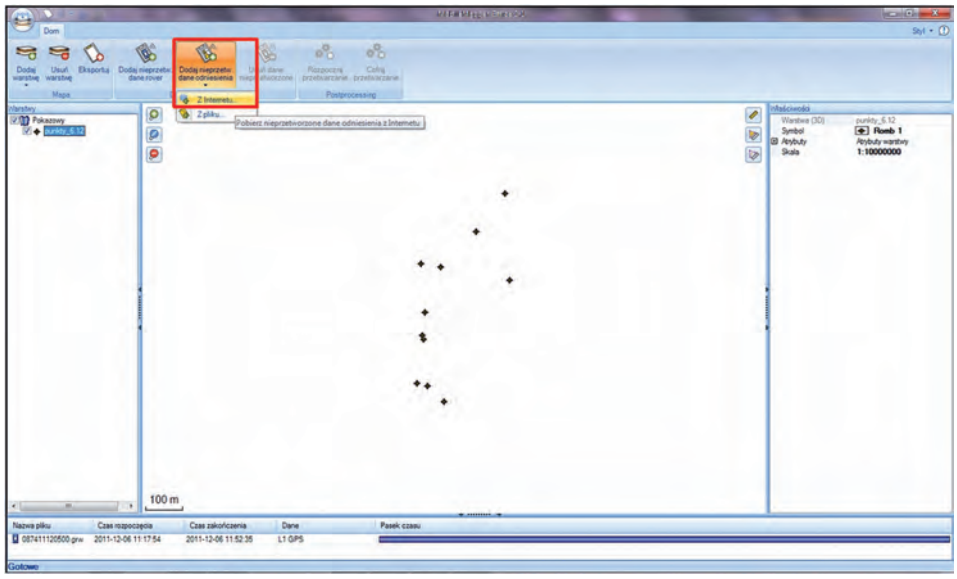
Ryc. 5.61. *Dodanie wyników pomiaru do aplikacji MobileMapper 2.1(warstwy *.shp)*



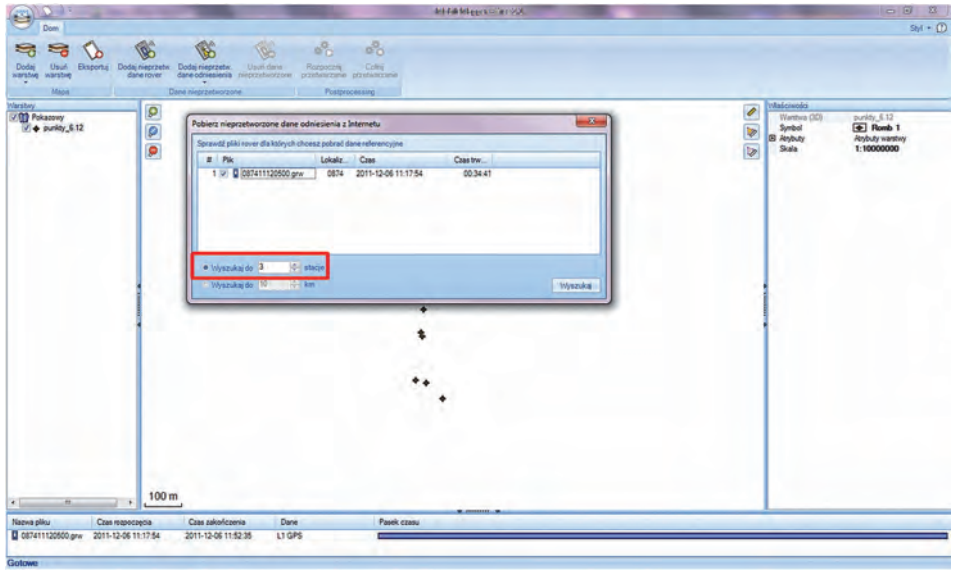
Ryc. 5.62. *Pierwszy etap procesu korekcji danych*

brane za pomocą odbiornika GPS MobileMapper 10, a do postprocessingu wykorzystano aplikacja MobileMapper Office 2.1.

Proces korekcji danych polega na dodaniu do tabeli zawartości warstwy pomierzonych obiektów i ustawieniu parametrów projekcji.

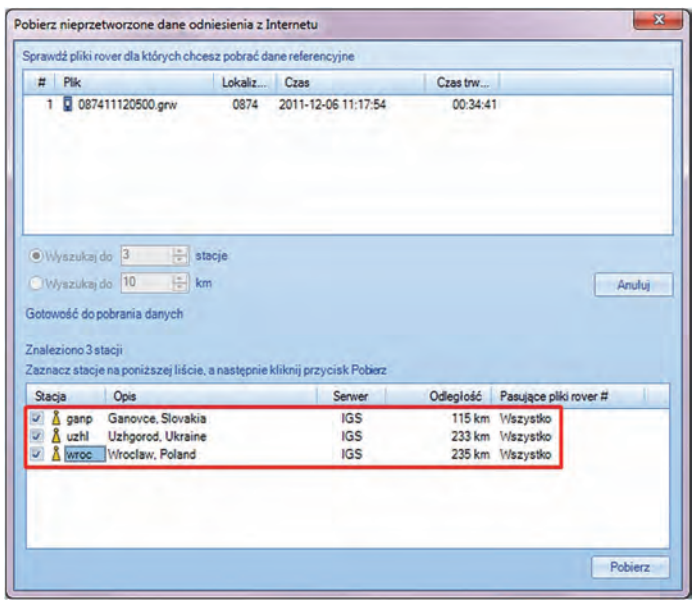


Ryc. 5.63. *Wybór sposobu dodania danych referencyjnych – „z Internetu”*

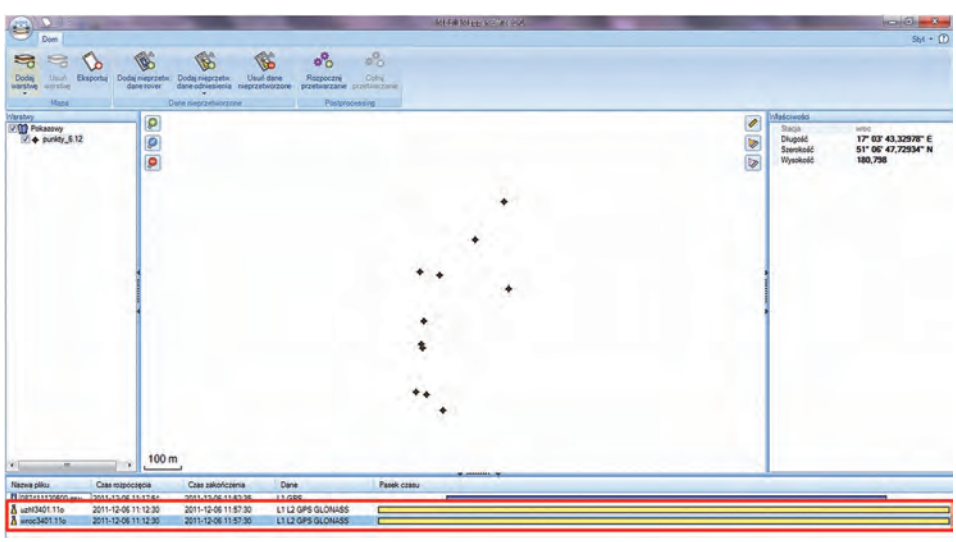


Ryc. 5.64. *Określenie liczby stacji referencyjnych*

Następnie należy dodać do aplikacji dane nieprzetworzone (*dane rover*), zapisane w oddzielnym pliku przez aplikację pomiarową, a także dane referencyjne, które są uzyskane z ASG-EUPOS. Aby zakończyć proces korekcji, należy uruchomić przycisk „Rozpocznij przetwarzanie".

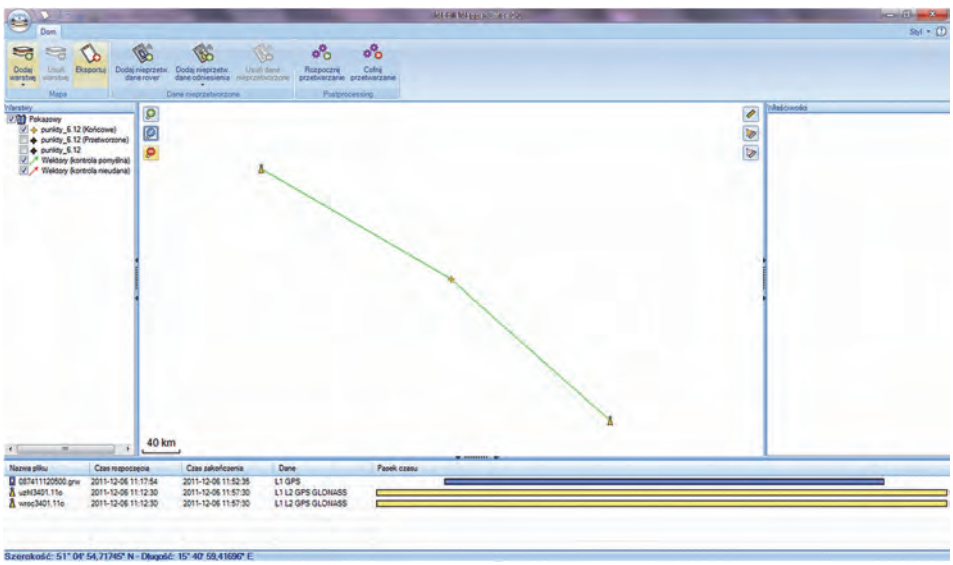


Ryc. 5.65. *Wybór stacji referencyjnych*

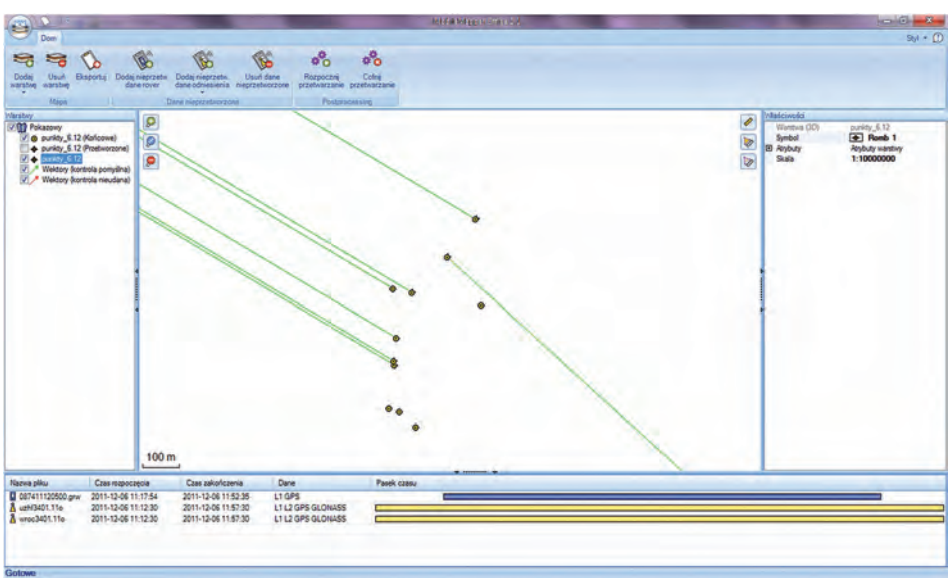


Ryc. 5.66. *Potwierdzenie wczytania danych referencyjnych (dwie stacje referencyjne)*

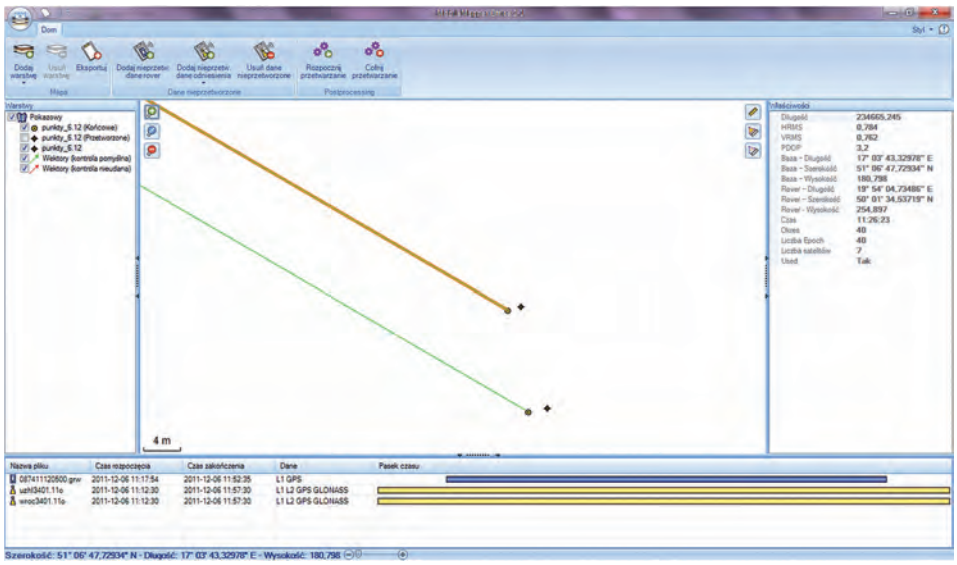
Obiekty poddane korekcji w oknie aplikacji zostaną połączone wektorami z lokalizacją stacji bazowej i ich lokalizacja będzie skorygowana w stosunku do pomiaru pierwotnego. Lokalizacja pozostałych obiektów nie ulegnie zmianie.



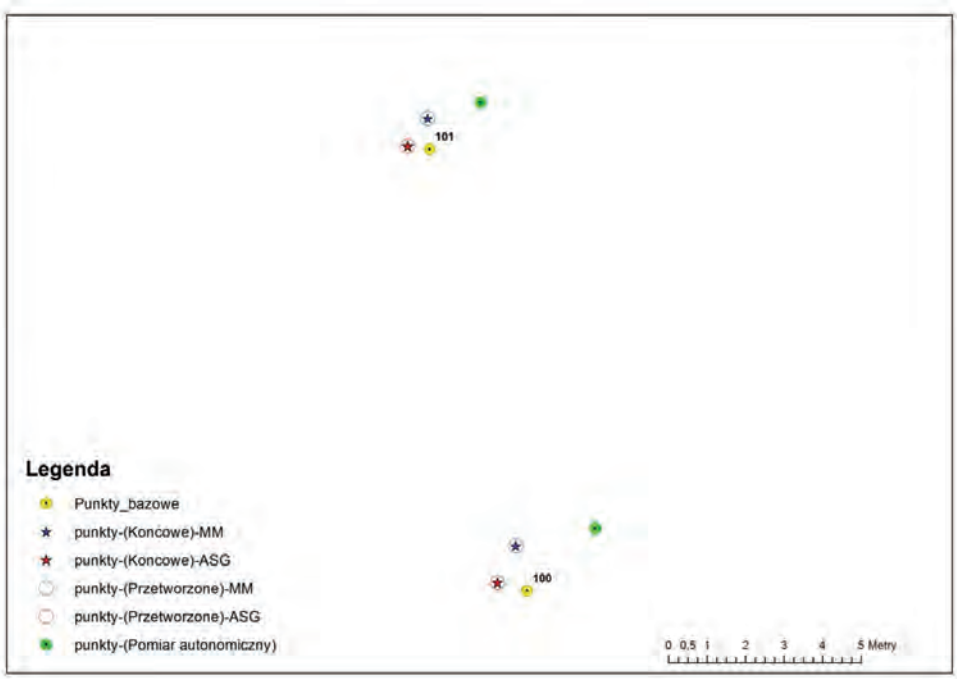
Ryc. 5.67. *Usytuowanie stacji referencyjnych w stosunku do miejsca pomiaru*



Ryc. 5.68. *Obiekty poddane korekcji i wektory łączące je ze stacjami referencyjnymi*



Ryc. 5.69. *Informacja o parametrach korekcji dla wskazanego obiektu*



Ryc. 5.70. *Porównanie wyników postprocessingu opartego na sieci ASG-EUPOS i na sieci firmowej Ashtech*

Omawiana aplikacja umożliwia także wykonanie postprocessingu na podstawie danych korekcyjnych pobranych przez aplikację bezpośrednio z internetu. Korekcja zostanie wówczas przeprowadzona na bazie stacji referencyjnych zalecanych przez producenta odbiornika GPS". Lokalizacja tych stacji nie jest już tak równomierna jak w przypadku ASG-EUPOS, a także znajdują się one w większej odległości od siebie. Mamy wówczas możliwość wyboru liczby stacji referencyjnych lub ograniczenie promienia ich odległości od miejsca pomiaru. Po przeszukaniu dostępnych stacji referencyjnych otrzymujemy informacje o ich nazwach i odległości od miejsca pomiaru. W tym miejscu można dokonać wyboru stacji, na podstawie których dokonamy korekcji – ryc. 5.65.

Na rycinie 5.70 przedstawiono przykładowe wyniki postprocessingu wykonanego na podstawie danych sieci ASG-EUPOS (ASG) i osobno na podstawie danych sieci firmowej Ashtech-a (MM). Na załączonym przykładzie widać, że punkty końcowe w obu wypadkach „polepszyły" swoje położenie w stosunku do rzeczywistego (punkty bazowe). Wykonywanie postprocessingu na bazie sieci ASG-EUPOS pozwala jednak na uzyskanie lepszych wyników ze względu na równomierne rozmieszczenie stacji korekcyjnych na terytorium kraju oraz ich stosunkową bliskość miejsc pomiaru. Ponadto w przypadku sieci ASG-EUPOS zazwyczaj mamy możliwość skorzystania z wielu stacji korekcyjnych (znajdujących się w podobnej odległości od miejsca pomiaru). W tabeli 5.2 zestawiono wielkości błędów pomiarów autonomicznych oraz błędów położenia punktów poddanych postprocessingowi opartego na różnie zlokalizowanych stacjach korekcyjnych.

Tabela 5.2. Błędy położenia punktów przed postprocessingiem i po nim

Punkt	Liczba epok	Błąd położenia dXY (m)			
		Pomiar autonomiczny	Postprocessing Stacja: KRA1	Postprocessing Stacja: TRNW	Postprocessing Stacja: PROS
100	30	9,366	0,361	0,551	0,381
101	30	6,052	0,514	0,405	0,212
102	30	2,556	0,579	0,542	0,311
103	30	3,501	0,467	0,494	0,215
104	30	3,065	0,357	0,763	0,294
105	30	2,617	0,326	0,733	0,38
106	30	2,326	0,459	0,689	0,828
107	30	2,137	0,495	0,853	0,708
108	30	3,895	0,369	0,701	0,438
109	30	0,859	1,104	1,026	1,211
110	30	1,28	1,05	0,975	1,155
111	30	4,086	0,686	0,857	0,605
112	30	1,958	0,54	0,614	0,447

Postprocessing danych pomiarowych GNSS pozwala na znaczące zwiększenie dokładności pomiarów. Wykonanie go wymaga wprawdzie nieco czasu, ale zwiększa prawdopodobieństwo uzyskania dokładnych wyników. Korzystanie z poprawek w czasie rzeczywistym jest wygodniejsze, ale często niemożliwe ze względu na brak zasięgu sieci GSM (przede wszystkim na obszarach leśnych), mimo równomiernego pokrycia kraju stacjami referencyjnymi. Wiąże się także z posiadaniem bardziej zaawansowanych odbiorników, a więc z wyższą ceną zakupu. Udostępniane przez sieć ASG-EUPOS pliki do postprocessingu można pobrać w kilku uniwersalnych formatach, m.in.: RINEX 2.10, 2.11, 3.0 oraz DAT, TGO, T01, T02. To pozwala na wykorzystanie ich w licznym oprogramowaniu służącym do opracowywania danych w postprocessingu.

6. Geomatyka w zarządzaniu kryzysowym w Lasach Państwowych

6.1. Wykorzystanie geomatyki na terenach leśnych dotkniętych klęskami żywiołowymi

KRZYSZTOF MAJSTERKIEWICZ

6.1.1. Zasoby Lasów Państwowych możliwe do wykorzystania przy szacowaniu strat

W zasobach Lasów Państwowych znajdują się dane, sprzęt, oprogramowanie, ponadto pracują tam ludzie, którzy potrafią je zastosować. Do danych atrybutowych należy zaliczyć zawartość baz danych SILP, szczególnie opis taksacyjny, dane z pozyskania drewna i z systemu planów. Dane geometryczne to warstwy Leśnej Mapy Numerycznej (LMN) przechowywane w bazie LAS oraz wszystkie warstwy wytworzone przez jednostki, a niezwiązane bezpośrednio z LMN poprzez Standard Leśnej Mapy Numerycznej (SLMN).

Sprzęt stanowią głównie komputery klasy PC, drukarki i skanery jako urządzenia służące przetwarzaniu danych. Ponadto LP dysponują sprzętem do zbierania danych w terenie w postaci turystycznych odbiorników GPS połączonych z przenośnymi rejestratorami danych, dość licznej grupy odbiorników GPS klasy GIS oraz jednostkowo odbiorników GPS klasy geodezyjnej, umożliwiających pomiary z dokładnością poniżej 30 cm. Zestawy GPS często są wzbogacone o dalmierz z kompasem elektronicznym i inklinometrem, profesjonalne anteny zewnętrzne umożliwiające selektywny odbiór sygnału i ograniczanie szumu oraz dodatkowe opcje programowe zwiększające liczbę systemów i serwisów wspomagających GNSS, których sygnał jest możliwy do odebrania. Zestaw taki umożliwia wykonywanie pomiarów metodą mimośrodową. Istotną częścią zasobów sprzętowych są serwery, na których działa oprogramowanie związane z funkcjonowaniem SILP.

Posiadane przez LP oprogramowanie do przetwarzania danych geometrycznych i powiązanych z nimi danych atrybutowych to przede wszystkim

ArcView w różnych wersjach, coraz większa jest też grupa użytkowników programu QGIS. Funkcjonują również liczne przeglądarki i mapy, zarówno dedykowane LP, jak i ogólnie dostępne na rynku. Zakres ich użytkowania jest jednak najczęściej ograniczony do prostego przedstawiania sytuacji i zjawisk na mapach tematycznych.

Jednym z najcenniejszych zasobów LP są ludzie, którzy potrafią wyszczególnione elementy systemu informacji przestrzennej połączyć w całość i przeprowadzić szereg operacji na danych, pozyskanych za pomocą oprogramowania i sprzętu. Analizy danych dostarczają z kolei wiedzy o skali klęski lub innego zjawiska.

Podstawowe dane potrzebne do obliczenia masy uszkodzonego drewna znajdują się w tabelach: *f_arodes* – adresy leśne, *f_arod_storey* – warstwy w wydzieleniu, *f_storey_species* – gatunki w warstwie i *f_subarea* – parametry taksacyjne wydzielenia. W tabelach 6.1 – 6.4 przedstawiono wybrane, istotne dla obliczeń atrybuty tych tabel.

Tabela 6.1. Wybrane atrybuty tabeli f_arodes – adresy leśne

Nazwa atrybutu	Opis
arodes_int_num	numer wewnętrzny, używany jako klucz w relacjach
adress_forest	adres leśny
arodes_typ_cd	typ obiektu (WYDZIEL, ODDZ itd.)
adress_valid	wskaźnik aktualności adresu (T – adres aktualny)

Tabela 6.2. Wybrane atrybuty tabeli f_arod_storey – warstwa w wydzieleniu

Nazwa atrybutu	Opis
arodes_int_num	numer wewnętrzny wydzielenia
storey_cd	warstwa
storey_rank_order	ranga warstwy
standdensity_index	zadrzewienie
mixture_cd	forma zmieszania
density_cd	zwarcie

Tabela 6.3. Wybrane atrybuty tabeli f_storey_species – gatunek w warstwie

Nazwa atrybutu	Opis
spec_stor_int_num	numer wewnętrzny gatunku w warstwie
arodes_int_num	numer wewnętrzny wydzielania
storey_cd	warstwa
species_rank_order	ranga gatunku w warstwie
species_cd	gatunek
part_cd	udział (uwaga: pole tekstowe, przed obliczeniami konieczna zamiana na liczbowe)
species_age	wiek
Bhd	pierśnica
Height	wysokość
Volume	miąższość
volume_flag	wskaźnik masy (*HA* – zasobność m^3/ha *POW* – zapas w wydzieleniu)

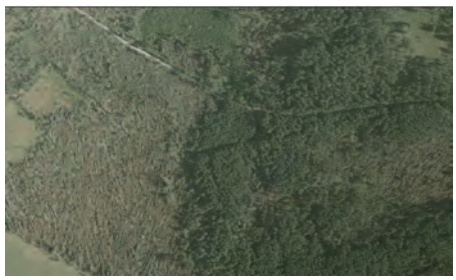
Tabela 6.4. Wybrane atrybuty tabeli f_subarea – wydzielenie

Nazwa atrybutu	Opis
arodes_int_num	numer wewnętrzny wydzielenia
area_type_cd	typ powierzchni
site_type_cd	siedliskowy typ lasu
sub_area	powierzchnia wydzielenia

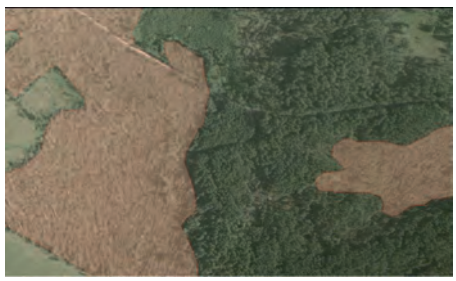
Dane geometryczne niezbędne do wykonania obliczeń znajdują się w warstwie pochodnej *wydz_pol.shp* – wydzielenia z zestawem atrybutów jak w tabeli 6.5.

Tabela 6.5. Struktura atrybutów warstwy wydz_pol.shp – wydzielenia

Nazwa pola	Opis
Shape	ESRI Geometry – poligon
id_ob	unikalny w ramach warstwy numer obiektu
id_adres	pole ARODES_INT_NUM z tabeli F_ARODES
adr_les	adres leśny wydzielenia
Rys	kod symbolu



Ryc. 6.1. *Drzewostan uszkodzony przez trąbę powietrzną – fragment ortofotomapy*

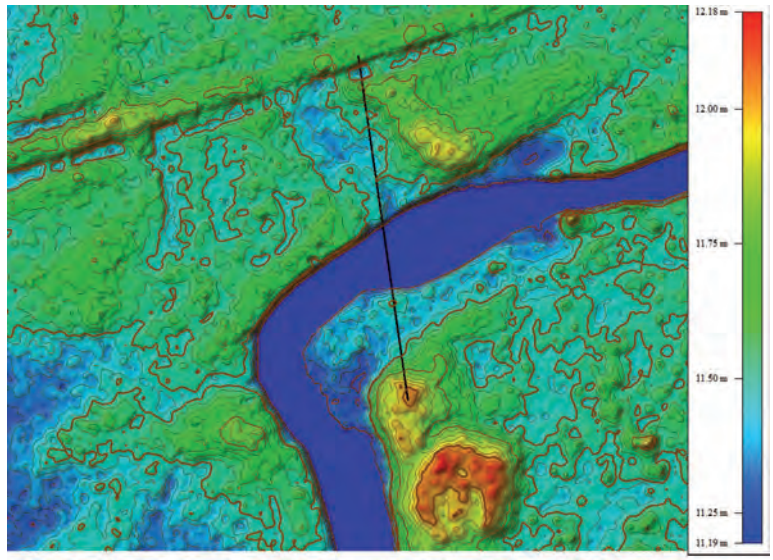


Ryc. 6.2. *Fragment ortofotomapy z ryc. 6.1. pokazujący obszar zinterpretowany jako uszkodzony, który zaznaczono kolorem jaśniejszym*

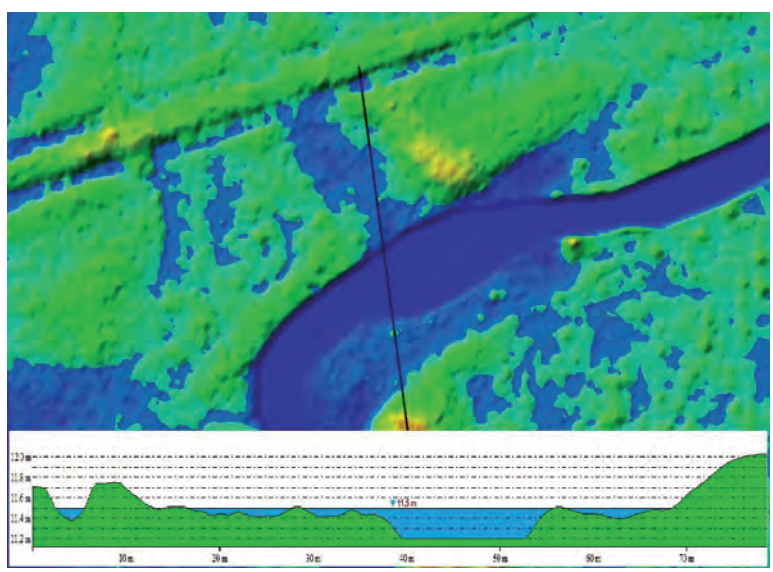
Do określenia granic uszkodzonych drzewostanów, w zależności od rodzaju i skali klęski, trzeba posłużyć się różnymi źródłami danych. Uszkodzenia spowodowane przez wiatr lub pożar z powodzeniem można interpretować na podstawie zdjęć lotniczych. W przypadku niewielkiej skali zjawiska i dostępności terenu można inwentaryzować zasięg szkody za pomocą odbiorników GPS w drodze pomiarów terenowych.

Interpretacja zdjęć lotniczych daje najlepsze rezultaty w przypadku wykonywania analizy stereoskopowej. Przy przeprowadzaniu interpretacji na ortofotomapie operator bardzo często staje przed dylematem, czy analizowany fragment drzewostanu jest pochylony na skutek działania wiatru, czy dlatego, że znajduje się w obszarze zdjęcia, w którym obiekty wydają się być pochylone na skutek skośnego ich sfotografowania. Wykorzystanie lotniczego skaningu laserowego do określenia zasięgu szkód od wiatru z pewnością poprawia dokładność określenia granicy szkody i ułatwia analizę ortofotomapy, jednak zdecydowanie podnosi koszt wykonania tej analizy. Na rycinie 6.1 przedstawiono fragment drzewostanu uszkodzonego przez trąbę powietrzną, ryc. 6.2 przedstawia ten sam fragment drzewostanu z zaznaczoną granicą obszaru uszkodzonego. Granica obszaru powstała w wyniku wizualnej interpretacji ortofotomapy.

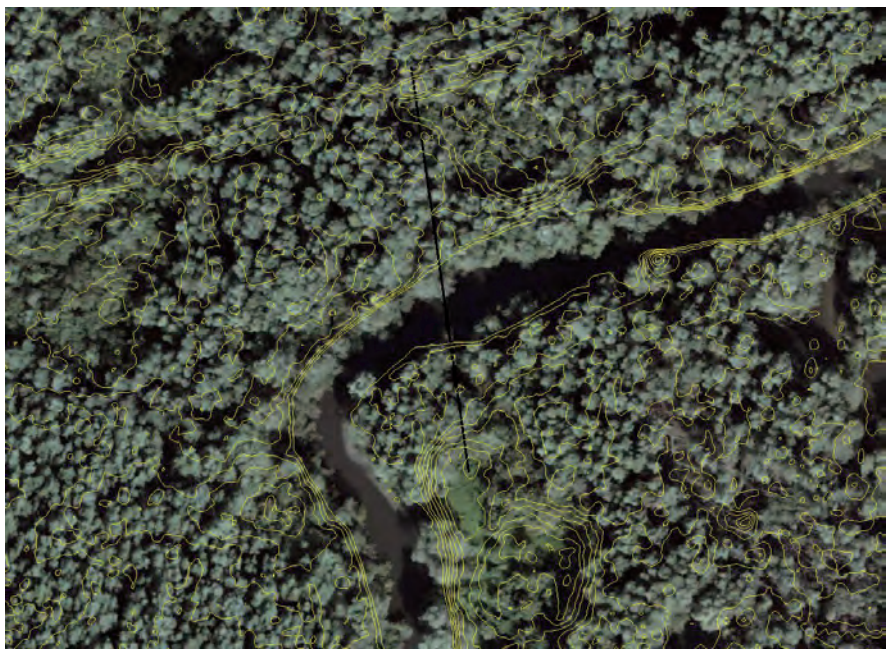
W przypadku klęski powodzi wykorzystanie zdjęć lotniczych jako jedynego materiału do określenia granicy obszaru zalanego wodą, wydaje się niewystarczające ze względu na ograniczoną wielkość terenową piksela powodującą słabą widoczność powierzchni wody pod drzewostanem. W takiej sytuacji bardzo wskazane jest wykorzystanie lotniczego skaningu laserowego. Przy zakładanej gęstości pokrycia skanowania na poziomie



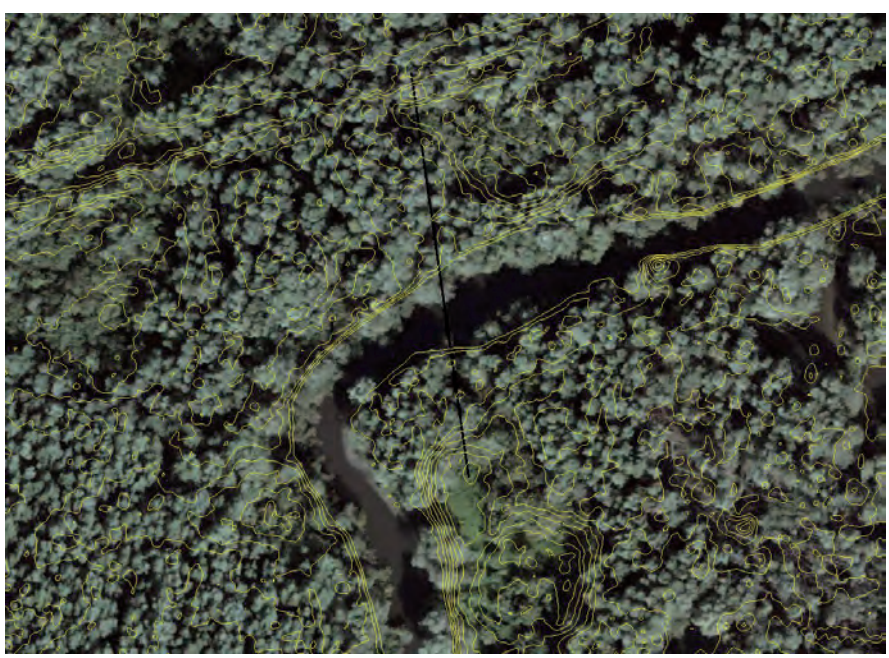
Ryc. 6.3. *Numeryczny model powierzchni terenu (NMT) wygenerowany z chmury punktów pozyskanych skanerem LIDAR z zaznaczonymi warstwicami*



Ryc. 6.4. *Numeryczny model powierzchni terenu (NMT) z zaznaczonym obszarem zalanym; wysokość lustra wody ustalona na podstawie przekroju poprzecznego w miejscu oznaczonym czarną linią*



Ryc. 6.5. *Widok ortofotomapy z nałożonymi warstwicami pochodzącymi z NMT*



Ryc. 6.6. *Widok ortofotomapy z nałożonym obszarem zalanym wodą*

4 pkt/m^2 część impulsów skanera dociera do powierzchni terenu pod drzewostanem, co umożliwia wygenerowanie numerycznego modelu terenu NMT (ryc. 6.3). Na podstawie analizy NMT można określić granicę obszaru zalanego wodą z dokładnością wystarczającą do celów gospodarki leśnej. Na przekroju widocznym w dole ryc. 6.4 możliwe jest określenie poziomu, na którym znajduje się woda, co pozwala na ustalenie obszaru znajdującego się pod wodą w kolejnych etapach analizy. Następne ryciny przedstawiają nałożenie numerycznego modelu terenu na ortofotomapę (ryc. 6.5) oraz zasięg podtopienia na tle ortofotomapy (ryc. 6.6). Jednak w przypadku powodzi samo określenie granicy obszaru zalanego nie jest wystarczające do stwierdzenia, że straty wystąpią i nie pozwala również na ich oszacowanie, ponieważ (w zależności od gatunku i siedliska) oprócz faktu zalania obszaru wodą ważne jest też, jak długo dany obszar pozostanie zalany.

Niezależnie od metody przyjętej do określenia zasięgu obszaru objętego szkodą, należy – oprócz samego materiału w postaci ortofotomapy, zdjęć lotniczych czy też numerycznych modeli powierzchni i pokrycia terenu uzyskanych z lotniczego skaningu laserowego – zamówić interpretację pozyskanych danych pod kątem określenia zasięgu obszarów objętych klęską.

Ze względu na coraz większe doświadczenie wykonawców zobrazowań cyfrowych i stale rosnące możliwości techniczne na etapie zamawiania opracowania można zlecić określenie granic obszaru objętego klęską bez wskazywania konkretnej metody ich wyznaczenia. W tej sytuacji podmioty specjalizujące się w dostarczaniu zobrazowań i danych cyfrowych zdecydują o wyborze najlepszej metody do konkretnego przypadku. Zamawiający na podstawie swojej wiedzy, możliwości finansowych i ograniczeń czasowych realizacji opracowania podejmie decyzję, któremu podmiotowi zlecić wykonanie opracowania.

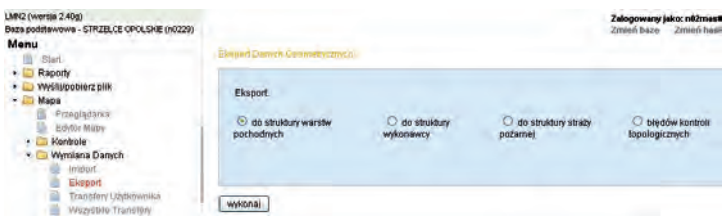
Wynikiem przeprowadzonej analizy zasięgu klęski powinna być warstwa poligonowa w układzie PUWG 1992.

6.1.2. Sposób obliczenia uszkodzonych mas drewna

Przed przystąpieniem do wykonywania obliczeń należy zgromadzić niezbędne dane omówione w poprzednim podrozdziale. Granica obszaru objętego klęską zostanie dostarczona lub pozyskana w formie warstwy wektorowej albo powstanie w wyniku samodzielnej interpretacji pozyskanych materiałów teledetekcyjnych, np. ortofotomapy. Na potrzeby publikacji warstwy uszkodzonego obszaru nazwano *kleska.shp*. Tabele atrybutowe z bazy LAS w formacie nadającym się do przetwarzania są możliwe do pobrania z SILPweb, podobnie jak pochodna warstwa wydzieleń (*wydz_pol.shp*).

Zaprezentowaną dalej analizę wykonano w oprogramowaniu MS Access i ESRI ArcGIS, jednak operacje te można wykonać także w innych programach do obsługi baz danych i przetwarzania danych przestrzennych.

Ryc. 6.7. *Pobieranie kopii bazy LAS w formacie MS Access – aplikacja SILPweb*



Ryc. 6.8. *Pobieranie warstw pochodnych LMN – aplikacja SILPweb*

W celu pobrania kopii wybranych tabel bazy danych LAS w formacie MS Access należy się zalogować do SILP-web (ryc. 6.7), a następnie:
- rozwinąć menu *Wyślij/pobierz plik*;
- wybrać *Dane do aktualizacji LMN*;
- w oknie po prawej stronie kliknąć przycisk *Pobierz plik*;
- pobierany plik zapisać na dysku w katalogu, w którym będą przetwarzane dane;
- po zakończeniu pobierania rozpakować archiwum *nRRNNprod_YYYYMMDD.zip* (*RR* – nr RDLP, *NN* – nr N-ctwa, *YYYY* – rok, *MM* – miesiąc, *DD* – dzień);
- otworzyć bazę *nRRNNprod_YYYYMMDD.mdb* – do poprawnego załadowania zawartości plików tekstowych UNL do tabel bazy danych MS ACCESS konieczne jest, by ustawienia programu MS Access umożliwiały wykonywanie skryptów (!);
- jeśli procedura ładowania zakończyła się powodzeniem, zostanie wyświetlony komunikat: *Załadowano dane do bazy. Baza zostanie zamknięta i będzie gotowa do wykorzystania w Aktualizatorze.*

Aby pobrać warstwę wydzieleń, należy w SILPweb (patrz ryc. 6.8):
- rozwinąć menu *Mapa*;
- rozwinąć menu *Wymiana danych*;
- wybrać punkt *Eksport*;
- w ramce *Eksport* zaznaczyć wybór *Do struktury warstw pochodnych*;
- kliknąć przycisk *Wykonaj*;

– zapisać archiwum *pochnRRNNprodYYMMDDGGMMSS.zip* w katalogu przetwarzania danych;
– rozpakować archiwum do podkatalogu;
– skopiować do katalogu przetwarzania pliki warstwy *wydz_pol.shp (.shp, .shx, .dbf, .prj).*

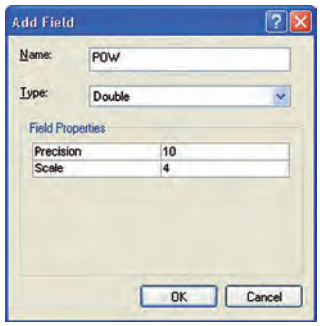
Uwaga
Jeżeli zasięg klęski obejmuje więcej niż jedno nadleśnictwo, przed wykonaniem dalszych czynności można połączyć warstwy wydzieleń poszczególnych nadleśnictw za pomocą narzędzia *Połącz (Merge)*, które znajduje się w ArcToolbox w *Narzędziach zarządzania danymi (Data Management Tools)* skrzynka *Ogólne (General).* Połączenie tabel baz danych można wykonać np. poprzez ich eksport do MS Excel, a następnie importowanie do jednej z baz danych z zaznaczaniem opcji *Dołącz kopię rekordów do tabeli: wybrać z listy właściwą tabelę.*

W obliczeniach wykorzystano tabele: *f_arodes, f_storey_species, f_subarea*.

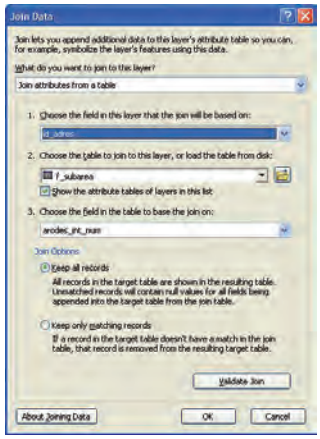
W pierwszym etapie należy ustalić, jaka część poszczególnych wydzieleń na obszarze objętych klęską została uszkodzona. W tym celu trzeba znaleźć część wspólną warstw wydzieleń (*wydz_pol.shp*) i obszaru uszkodzeń (*kleska.shp*), za pomocą narzędzia *Przetnij (Intersect)* znajdującego się w ArcToolbox, w *Analizy (Analysis Tools),* skrzynka *Nakładanie się (Overlay).* Przed wykonaniem operacji przecięcia warstw, ze względu na to, że powierzchnia geometryczna wydzieleń nie zawsze jest zgodna z ewidencyjną, do warstwy wydzieleń należy dodać atrybuty: *POW, POW_G*, *POW_U* i *POW_G_U* (typ pól: *double; 10,4*) i obliczyć wartości *POW* i *POW_G*. Umożliwi to w kolejnym etapie obliczenie powierzchni uszkodzonej na podstawie proporcji powierzchni geometrycznej uszkodzonej części wydzielenia do powierzchni geometrycznej całego wydzielenia wg wzoru:

$$POW_U = \frac{POW_G_U}{POW_G} * POW,$$

gdzie:
POW_U – powierzchnia uszkodzonej części wydzielenia,
POW_G_U – powierzchnia geometryczna uszkodzonej części wydzielenia,
POW_G – powierzchnia geometryczna wydzielenia,
POW – powierzchnia wydzielenia wg opisu taksacyjnego.



Ryc. 6.9. *Dodawanie pola POW do tabeli atrybutów warstwy wydzieleń*

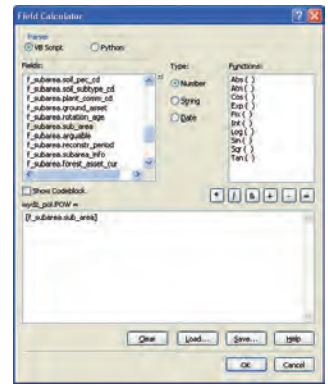


Ryc. 6.10. *Ustawienie połączenia (Join) tabeli atrybutów warstwy wydzieleń z tabelą f_subarea*

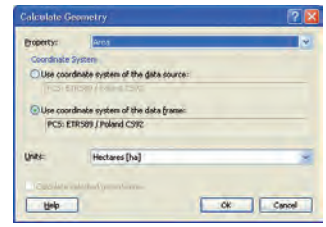
Sposób przeprowadzenia omówionych operacji w aplikacji ArcGIS wygląda następująco:

– do projektu dodać warstwę *wydz_pol.shp* (wydzielenia) i tabelę *f_subarea* z kopii bazy LAS;
– otworzyć tabelę atrybutów warstwy *wydz_pol.shp*;
– dodać pola: *POW, POW_G, POW_U, POW_G_U* za pomocą narzędzia dodawania pola (Add Field…), ustawić parametry dodawanych pól jak na ryc. 6.9;
– połączyć narzędziem *Połącz* (*Join*) tabelę atrybutów warstwy *wydz_pol* z tabelą *f_subarea* po polach *id_adres i arodes_int_num* (ryc. 6.10) – narzędzie jest dostępne po naciśnięciu prawym przyciskiem myszy na warstwie *wydz_pol* w menu *Połączenia i relacje* (*Join and Relates*);
– kliknąć prawym przyciskiem w nagłówek kolumny *POW* w tabeli atrybutów warstwy *wydz_pol*, z podręcznego menu wybrać narzędzie *Kalkulator Pól* (*Field Calcultor*);
– w oknie *Kalkulatora Pól* w ramce *Pola (Fields)* dwukrotnie kliknąć w nazwę pola *f_subarea.sub_area*. Na ryc. 6.11 przedstawiono okno *Kalkulatora Pól*; podczas wykonywania operacji może wystąpić sytuacja, że pole *sub_area* będzie puste, w takim przypadku zostanie wyświetlone ostrzeżenie, należy kontynuować obliczanie dalszych wartości, a potem sprawdzić poprawność obliczeń wartości w kolumnie *POW* – powinna się tam znaleźć powierzchnia wydzieleń z opisu taksacyjnego;
– usunąć połączenie z tabelą *f_subarea*, klikając prawym przyciskiem, na warstwie *wydz_pol* z menu wybrać *Połączenia i relacje (Join and Relates)*, następnie *Usuń połączenia (Remove Joins)* i *Usuń wszystkie połączenia (Remove All joins)*;
– kliknąć prawym przyciskiem w nagłówek kolumny *POW_G* w tabeli atrybutów warstwy *wydz_pol*, z podręcznego menu wybrać narzędzie *Oblicz geometrię* (*Calculate Geometry*);
– w oknie kalkulatora geometrii ustawić obliczanie *Powierzchni (Area),* z listy *Jednostki (Units)* wybrać *hektary [ha] (Hectares [ha])* i kliknąć OK, do poprawnego działania tego narzędzia konieczne jest ustawienie odwzorowania warstwy (PUWG 1992 – *PCS: ETRS89 / Poland CS92*);

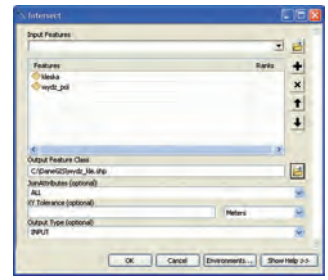
– otworzyć narzędzie *Przetnij (Intersect)* znajdujące się w *ArcToolbox* w skrzynce *Analizy (Analysis Tools),* skrzynka *Nakładanie się (Overlay)*;
– jako warstwy źródłowe wstawić *wydz_pol* i *kleska*, jako wyjściową ustawić nową warstwę w katalogu przetwarzania danych, np. *wydz_kl*, pozostałe parametry pozostawić bez zmian, uruchomić narzędzie, w wyniku jego działania powstanie część wspólna z obu warstw – ryc. 6.13 przedstawia konfigurację narzędzia *Przetnij*;
– po wykonaniu przecięcia warstw można już obliczyć powierzchnię uszkodzonej części wydzieleń; w tym celu należy otworzyć tabelę atrybutów warstwy *wydz_kle*, następnie kliknąć prawym przyciskiem w nagłówek kolumny *POW_G_U,* z podręcznego menu wybrać narzędzie *Oblicz geometrię (Calculate Geometry),* a potem ustawić analogicznie jak przy obliczaniu powierzchni *POW_G*;
– obliczyć powierzchnię uszkodzoną wydzielenia *POW_U* za pomocą kalkulatora pól; w tym celu prawym przyciskiem kliknąć w nagłówek kolumny *POW_U*, a następnie wybrać *Kalkulator Pól*;
– w ramce równania utworzyć wyrażenie: [*POW*] * [*POW_G_U*] / [*POW_G*], klikając w nagłówki kolumn oraz przyciski operatorów (lub wpisując je z klawiatury) i nacisnąć *OK*.



Ryc. 6.11. *Kalkulator Pól z wpisaną formułą przepisania powierzchni wydzielenia do tabeli atrybutów warstwy wydzieleń*

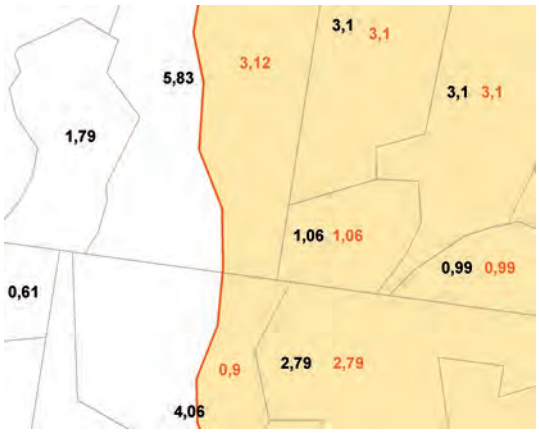


Ryc. 6.12. *Ustawienie obliczania powierzchni geometrycznej*



Ryc. 6.13. *Konfiguracja narzędzia „Przetnij”*

Po wykonaniu tych operacji tabela atrybutów warstwy *wydz_kle* powinna zawierać obliczone wartości powierzchni geometrycznych i ewidencyjnych całych wydzieleń oraz ich uszkodzonych części. Ze względu na niejednoznaczne przypisanie linii w LMN do adresów leśnych w celu uproszczenia pominięto w tym rozważaniu ich wpływ na ustalanie powierzchni uszkodzonej. Rycina 6.14 przedstawia fragment uszkodzonego drzewostanu z podziałem na wydzielenia (linia szara); linią czerwoną została oznaczona granica uszkodzeń, kolorem piaskowym zaznaczono obszar objęty szkodą (warstwa *wydz_kle*), kolorem czarnym opisano powierzchnie wydzieleń, czerwonym zaś – ich uszkodzone części. W kolejnych etapach tabela atrybutów warstwy

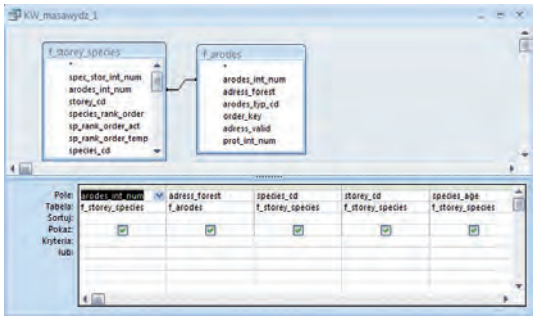


Ryc. 6.14. *Fragment drzewostanu objętego szkodą z zaznaczeniem powierzchni uszkodzonej w wydzieleniach*

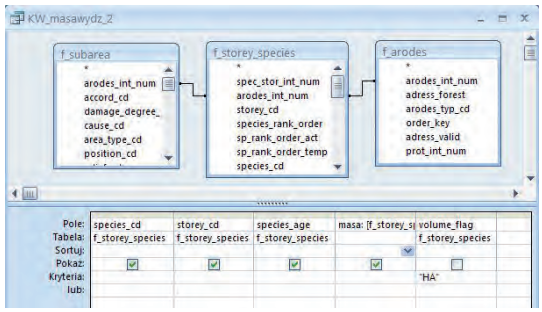
wydz_kle, po jej zaimportowaniu do bazy MS Access, została wykorzystana do obliczenia masy drewna w poszczególnych wydzieleniach.

Po ustaleniu powierzchni uszkodzonej w wydzieleniach trzeba obliczyć masy uszkodzonego drewna dla poszczególnych gatunków. Ten etap należy rozpocząć od obliczenia zapasu w poszczególnych wydzieleniach wg gatunków drzew w warstwach, a następnie przeliczyć masę drewna na uszkodzonej części wydzielenia. Obliczenia te przeprowadza się w programie MS Access. Ze względu na to, że miąższość drewna dla gatunku w tabeli *f_storey_species* może być podana zarówno jako zapas *volume_flag = POW*, jak i zasobność *volume_flag = HA*, w pierwszym kroku należy utworzyć dwie kwerendy; w wyniku ich działania powstanie nowa tabela o nazwie np. *MasaWydz,* zawierająca kolumny: *arodes_int_num, adress_forest, species_cd, storey_cd, species_age, masa*.

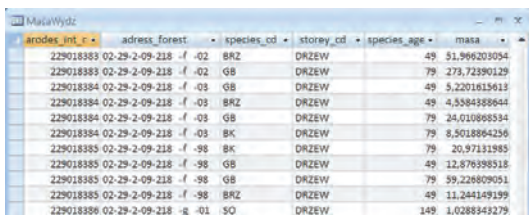
Pierwsza kwerenda wybiera z tabel *f_storey_species* i *f_arodes* te gatunki, co do których miąższość w tabeli jest podana jako zapas (*volume_flag = POW*). Jest to kwerenda tworząca nową tabelę *MasaWydz*. W celu dodania pola *adress_forest* (adres leśny) do utworzonej kwerendy należy dołączyć do niej tabelę *f_arodes*. Pole adresu leśnego umożliwi potem analizę wyników w podziale na leśnictwa, obręby leśne czy też nadleśnictwa. Ryci-



Ryc. 6.15. *Kwerenda tworząca tabelę MasaWydz i wybierająca do niej gatunki z masą określoną jako zapas*



Ryc. 6.16. *Kwerenda dołączająca do tabeli MasaWydz obliczone zapasy dla gatunków na podstawie zasobności i powierzchni wydzielenia*



Ryc. 6.17. *Fragment tabeli MasaWydz z obliczonymi zapasami dla gatunków w wydzieleniach*

na 6.15 przedstawia postać kwerendy w widoku projektu MS Access. Na etapie tworzenia kwerendy ważne jest, aby wybrany został typ kwerendy tworzącej tabelę.

Zadaniem drugiej kwerendy jest dołączenie danych do tabeli *MasaWydz*. Dołączane dane pochodzić będą z tabel: *f_storey_species*, *f_arodes* i *f_subarea*. Do obliczenia zapasu na podstawie przechowywanej zasobności w kolumnie *volume* tabeli *f_storey_species* (wiersze w tej tabeli z atrybutem *volume_flag = HA*) wykorzystać trzeba wartość powierzchni wydzielenia – przechowywaną w polu *sub_area* tabeli *f_subarea*. Zapas obliczany jest ze wzoru:

*masa = volume * sub_area*
(wyrażenie w kwerendzie ma postać – *masa:*
[*f_storey_species*]![*volume*] * [*f_subarea*]![*sub_area*]).

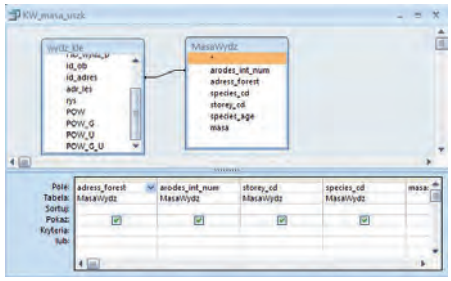
W przypadku kwerendy dołączającej ważne jest, aby kolejność pól była dokładnie taka sama jak w tabeli, do której wynikowe wiersze są dołączane. Dlatego do jej utworzenia wykorzystano kopię kwerendy pierwszej, utworzoną przez kopiuj/wklej, a następnie zmodyfikowaną do postaci jak na ryc. 6.16.

W wyniku działania pierwszej kwerendy została utworzona tabela *MasaWydz* oraz wklejono do niej wartości wierszy, dla których miąższość jest określona jako zapas. Po uruchomieniu drugiej kwerendy dodano do tej tabeli wiersze z obliczoną masą na podstawie zasobności i powierzchni wydzielenia – ryc. 6.17 przedstawia fragment wynikowej tabeli *MasaWydz*.

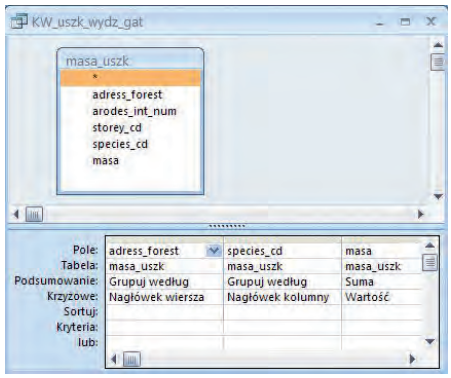
Na tym etapie obliczono zapasy drewna dla poszczególnych gatunków w wydzieleniach oraz powierzchnię uszkodzonej części wydzieleń. Czas na przygotowanie kwerendy, której wynikiem jest tabela zawierająca informacje o miąż-

szości drewna koniecznego do pozyskania w wyniku uszkodzeń. Do wykonania tej kwerendy niezbędna jest tabela atrybutów warstwy *wydz_kle*, która obecnie znajduje się w pliku na dysku w formacie *.dbf* (tabela atrybutów warstwy *ESRI Shapefile*). Tabelę tę należy zaimportować do bazy MS Access poprzez *Dane zewnętrze > plik programu dBASE* (MS Access 2007 i nowsze) lub przez kliknięcie prawym przyciskiem myszy w oknie tabel i wybranie z menu podręcznego polecenia *Importuj…* (MS Access 2003 i starsze), wybrać plik *wydz_kle.dbf* i zaimportować do nowej tabeli *wydz_kle*. Po zaimportowaniu można przystąpić do konstruowania kwerendy, w której znajdą się: adres leśny (*adress_forest*), identyfikator wewnętrzny adresu (*arodes_int_num*), warstwa (*storey_cd*), gatunek (*species_cd*), wiek (*species_age*), miąższość uszkodzonego drewna (*masa*). Miąższość uszkodzonego drewna oblicza się zgodnie ze wzorem:

$$masa = M_{gaz} \frac{POW_U}{POW},$$



Ryc. 6.18. *Kwerenda tworząca tabelę masa_uszk*



Ryc. 6.19. *Kwerenda krzyżowa generująca zestawienie mas w wydzieleniach wg gatunków*

gdzie:

masa – miąższość uszkodzonego drewna,

M_{gat} – zapas drewna dla gatunku w wydzieleniu,

POW_U – powierzchnia uszkodzonej części wydzielenia,

POW – powierzchnia wydzielenia.

Realizację takiej kwerendy przedstawia ryc. 6.18, wyrażenie do obliczenia masy ma postać: *masa: Round([MasaWydz]![masa]*[wydz_kle]![POW_U]/[wydz_kle]![POW];2)*.

Należy jednak pamiętać, aby kwerenda ta była kwerendą tworzącą tabelę *masa_uszk*.

Na podstawie tabeli *masa_uszk* można teraz wykonać wiele analiz, np. masy drzew uszkodzonych w wydzieleniach w rozbiciu na gatunki, masy zagregowanej do poziomu leśnictwa, nadleśnictwa. Przykład kwerendy krzyżowej, która oblicza sumy masy w wydzieleniach w rozbiciu na gatunki, przedstawiony jest na ryc. 6.19 – przy jej tworzeniu należy zaznaczyć typ kwerendy: krzyżowa.

KW_uszk_wydz_gat

adress_forest	SO	ŚW	BRZ	BK
02-29-1-02-51 -l -00				
02-29-1-02-51 -m -00	18,38			
02-29-1-02-51 -n -00	0,55	6,1	17,59	
02-29-1-02-51 -o -00	162,06			
02-29-1-02-52 -g -00	9,99		98,69	
02-29-1-02-52 -h -00	2384,52			
02-29-1-02-52 -i -00	309,38	152,63	321,26	
02-29-1-02-52 -j -00	89,05	110,66	216,77	
02-29-1-02-52 -k -00	10		21,32	3
02-29-1-02-52 -l -00			9,89	

Rekord: 1 z 18 Bez filtru Wyszukaj

Ryc. 6.20. *Wynik działania kwerendy krzyżowej*

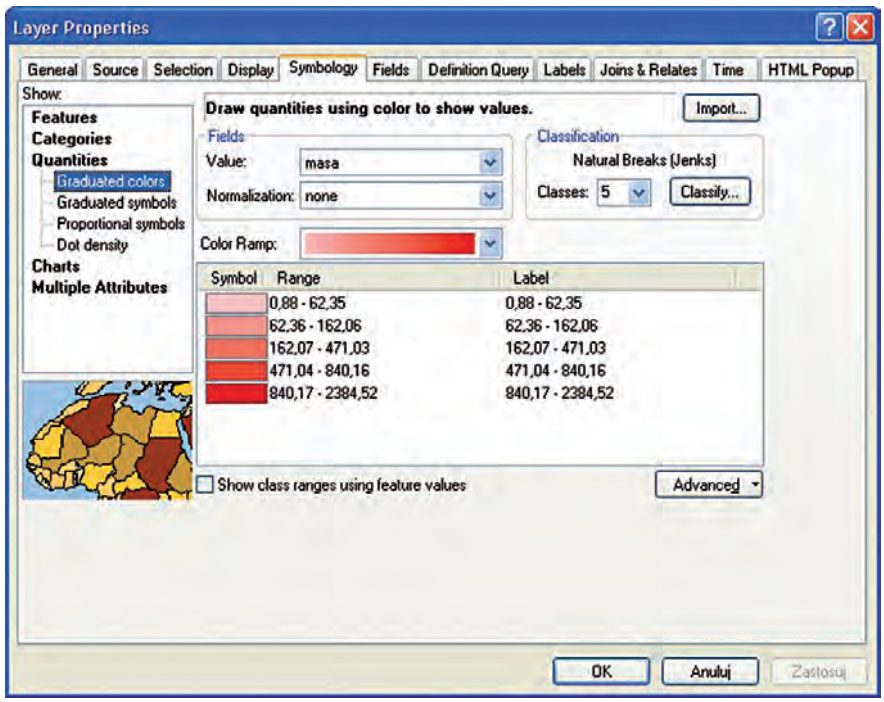
Rycina 6.20 przedstawia wynik działania omawianej wcześniej kwerendy. Aby wygenerować podobny raport w układzie według leśnictw, należy użyć wyrażenia *L_ctwo: Left([adress_forest];10)* zamiast atrybutu *adress_forest*. Polecenie *Left* przycina wartość adresu leśnego do 10 znaków od lewej strony, co daje poziom agregowania do leśnictwa, gdyż znaki *9* i *10* adresu leśnego określają leśnictwo. Zmieniając ostatni parametr polecenia *Left*, można zmieniać poziom generalizacji wyników kwerendy, np. po zmianie parametru z *10* na *5* raport zostanie wygenerowany wg nadleśnictw.

Jak przystało na analizę przestrzenną, wynik należy zaprezentować na mapie. W programie ArcGIS nie można podłączać kwerend z MS Access, konieczne jest tworzenie tabel – najlepiej już zgeneralizowanych do poziomu obiektów, na których będą przedstawiane wyniki (w tym przypadku są to wydzielenia) i wartości, jakie mają być zaprezentowane. Do wykonania przykładowej mapy przedstawiającej sumy masy drewna do pozyskania w uszkodzonych wydzieleniach należy przygotować kwerendę agregującą dane dotyczące masy dla wydzieleń do nowej tabeli *masa_uszk_AG*. W języku SQL ma ona postać:

SELECT adress_forest, arodes_int_num, SUM (masa) as masa_ag
INTO masa_uszk_AG
FROM masa_uszk
GROUP BY adress_forest, arodes_int_num.

Dalszy tok postępowania w programie ArcGIS jest następujący:

- do projektu programu ArcGIS dodać warstwę *wydz_kle.shp* i tabelę *masa_uszk_AG*;
- otworzyć tabelę atrybutów warstwy *wydz_kle*;
- dodać pole *masa* (typ *double; 8,2*);
- połączyć tabele *wydz_kle* z tabelą *masa_uszk_AG* po polach *wydz_kle.id_adres = masa_uszk_AG.arodes_int_num*;
- za pomocą *Kalkulatora Pól* obliczyć wartość dla pola *masa = [masa_uszk_AG.masa_ag]*;
- usunąć połączenie tabel;
- otworzyć właściwości warstwy *wydz_kle,* dwukrotnie klikając w jej nazwę lub klikając lewym przyciskiem i wybierając *Właściwości* (*Properties*);
- przejść do zakładki *Symbolizacja* (*Symbology*);
- w ramce *Pokaż* (*Show*) ustawić *Przedziały* (*Quantities*), *skala kolorów* (*Graduated colors*);



Ryc. 6.21. *Konfiguracja symbolizacji warstwy* wydz_kle

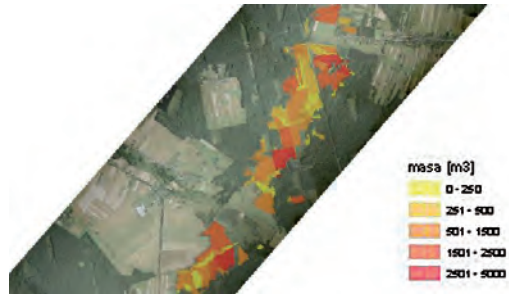
– w ramce *Pola* (*Fields*) z listy *Wartość* (*Value*) wybrać pole *masa*;
– przycisk *Klasyfikuj* (*Clasiffy...*) otwiera okno, w którym można dopasować liczbę przedziałów i wartości brzegowe;
– wybrać z listy *Skale barw* (*Color ramp*) odpowiednią skalę;
– po ustawieniu parametrów legendy kliknąć *OK* (przykładowe ustawienie legendy przedstawiono na ryc. 6.21);
– na ryc. 6.22 przedstawiono mapę, na której intensywność koloru czerwonego zwiększa się wraz z ilością drewna koniecznego do pozyskania w wyniku uszkodzeń.

Ogólna powierzchnia uszkodzonych drzewostanów jest sumą wartości atrybutu *POW_U* tabeli atrybutów warstwy *wydz_kle*. Całkowita miąższość drewna do pozyskania stanowi natomiast sumę wartości atrybutu masa z tabeli *masa_uszk*.

W przykładzie wykorzystano jako źródło danych atrybutowych kopie bazy LAS na potrzeby aktualizacji LMN, można zamiast niej jako źródło wykorzystać również *Raporty SILPweb* lub raporty *SAP Business Objects*.

Rycina 6.23 przedstawia wynik analizy uszkodzonej masy drewna przeprowadzonej w RDLP Katowice po trąbie powietrznej z 15 sierpnia 2008 r. Jako źródło do ustalenia obszaru objętego szkodami wykorzystano zdjęcia lotnicze, a analizę przeprowadzono tak, jak na przykładzie.

Ryc. 6.22. *Przykładowa mapa uszkodzonej masy drewna*



Ryc. 6.23. *Masa drewna uszkodzonego przez trąbę powietrzną 15.08.2008. Obszar nadleśnictw: Koszęcin i Herby*

6.1.3. Podsumowanie

Należy bezwzględnie pamiętać, że masy i powierzchnie uzyskane w przedstawionej analizie są szacunkowe. Przyczyny są następujące:

– Obszar uszkodzony określany jest przy użyciu technik teledetekcyjnych, na podstawie interpretacji pozyskanych danych. Nie ma możliwości dokładnego przewidzenia, które drzewa będą wymagały usunięcia i jak ostatecznie będzie wyglądała granica obszaru po usunięciu uszkodzonych drzewostanów.
– Masy drewna określone w opisie taksacyjnym wydzieleń dla poszczególnych gatunków są wartościami statystycznymi. Miąższość drzewostanów w przyjętej metodzie urządzania lasu jest określana z kilkuprocentowym błędem dla grup (warstw) drzewostanów w jednostce urządzeniowej, jaką jest obręb leśny, dla której ten błąd jest poniżej 2%. W poszczególnych drzewostanach różnice między masą określoną w opisie taksacyjnym

a rzeczywistą w terenie w skrajnych przypadkach mogą sięgać nawet kilkudziesięciu procent. Zatem paradoksalnie, im większy obszar objęty jest klęską w danym obrębie, tym błąd oszacowania uszkodzonej masy drewna będzie mniejszy.

Omawiana metoda dotyczyła szkody całkowitej, np. powstałej w wyniku silnego wiatru, który przewrócił większość drzew na analizowanym obszarze. Jeśli na skutek działania wiatru przewrócona jest tylko część drzew, analizę strat można wykonać przez określanie zmian zadrzewienia w poszczególnych drzewostanach.

Docelowo, po centralizacji baz danych SILP i wprowadzeniu nowego SLMN, który zakłada istnienie tabel z geometrią obok tabel atrybutowych w bazie LAS, powinno się dążyć do sytuacji, w której w aplikacji mapowej w SILPweb pojawią się narzędzia do zarządzania w sytuacjach klęsk. Jednym z nowych narzędzi mogłoby być takie, które po dostarczeniu mu warstwy poligonowej z obszarem objętym szkodą całkowitą automatycznie na postawie danych z bazy LAS obliczyłoby straty oraz masy drewna do pozyskania na skutek uszkodzeń.

W rozdziale wykorzystano zdjęcia lotnicze uzyskane dzięki uprzejmości MGGP Aero. Ilustracje od 6.3 do 6.6 przygotowano w MGGP Aero po uzyskaniu zgody Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej.

6.2. Model ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr z uwzględnieniem cech rzeźby terenu

ARKADIUSZ BRUCHWALD
ELŻBIETA DMYTERKO

Poniższy rozdział odwołuje się do nieukończonej jeszcze pracy naukowo-badawczej „Opracowanie symulacji zagrożeń od czynników abiotycznych ekosystemów leśnych”, zleconej przez Dyrekcję Generalną Lasów Państwowych. Tekst przedstawia model matematyczny prawdopodobnej przestrzennej lokalizacji zniszczeń drzewostanów, które mogą zostać spowodowane przez silne wiatry. Znalazł się on w składzie niniejszej publikacji, mimo że swoim charakterem odstaje od profilu całości. Nie można (albo byłoby to bardzo trudne) na podstawie jego lektury samodzielnie wyznaczyć podatności poszczególnych drzewostanów na szkody wiatrowe. Jednak temat jest niezwykle istotny dla gospodarki leśnej, odwołuje się do narzędzi geomatycznych (w tym do analiz przestrzennych z użyciem: LMN, NMT, NMPT) oraz ma szanse zakończyć się w 2013 r. powstaniem programu komputerowego powiązanego z SILP i LMN. Powyższe przesłanki dały asumpt do zamieszczenia w niniejszym *Poradniku praktycznym* informacji o zapoznaniu potencjalnych użytkowników tego programu z założeniami, które pozwolą zrozumieć ideę jego działania.

/*redaktor prowadzący*/

6.2.1. Wstęp

Lasy Polski znajdują się w zasięgu oddziaływania czynników abiotycznych, biotycznych i antropogenicznych. Z czynników abiotycznych największy wpływ na lasy w ostatnim stuleciu miało podwyższenie się średniej temperatury powietrza o ok. 1°C, co spowodowało m.in. obniżenie się poziomu wód gruntowych. Zmienił się także rozkład opadów atmosferycznych w ciągu roku, ze zmniejszeniem w sezonie wegetacyjnym, występowały liczne burze połączone z bardzo silnym wiatrem.

Olbrzymie szkody w lasach spowodowały wichury, które wystąpiły w północnej części naszego kraju w latach: 1981, 1982 i 1983. Miąższość złomów i wywrotów w lasach RDLP Gdańsk wyniosła ok. 1,6 ml m^3, a w RDLP Olsztyn – 3,6 ml m^3. Szkody ocenione na 440 tys. m^3 miąższości drzew powstały również w Puszczy Białowieskiej.

W późniejszych latach odnotowano kilka huraganów powodujących duże szkody w lasach Europy. Huraganom tym nadano nazwy „Lothar" (1999), „Cyryl" (2007), „Emma" (2008), „Paula" (2008). W polskich lasach najwięcej szkód wyrządził „Cyryl". Oceniono je miąższością ok. 2 ml m^3 złomów i wywrotów w lasach RDLP Wrocław. Wystąpiło również kilka lokalnych huraganów, m.in. w RDLP Białystok (2002) potężny huragan uszkodził drzewostany nadleśnictw Pisz i Drygały. Inna wichura wyrządziła duże szkody w drzewostanach nadleśnictw Piotrków i Przedbórz (2007). Szkody spowodowała również trąba powietrzna, która przeszła przez nadleśnictwa: Strzelce Opolskie, Rudziniec, Koszęcin, Herby i Gidle (2008) oraz huragan w nadleśnictwach: Wołów, Legnica, Żmigród, Milicz, Góra Śląska, Karczma Borowa, Krotoszyn i Piaski (2009).

Opady mokrego śniegu także uszkadzają lasy. Rekordowe szkody wywołane okiścią odnotowano w RDLP Olsztyn (2006), np. w Nadleśnictwie Miłomłyn wyniosły 480 tys. m^3 miąższości (śniegołomy), a w niedużym nadleśnictwie Stare Jabłonki – ok. 190 tys. m^3. Szkody powstały również na skutek oblodzenia drzew w nadleśnictwach: Herby, Olesno, Złoty Potok, Lubliniec i Kłobuck. Zniszczeniu uległy, poza drzewostanami starszych klas wieku, uprawy i młodniki.

Bardzo duże szkody w lasach Polski wywołały czynniki biotyczne, zwłaszcza owady i grzyby. W latach 1978–1983 lasy północnej części kraju objęte były gradacją brudnicy mniszki. Akcję ratunkową prowadzono wówczas na obszarze kilku milionów hektarów. W tym samym okresie miała miejsce w Górach Izerskich gradacja wskaźnicy modrzewianeczki i głównie ten owad spowodował rozpad świerczyn na ok. 12 tys. ha. W Beskidzie Śląskim i Żywieckim wystąpiła w latach 2007–2009 gradacja korników, na czele z kornikiem drukarzem, oraz rozwój grzybów, zwłaszcza opieńki ciemnej i huby korzeni. Zjawiska te poprzedzone zostały suszą w lipcu 2006 r., która była jedną z przyczyn rozpadu drzewostanów świerkowych na tym terenie.

Szkody w lasach wywołane emisjami pyłów i gazów przemysłowych powstały w Europie szczególnie po II wojnie światowej, a w Polsce w latach

60. i 70. XX wieku. Najbardziej zagrożone były drzewostany iglaste, a wśród nich jedliny. Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń w późniejszym okresie zahamowało proces rozpadu drzewostanów, jednak niektóre drzewa są nadal osłabione, co przejawia się uszkodzeniem koron.

Badania dotyczące wpływu różnych czynników, w tym wiatru, na las prowadzi się w Polsce od wielu lat. Przyczyniły się one do poznania odporności drzew na czynniki abiotyczne, a także do wypracowania sposobów postępowania hodowlanego, zwiększających odporność drzewostanu na te czynniki.

Badania, które prowadzi się w zagranicznych ośrodkach naukowych przyczyniły się do opracowania modeli ryzyka uszkodzenia lasu. W Polsce również opracowano modele ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr, a ich wstępne wersje opublikowano w Leśnych Pracach Badawczych (Bruchwald, Dmyterko 2010).

Dalsze badania, oparte na obszerniejszym materiale empirycznym, umożliwiły doskonalenie tych modeli (Bruchwald, Dmyterko 2011). Każdy z modeli funkcjonuje samodzielnie, różnią się one między sobą liczbą uwzględnionych cech (model wyższego rzędu obejmuje więcej danych), a przede wszystkim dokładnością wyniku końcowego.

Celem pracy jest prezentacja wspomnianych modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr, w tym modelu uwzględniającego niektóre cechy rzeźby terenu. Przedstawiono warunki poprawnego stosowania modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu i możliwości ich zastosowania. Ze względu na skomplikowane procedury obliczeniowe wykorzystujące analizy przestrzenne przygotowywany jest specjalny program powiązany z SILP.

6.2.2. Materiał badawczy

Do opracowania modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu wykorzystano materiał empiryczny pochodzący z nadleśnictw, w których wiatr lub inne czynniki wyrządziły szkody różnych rozmiarów. Dane uzyskano głównie z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP), a ściślej z raportów nadleśnictw, zawierających informacje o ilości pozyskanego surowca drzewnego, zaliczonego do złomów, wywrotów i posuszu.

W odniesieniu do gór, dysponując mapami numerycznymi nadleśnictw, opracowano numeryczne modele terenu. Na ich podstawie dla poszczególnych drzewostanów określono trzy cechy rzeźby terenu: wystawę, nachylenie stoku i wysokość położenia nad poziomem morza. Cechy te uwzględniono w jednym z modeli ryzyka.

Dla nizinnego Nadleśnictwa Przedbórz (RDLP Łódź) przedstawiono wyniki zastosowania jednego z modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr, a dla górskiego Nadleśnictwa Węgierska Górka (RDLP Katowice) – wyniki zastosowania modelu wyższego rzędu, uwzględniającego cechy rzeźby terenu.

6.2.3. Modele ryzyka uszkodzenia drzewostanu

Opracowanie modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez czynniki abiotyczne wymagało przyjęcia następujących założeń:
- populacją są wszystkie drzewostany nadleśnictwa lub obrębu,
- jednostką statystyczną jest drzewostan,
- cechą jest współczynnik ryzyka uszkodzenia drzewostanu oceniany w przedziale od 0 do 3, gdzie 0 oznacza brak zagrożenia, a 3 – zagrożenie bardzo wysokie.

Podatność drzewostanu na niszczycielską działalność wiatru zależy od następujących grup czynników:
- zmiennych cech drzewostanu,
- stałych cech drzewostanu,
- położenia nadleśnictwa, a tym samym drzewostanu w regionie kraju,
- szkód występujących w drzewostanie w przeszłości, z wyjątkiem drzewostanów młodych.

W modelu I współczynnik ryzyka, oznaczony jako R_1, oparto na zmiennych cechach drzewostanu:

$$R_1 = 0{,}505 \cdot X_1 + 0{,}030 \cdot X_2 + 0{,}240 \cdot X_3 + 0{,}160 \cdot X_4 + 0{,}065 \cdot X_5 \qquad [1]$$

Poszczególne składowe modelu dotyczą następujących, transformowanych cech drzewostanu:
X_1 – średniej wysokości gatunku głównego,
X_2 – wieku gatunku głównego,
X_3 – składu gatunkowego,
X_4 – średniej smukłości,
X_5 – czynnika zadrzewienia.

Średnią wysokość gatunku głównego transformowano do postaci:

$$X_1 = \frac{H}{12} \qquad [2]$$

W przypadku $X_1 > 3$ należy przyjąć $X_1 = 3$.
Wiek gatunku głównego transformowano do postaci:

$$X_2 = \frac{w}{40} \qquad [3]$$

gdzie w jest wiekiem gatunku głównego.
Gdy $X_2 > 3$, należy przyjąć $X_2 = 3$.

Cechę powiązaną ze składem gatunkowym drzewostanu określa się wzorem:

$$X_3 = \frac{u_1 \cdot y_1 + u_2 \cdot y_2 + \ldots + u_k \cdot y_k}{u_1 + u_2 + \ldots + u_k} \qquad [4]$$

gdzie:
$u_1, u_2, \ldots, u_k$ – udział powierzchniowy poszczególnych gatunków drzew w drzewostanie,
$y_1, y_2, \ldots, y_k$ – współczynnik ryzyka gatunku, charakteryzujący jego podatność na uszkodzenie przez wiatr (tab. 6.6),
k – liczba gatunków drzew w drzewostanie.

Tabela 6.6. Współczynniki ryzyka uszkodzenia drzewostanu dla gatunków drzew

Współczynnik ryzyka uszkodzenia drzewostanu	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Gatunek drzewa (skrót)	Jrz Wb Sok Jb Gr	Gb Ol Ols Ak Lb Wz Bst	Db Dbc Bk Kl Jw Js	Brz Brzo Os Lp Md	So Inne So	Jd Dg	Św

Jrz – jarzębina, Wb – wierzba, Sok – kosówka, Jb – jabłoń, Gr – grusza, Gb – grab, Ol – olsza, Ols – olsza szara, Ak – akacja, Lb – limba, Wz – wiąz, Bst – brzost, Db – dąb, Dbc – dąb czerwony, Bk – buk, Kl – klon, Jw – jawor, Js – jesion, Brz – brzoza, Brzo – brzoza omszona, Os – osika, Lp – lipa, Md – modrzew, So – sosna, Inne So – inne gatunki sosen, Jd – jodła, Dg – daglezja, Św – świerk

Cechę X_4 powiązaną ze smukłością, a ściślej jej odwrotnością, określono algorytmem:

$$S = 100 \frac{D}{H} \qquad [5]$$

gdzie:
D – średnia pierśnica gatunku głównego,
H – średnia wysokość gatunku głównego.

Jeżeli:

$$S \leq 60, \text{ to } y = 0 \qquad [6a]$$

$$60 < S \leq 120, \text{ to } y = \frac{S}{20} - 3 \qquad [6b]$$

$$S > 120, \text{ to } y = 3. \qquad [6c]$$

Przyjęto następnie, że:
jeżeli zachodzi $H > 10$ m, to $X_4 = y$. [6d]

W przeciwnym przypadku:

$$X_4 = y \cdot \frac{H}{10} \qquad [6e]$$

Algorytm powiązany z czynnikiem zadrzewienia (*Zad*), a w uprawach ze współczynnikiem zagęszczenia, ma postać następujących trzech opcji:

jeżeli $Zad \leq 0{,}6$, to $y = 5 \cdot Zad$; [7a]

jeżeli $0{,}6 < Zad \leq 1{,}0$, to $y = 5 \cdot (1{,}2 - Zad)$; [7b]

jeżeli $Zad > 1{,}0$, to $y = 1$. [7c]

Jeżeli zachodzi $H > 10$ m, to $X_5 = y$. [7d]

W przeciwnym przypadku:

$$X_5 = y \cdot \frac{S}{100} \qquad [7e]$$

Spośród uwzględnionych parametrów na wartość współczynnika ryzyka najsilniej wpływa cecha X_1, powiązana ze średnią wysokością, a następnie cecha X_3, powiązana ze składem gatunkowym drzewostanu. Najsłabszy związek ze współczynnikiem ryzyka wykazuje cecha X_5, powiązana z czynnikiem zadrzewienia.

Do stałych cech drzewostanu mogących wpływać na powstanie szkód w drzewostanie zaliczono:
- typ siedliskowy lasu;
- cechy rzeźby terenu: wysokość położenia drzewostanu nad poziomem morza, wystawę stoku i jego nachylenie;
- położenie drzewostanu względem skraju lasu;
- otwartą ścianę drzewostanu lub jej brak.

Na obecnym etapie budowy modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu wykorzystano typ siedliskowy lasu i cechy rzeźby terenu.

Poszczególnym typom siedliskowym lasu przyporządkowano wartości z zakresu od 0 do 3, zgodnie z zasadami:
- najniższe ryzyko dotyczy typów nizinnych, następnie wyżynnych, a najwyższe – górskich;
- w każdej z wymienionych grup typów siedliskowych lasu ryzyko uszkodzeń wzrasta z nasileniem uwilgotnienia siedlisk.

Zgodnie z wymienionymi zasadami, najniższą wartość współczynnika ryzyka związanego z siedliskiem przydzielono borowi suchemu, najwyższą zaś wilgotnym lasom górskim (tab. 6.7).

Tabela 6.7. Współczynniki ryzyka uszkodzenia drzewostanu dla typów siedliskowych lasu

Współczynnik ryzyka uszkodzenia drzewostanu	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Typ siedliskowy lasu	Bs	Bśw	BMśw LMśw Lśw	Bw BMw LMw Lw BMwyż LMwyż	Lł Ol OlJ Bb BMb LMb Lwyż LG LMG BG BMG	BWG	BbG OlG LłG

Bs – bór suchy, Bśw – bór świeży, Bw – bór wilgotny, Bb – bór bagienny, BMśw – bór mieszany świeży, BMw – bór mieszany wilgotny, BMb – bór mieszany bagienny, LMśw – las mieszany świeży, LMw – las mieszany wilgotny, LMb – las mieszany bagienny, Lśw – las świeży, Lw – las wilgotny, Lł – las łęgowy, Ol – ols, OlJ – ols jesionowy, BMwyż – bór mieszany wyżynny, LMwyż – las mieszany wyżynny, Lwyż – las wyżynny, BG – gór górski, BMG – bór mieszany górski, BWG – bór wysokogórski, BbG – bór bagienny górski, LMG – las mieszany górski, LG – las górski, OlG – ols górski, LłG – las łęgowy górski

Aby uwzględnić ryzyko uszkodzenia związane z siedliskiem, przyjęto cechę:

$$y = \frac{W_S}{12} \qquad [8a]$$

gdzie:

W_s – współczynnik ryzyka uszkodzenia drzewostanu związany z siedliskiem.

Jeżeli zachodzi $H > 10$ m, to $X_6 = y$, [8b]

a jeżeli $H \leq 10$ m, to $$X_6 = y \cdot \frac{H}{10} \qquad [8c]$$

Cechą X_6 koryguje się współczynnik ryzyka otrzymany modelem I, a tym samym otrzymuje się model II o postaci:

$$R_2 = X_6 + \frac{R_2(3 - X_6)}{3} \qquad [9]$$

Za pomocą modelu II uzyskuje się wyższe wartości współczynników ryzyka niż za pomocą modelu I, zwłaszcza dla siedlisk górskich.

Dla poszczególnych nadleśnictw kraju określono współczynniki regionalnego ryzyka uszkodzenia drzewostanów (W_{rru}). W tabeli 6.8 przestawiono jako przykład te współczynniki dla RDLP Łódź.

Tabela 6.8. Współczynniki regionalnego ryzyka uszkodzenia drzewostanów (W_{rru}) dla nadleśnictw RDLP Łódź

Adres nadleśnictwa	Współczynnik (W_{rru})
06-01	1
06-02	1
06-04	0
06-05	1
06-06	1
06-08	0
06-09	1
06-10	1
06-11	1
06-12	1

Adres nadleśnictwa	Współczynnik (W_{rru})
06-14	0
06-15	2
06-17	1
06-18	1
06-19	1
06-20	2
06-21	1
06-24	1
06-25	3

Przy ustalaniu współczynników oparto się na danych dotyczących szkód, które powstały w poszczególnych nadleśnictwach w latach 2004–2010. Analiza tych danych doprowadziła do opracowania mapy współczynników regionalnego ryzyka uszkodzenia drzewostanów każdego nadleśnictwa W_{rru} (ryc. 6.22) (Bruchwald, Dmyterko 2011). Nadleśnictwom o współczynniku

Ryc. 6.22. *Współczynniki regionalnego ryzyka uszkodzenia drzewostanów (W_{rru}) dla nadleśnictw Polski (kolor biały oznacza brak danych w niektórych parkach narodowych)*

0 odpowiada bardzo niskie regionalne ryzyko uszkodzenia, o współczynniku 1 – niskie ryzyko uszkodzenia, o współczynniku 2 – średnie ryzyko uszkodzenia, o współczynniku 3 – wysokie ryzyko uszkodzenia i o współczynniku 4 – bardzo wysokie regionalne ryzyko uszkodzenia.

W nadleśnictwach regionalnych dyrekcji LP Wrocław i Katowice dominują drzewostany o wysokim lub bardzo wysokim współczynniku regionalnego ryzyka uszkodzenia (W_{rru}). Nadleśnictwa takie znajdują się również w zasięgu regionalnych dyrekcji LP Gdańsk, Olsztyn i Białystok, a pojedynczo – w regionalnych dyrekcjach Łódź i Poznań. Bardzo duży obszar zajmują nadleśnictwa o średnim współczynniku regionalnego ryzyka uszkodzenia. Są one w zachodniej i północno-wschodniej części kraju, do tej grupy zaliczono także nadleśnictwa nadmorskie i w Bieszczadach. Nadleśnictwa o $W_{rru} = 0$ znajdują się w Borach Tucholskich i na południowy wschód od nich, do RDLP Warszawa. Grupa nadleśnictw o zerowym współczynniku regionalnego ryzyka uszkodzenia jest również w południowo-wschodniej części kraju.

Współczynniki regionalnego ryzyka uszkodzenia są podstawą korekty modelu II o cechę X_7:

$$y = \frac{W_{rru}}{10} \qquad [10a]$$

Jeżeli zachodzi $H > 10$ m, to $X_7 = y$, [10b]

a jeżeli $H \leq 10$ m, to $X_7 = y \cdot \frac{H}{10}$. [10c]

$$R_3 = X_7 + \frac{R_2(3 - X_7)}{3} \qquad [11]$$

gdzie:
W_{rru} – współczynnik regionalnego ryzyka uszkodzenia drzewostanów.

Stosując model III, uzyskuje się, w stosunku do modelu II, wyższe wartości współczynnika ryzyka uszkodzenia drzewostanów, zwłaszcza dla regionalnych dyrekcji LP: Białystok, Olsztyn, Wrocław i Katowice.

Gdy wiatr lub inny czynnik wyrządzą szkody w drzewostanie, wówczas należy oczekiwać ich nasilenia w razie wystąpienia kolejnego huraganu. Problem ten uwzględnia model IV, za pomocą którego otrzymuje się współczynnik ryzyka R_4. Jako pierwszy określa się:

$$y = \sum \frac{[10 - (rb - r_i)] \cdot V_i}{30 \cdot H} \qquad [12a]$$

$i = 1, 2, \ldots, 10$,
gdzie:
rb – rok bieżący,
r – rok powstania szkody,
V – miąższość drzew zniszczonych przez wiatr (lub inny czynnik), przeliczona na powierzchnię 1 ha.

Sumowanie dotyczy $i = 10$ ostatnich lat.
Cecha y ma następujące ograniczenia:
jeżeli $y > 1$, to $y = 1$, (12b)
gdy wiatr uszkodził cały drzewostan, to $y = 0$, (12c)
jeżeli $H > 10$ m, to $X_8 = y$, (12d)
jeżeli $H \leq 10$ m, to $X_8 = y \cdot \frac{H}{10}$ (12e)

Model ryzyka IV, uwzględniający konsekwencje szkód powstałych wcześniej, ma postać:

$$R_4 = R_3 + X_8 \tag{13}$$

z ograniczeniem, gdy $R_4 > 3$, to należy przyjąć $R_4 = 3$.

Dla gór opracowano model ryzyka uszkodzenia drzewostanu uwzględniający trzy cechy rzeźby terenu: wystawę, nachylenie i położenie nad poziomem morza. Model funkcjonuje w obszarach położonych powyżej 300 m n.p.m.

Wystawa drzewostanu wyrażana jest azymutem od 0 do 360°. Na jego podstawie ustalono osiem klas, dla których określono cechę *A* (tab. 6.9). Przyjmuje ona największą wartość, wynoszącą 3 dla wystawy północno-zachodniej (NW), najmniejszą zaś, równą 0, dla wystawy północno-wschodniej (NE).

Tabela 6.9. Współczynniki ryzyka uszkodzenia drzewostanu wynikające z wystawy (cecha *A*)

Zakres klasy azymutu [stopnie]	Określenie wystawy	Współczynnik ryzyka uszkodzenia wynikający z wystawy (*A*)
22,5–67,5	NE	0
67,5–112,5	E	0,5
112,5–157,5	SE	1
157,5–202,5	S	1,5
202,5–247,5	SW	2
247,5–292,5	W	2,5
292,5–337,5	NW	3
337,5–360 0–22,5	N	1,5

Uwaga! Gdy nachylenie terenu <7°, a więc $B=0$, to należy przyjąć $A=2$.

Nachylenie terenu mierzone jest w stopniach od 0° do 90°. Ustalono wartości współczynnika ryzyka wynikającego z nachylenia terenu (cecha *B*) w zakresie od 0 do 3 (tab. 6.10).

Tabela 6.10. Współczynniki ryzyka uszkodzenia drzewostanu wynikające z nachylenia terenu drzewostanu (cecha *B*)

Zakres klasy nachylenia terenu (stopnie)	Współczynnik ryzyka uszkodzenia wynikający z nachylenia terenu (*B*)
0– 7	0
7–14	0,5
14–21	1
21–28	1,5
28–35	2
35–42	2,5
42–90	3

Tabela 6.11. Współczynniki ryzyka uszkodzenia drzewostanu wynikające z położenia n.p.m. (cecha *C*)

Zakres klasy położenia drzewostanu (m n.p.m.)	Współczynnik ryzyka uszkodzenia wynikający z wysokości drzewostanu (m n.p.m.) (*C*)
0–300	0
300–400	0,5
400–500	1
500–600	1,5
600–700	2
700–800	2,5
pow. 800	3

Wysokość położenia drzewostanu nad poziomem morza (cecha *C*) mierzona jest w metrach. Drzewostany wyżej położone są bardziej narażone na szkody wywołane przez wiatr (tab. 6.11).

Na podstawie cech *A*, *B* i *C* określa się cechę *D*:

$$X_9 = (0{,}2 \cdot A + 0{,}1 \cdot B + 0{,}7 \cdot C) \cdot \frac{H}{240} \qquad [14]$$

Model ryzyka uwzględniający cechy rzeźby terenu ma postać:

$$R_5 = R_4 + \frac{X_9(3 - R_4)}{3} \qquad [15]$$

W dalszej części pracy zastosowano pojęcie drzewostanu uszkodzonego. Jest to drzewostan, w którym miąższość złomów, wywrotów i posuszu wyrażona w m^3 przekroczyła wielkość określoną wzorem:

$$V_k = 1 + \frac{H}{12} \qquad [16]$$

gdzie *H* jest średnią wysokością gatunku głównego.

6.2.4. Warunki stosowania modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu

Stosowanie modelu ryzyka wymaga wygenerowania z bazy danych SILP dwóch plików pomocniczych, zawierających dane dla każdego wydzielenia drzewostanowego nadleśnictwa.

Plik 1 zawiera cechy taksacyjne każdego drzewostanu nadleśnictwa. Wydzielenie drzewostanowe jest wyróżniane adresem leśnym. Najważniejsze dane to:
- typ siedliskowy lasu,
- rodzaj gospodarstwa,
- wiek rębności,
- czynnik zadrzewienia,
- bonitacja wg Schwappacha,
- opisowy stopień zwarcia,
- opisowy stopień zagęszczenia,
- skład gatunkowy drzewostanu; dla każdego gatunku drzewa:
  - skrót nazwy gatunku,
  - wiek,
  - udział powierzchniowy,
  - średnia pierśnica,
  - przeciętna wysokość.

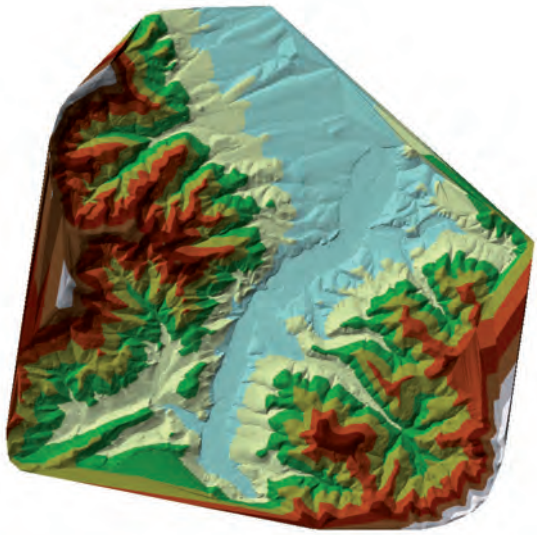
W pliku należy dokonać następujących korekt:
- uzupełnić powierzchnię wydzieleń;
- uzupełnić brakujący czynnik zadrzewienia drzewostanu, stosując odpowiedni algorytm, wykorzystujący zwarcie i zagęszczenie;
- uzupełnić brakujący wiek rębności drzewostanu, korzystając z odpowiedniej tabeli;
- uzupełnić brakującą wysokość gatunku drzewa, stosując model wzrostu wysokości;
- brakujący typ siedliskowy lasu zastąpić typem z sąsiedniego wydzielenia, uwzględniając skład gatunkowy drzewostanu;
- brakujący rodzaj gospodarstwa uzupełnić z innego wydzielenia, uwzględniając skład gatunkowy drzewostanu.

W niektórych drzewostanach może powtarzać się ten sam gatunek drzewa i jego wiek. Należy wówczas połączyć te dwie pozycje w jedną, dodając udziały i sprawdzając ich sumę, wysokości i pierśnice.

Plik 2 zawiera dla poszczególnych wydzieleń każdego nadleśnictwa dane dotyczące pozyskanego posuszu z uwzględnieniem gatunków drzew, miesiąca i roku pozyskania. Dane te w poszczególnych nadleśnictwach pochodzą z okresów o różnej liczbie lat, liczonej od roku przeprowadzenia ostatniej okresowej inwentaryzacji. Pożądane byłoby uzyskanie takich danych z dłuższego okresu, np. od 2004 r.

Przygotowanie pliku 2 wymaga dużej staranności, ponieważ dane należy „ściągnąć" z różnych tabel bazy SILP.

Dotychczas autorzy opracowali pięć modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr. Jak wspomniano wcześniej, w jednym z nich wymagana jest – dla każdego wydzielenia drzewostanowego – znajomość cech rzeźby terenu: wystawy, nachylenia terenu i wysokości położenia drzewostanu nad poziomem morza. Dane takie można uzyskać z numerycznego modelu terenu (ryc. 6.23).



Ryc. 6.23. *Obraz numerycznego modelu terenu dla Nadleśnictwa Węgierska Górka. Kolory oznaczają położenie terenu nad poziomem morza: niebieski – teren najniższy, kolejne zgodnie ze wzrostem wysokości – seledynowy, zielony, zielonożółty, jasnobrązowy, ciemnobrązowy; szary to teren najwyższy.*

Do zbudowania numerycznego modelu terenu dla nadleśnictwa konieczny jest dostęp do LMN i warstwy „warstwic". Model można utworzyć, wykorzystując pakiet programów ArcGIS. Dokładność modelu zależy od precyzji poprowadzenia i zagęszczenia warstwic.

Każdego roku następuje zmiana adresów leśnych niektórych wydzieleń drzewostanowych. Wymusza to korektę LMN i ponowne określenie cech rzeźby terenu dla poszczególnych drzewostanów. Do realizacji ostatniego zadania wykorzystuje się raz opracowany numeryczny model terenu.

W poszczególnych modelach ryzyka uszkodzenia drzewostanu o numerach od I do V wyższy numer oznacza konieczność dysponowania większą liczbą danych. Dla terenów nizinnych, a ściślej dla drzewostanów nadleśnictw leżących poniżej 300 m n.p.m., można stosować modele ryzyka od I do IV, a dla terenów wyżynnych i górskich – wszystkie modele ryzyka, najdokładniejszy jednak będzie model V, uwzględniający cechy rzeźby terenu.

Model I jest najprostszym modelem ryzyka uszkodzenia drzewostanu. Jego stosowanie wymaga znajomości, oprócz adresu leśnego, podstawowych cech taksacyjnych drzewostanu:

- stopnia zagęszczenia, a w razie braku tej cechy – czynnika zadrzewienia,
- składu gatunkowego drzewostanu: skrótu nazwy gatunku drzewa, jego przeciętnego wieku, udziału powierzchniowego, średniej pierśnicy i przeciętnej wysokości.

Model wykorzystuje również dane zawarte w tabeli 6.6, w której każdemu gatunkowi drzewa przyporządkowany jest współczynnik ryzyka uszkodzenia.

Za pomocą modelu I otrzymuje się wartości współczynników ryzyka uszkodzenia drzewostanu z zakresu od 0 do 3. Wyższej wartości tego współczynnika przypisane jest większe ryzyko powstawania szkód w drzewostanie spowodowanych przez wiatr. Model I jest elementem modeli ryzyka wyższych rzędów.

Model II ryzyka uszkodzenia drzewostanu (wzór 9), poza cechami niezbędnymi do funkcjonowania modelu I, wykorzystuje typ siedliskowy lasu. Cechę tę uzyskuje się również z bazy danych SILP. Każdemu typowi siedliska przyporządkowano współczynnik ryzyka wynikający z siedliska (tab. 6.7.). Model II, a tym samym również model I, są elementami modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu wyższych rzędów.

Model III ryzyka uszkodzenia (wzór 11) uwzględnia współczynnik regionalnego ryzyka uszkodzenia drzewostanu W_{rru}. Określono go dla każdego nadleśnictwa na podstawie wielkości szkód występujących w lasach w ciągu ostatnich siedmiu lat (tab. 6.8).

Uwzględnienie w modelu współczynników W_{rru} zwiększa udział drzewostanów wysokiego ryzyka uszkodzenia. Dotyczy to głównie nadleśnictw w RDLP Wrocław i RDLP Katowice, o wysokich wartościach współczynnika regionalnego ryzyka uszkodzenia.

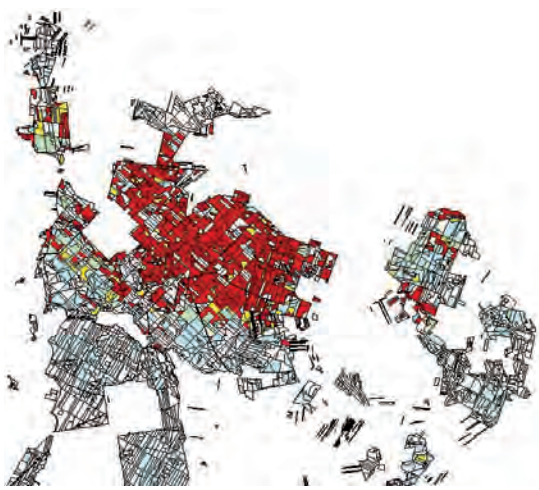
Model IV ryzyka uszkodzenia (wzór 13) obejmuje także wysokość szkód, które wystąpiły w poszczególnych drzewostanach w ostatnich dziesięciu latach. Wartość odpowiedniego współczynnika wynikającego z wysokości szkód, zastosowanego w modelu IV, określa się wzorem (12), a odpowiednie dane pozyskuje się z bazy SILP. Gdy w bazie brakuje danych dotyczących wysokości szkód, a ściślej – pozyskanej miąższości z drzewostanu dla całego dziesięcioletniego okresu, należy w modelu uwzględnić dane niepełne, z dostępnego okresu. Największe znaczenie dla uzyskiwanych wyników będą miały lata najbliższe. Wcześniejsze lata dziesięcioletniego okresu mają niewielki wpływ na wartości współczynników ryzyka powstawania szkód spowodowanych przez wiatr.

Model V ryzyka uszkodzenia drzewostanu (wzór 16) został opracowany dla terenów wyżynnych i górskich. Jego elementem jest model IV, a gdy brakuje danych dotyczących pozyskanej miąższości w poszczególnych drzewostanach, jest nim model ryzyka III.

6.2.5. Przykłady zastosowania modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu

Zastosowanie modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przedstawiono na przykładzie nadleśnictw Przedbórz (RDLP Łódź) i Węgierska Górka (RDLP Katowice). Pierwsze nadleśnictwo położone jest na nizinach, dlatego dla jego drzewostanów zastosowano model ryzyka uszkodzenia IV. Drugie nadleśnictwo znajduje się na terenie górskim, toteż w odniesieniu do tamtejszych drzewostanów zastosowano model ryzyka V.

Ryc. 6.24. *Las po przejściu huraganu w Nadleśnictwie Przedbórz (źródło: Arkadiusz Bruchwald)*



Ryc. 6.25. *Szkody w drzewostanach Nadleśnictwa Przedbórz obręb Reczków (2007 r.). Kolor czerwony oznacza szkody bardzo wysokie, powyżej 50 m³/ha.*

W lipcu 2007 r. przez Nadleśnictwo Przedbórz przeszedł potężny huragan, łamiąc i przewracając olbrzymią liczbę drzew (ryc. 6.24). Szkody wystąpiły głównie w północnej części nadleśnictwa, w obrębie Reczków, oznaczonym jako 2 (ryc. 6.25). W 2007 r. uprzątnięto już drzewa o miąższości 152 tys. m³, a pozostałą część, 162 tys. m³ – w 2008 r. Wichurze można więc

przypisać szkody ok. 314 tys. m^3. Wskutek tych uszkodzeń duża powierzchnia wymagała pilnego odnowienia. Prace zakończono w 2010 r.

Dla każdego wydzielenia drzewostanowego Nadleśnictwa Przedbórz (dane za 2007 r.) obliczono współczynnik ryzyka uszkodzenia, stosując model IV, po czym utworzono sześć klas tej cechy. Określono powierzchnię drzewostanów w każdej z tych klas i jej udział w powierzchni całkowitej nadleśnictwa. Następnie obliczono w klasach ryzyka powierzchnię drzewostanów uszkodzonych przez wiatr i wyrażono ją w procentach powierzchni wszystkich drzewostanów zaliczonych do danej klasy (tab. 6.12).

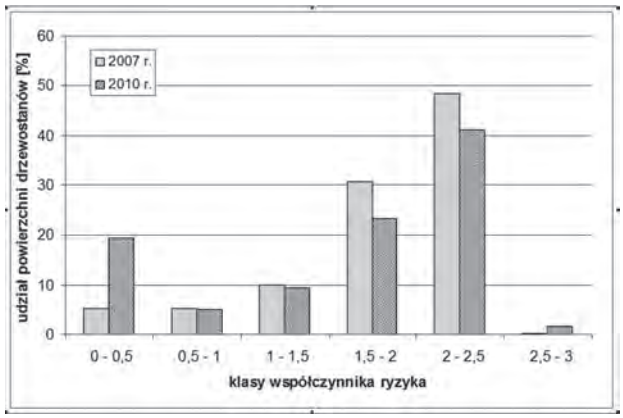
Tabela 6.12. Udział powierzchni łącznej (Upł) i drzewostanów uszkodzonych (Upu) w klasach współczynnika ryzyka uszkodzenia drzewostanu *(R_4)* dla Nadleśnictwa Przedbórz i jego obrębów

Klasa współczynnika ryzyka R_4	Nadleśnictwo		Obręb 1		Obręb 2	
	Upł (%)	Upu (%)	Upł (%)	Upu (%)	Upł (%)	Upu (%)
1 (0,0–0,5)	4,5	0	3,9	0	5,3	0
2 (0,5–1,0)	5,1	0	4,9	0	5,4	0
3 (1,0–1,5)	8,4	7,1	7,4	2,0	9,9	10,5
4 (1,5–2,0)	35,4	21,4	38,8	4,3	30,7	47,3
5 (2,0–2,5)	45,8	38,1	44,0	13,8	48,5	68,5
6 (2,5–3,0)	0,7	27,4	1,1	12,1	0,2	100,0
Razem	100	25,9	100	8,0	100	49,0

Największy udział powierzchni nadleśnictwa występuje w 5 klasie ryzyka uszkodzenia. Dotyczy to w większym stopniu obrębu 2 (Reczków). Dość dużo drzewostanów zawiera klasa 4, niewiele – klasa 6.

Wraz ze wzrostem współczynnika ryzyka uszkodzenia R_4 wzrasta w Nadleśnictwie Przedbórz udział drzewostanów uszkodzonych. Nie jest to jednak związek silny, jeżeli analizuje się obszar całego nadleśnictwa. Zakłócają go drzewostany obrębu 1 (Przedbórz), w którym wiatr wyrządził stosunkowo niewielkie szkody, ponieważ odnotowano je tylko na 8% powierzchni. Bardzo silny związek między udziałem powierzchni drzewostanów uszkodzonych a współczynnikiem ryzyka stwierdzono w obrębie 2 (Reczków), gdzie wiatr uszkodził 49% powierzchni drzewostanów. Największe szkody wystąpiły w drzewostanach zaliczonych do trzech ostatnich klas współczynnika ryzyka.

W Nadleśnictwie Przedbórz w obrębie Reczków huragan zmienił udział powierzchni drzewostanów w klasach współczynnika ryzyka (ryc. 6.26, 6.27). W 2010 r. zmniejszył się, w stosunku do 2007 r., udział powierzchni drzewostanów 4 i 5 klasy współczynnika ryzyka, wzrósł natomiast klasy 1.



Ryc. 6.26. *Udział powierzchni drzewostanów w klasach współczynnika ryzyka uszkodzenia dla lat 2007 i 2010 w Nadleśnictwie Przedbórz obręb Reczków*

Ryc. 6.27. *Współczynniki ryzyka uszkodzenia drzewostanu dla Nadleśnictwa Przedbórz obręb Reczków (2010 r.). Klasy współczynnika ryzyka oznaczono kolorami:*
1 – ciemnoniebieskim,
2 – jasnoniebieskim,
3 – ciemnozielonym,
4 – jasnozielonym,
5 – różowym,
6 – czerwonym.

Wynika to ze wzrostu udziału upraw w obrębie Reczków. Zmianą niekorzystną jest wzrost udziału drzewostanów w klasie 6, bardzo wysokiego ryzyka uszkodzenia. Ściany wielu drzewostanów zostały odsłonięte, co w razie wystąpienia silnego wiatru grozi dalszymi szkodami.

Nadleśnictwo Węgierska Górka znajduje się w Beskidzie Śląskim (obręb Lipowa i część obrębu Węgierska Górka) oraz Beskidzie Żywieckim (część obrębu Węgierska Górka). W górach tych od wielu lat zachodzi rozpad drzewostanów świerkowych. Proces nasilił się w bieżącym stuleciu, zwłaszcza od 2004 r., gdy silny wiatr spustoszył tutejsze lasy (ryc. 6.28).

Przyczyn rozpadu świerczyn w Beskidach należy upatrywać już w okresie ich powstawania. W tamtym czasie znaczne powierzchnie zalesiono przede wszystkim świerkiem, często obcego pochodzenia. W latach 1960–1980 drzewostany te rosły pod nasilającym się wpływem emisji

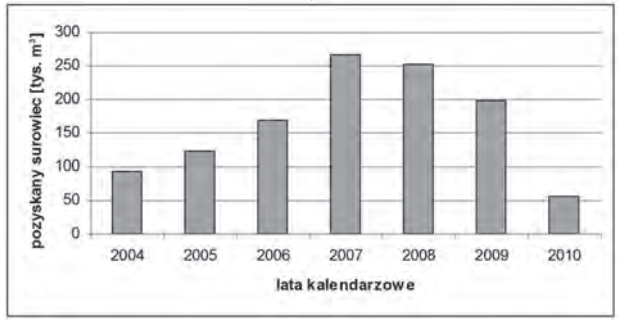
Ryc. 6.28. *Stok Baraniej Góry pozbawiony lasu w Nadleśnictwie Węgierska Górka (źródło: Elżbieta Dmyterko)*

przemysłowych zarówno z Polski, jak i Czechosłowacji, co spowodowało m.in. ich silne osłabienie.

Jesienny huragan typu bora w 2004 r. wyrządził w Beskidach duże szkody. Niektóre partie gór zostały pozbawione lasu, a wiele drzew uschło w następnych latach w wyniku poderwania systemu korzeniowego. Sytuację pogorszył klimatyczny bilans wodny, który w kilku sezonach wegetacyjnych był ujemny (parowanie przewyższyło ilość opadów). Jednak katastrofalną dla wzrostu świerczyn była lipcowa susza 2006 r. Opady wyniosły wówczas tylko 20% średniej z wielolecia. Osłabione, usychające świerczyny zaatakowały owady, na czele z kornikiem drukarzem. Odnotowano również intensywny rozwój chorób infekcyjnych, których przyczyną była zwłaszcza opieńka ciemna i huba korzeni. Rozpad dotyczył głównie świerków powyżej 60 lat, chociaż zamierały również młodsze (ryc. 6.29). O intensywności rozpadu świerczyn świadczy miąższość pozyskanych suchych lub zamierających drzew (ryc. 6.30) – 267 tys. m^3 w 2007 r., co stanowiło ponad pięć etatów ustalonych modelem wzrostu dla nadleśnictwa (Bruchwald 1986).

Na podstawie danych z 2007 r. określono współczynniki ryzyka uszkodzenia każdego drzewostanu Nadleśnictwa Węgierska Górka, stosując model ryzyka V (tab. 6.13). Największy udział powierzchni drzewostanów wystąpił w najwyższej, 6 klasie współczynnika ryzyka uszkodzenia (60,9%). Dość duży był również udział drzewostanów w klasie 5 (15,0%). Łącznie obie klasy objęły ok. 76% powierzchni nadleśnictwa, co świadczy o niskiej stabilności tamtejszych lasów w analizowanym okresie (ryc. 6.31).

Ryc. 6.29. *Rozpadające się świerczyny w Beskidzie Śląskim w Nadleśnictwie Węgierska Górka (źródło: Arkadiusz Bruchwald)*

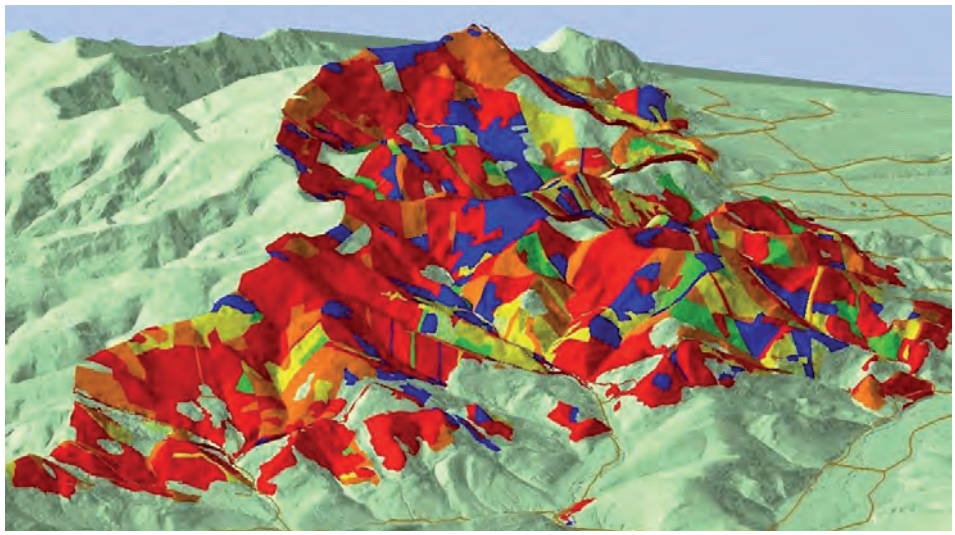


Ryc. 6.30. *Miąższość pozyskanego surowca drzewnego w Nadleśnictwie Węgierska Górka*

Stwierdzono, że w tym nadleśnictwie im wyższa klasa ryzyka, tym większy udział drzewostanów uszkodzonych. W klasie najwyższego ryzyka stwierdzono 79% powierzchni drzewostanów uszkodzonych. Drzewostany uszkodzone występują również w klasach 5 i 4.

Modele ryzyka uszkodzenia opracowano z myślą o typowaniu drzewostanów, w których z dużym prawdopodobieństwem powstaną szkody, gdy wystąpi wiatr. W Nadleśnictwie Węgierska Górka wiatr był tylko jedną z przyczyn rozpadu świerczyn, mimo to model ryzyka uszkodzenia wskazał drzewostany uszkodzone, o wysokich wartościach współczynnika ryzyka.

W wyniku zastosowania modelu ryzyka uszkodzenia dla drzewostanów Nadleśnictwa Węgierska Górka i danych z 2010 r. powstał inny obraz lasów niż na podstawie danych z 2007 r. Zmniejszył się udział powierzchni



Ryc. 6.31. *Współczynniki ryzyka uszkodzenia drzewostanu dla Nadleśnictwa Węgierska Górka (Beskid Śląski). Klasy współczynnika ryzyka oznaczono kolorami: 1 – ciemnoniebieskim, 2 – jasnoniebieskim, 3 – ciemnozielonym, 4 – jasnozielonym, 5 – różowym, 6 – czerwonym*

Tabela 6.13. Udział powierzchni łącznej (Upł) i drzewostanów uszkodzonych (Upu) w klasach współczynnika ryzyka uszkodzenia drzewostanu (R_5) dla Nadleśnictwa Węgierska Górka

Klasa współczynnika ryzyka R_5	2007 r.		2010 r.	
	Upł (%)	Upu. (%)]	Upł (%)	Upu. (%)
1 (0,0–0,5)	4,4	0	28,0	0
2 (0,5–1,0)	6,0	0	7,8	0
3 (1,0–1,5)	2,5	0	2,5	2,0
4 (1,5–2,0)	11,1	0,7	8,7	2,1
5 (2,0–2,5)	15,0	18,7	17,0	10,7
6 (2,5–3,0)	60,9	78,9	36,3	56,4
Razem	100	51,0	100	22,4

drzewostanów klasy 6, zwiększył natomiast klasy 5. Łączny udział tych dwóch klas wyniósł 53%. Wzrósł wyraźnie udział drzewostanów klasy 1, odpornych na szkody, zwłaszcza spowodowane przez wiatr. Potwierdzono ponownie silny związek między udziałem powierzchni drzewostanów silnie uszkodzonych a współczynnikiem ryzyka powstawania szkód.

6.2.6. Wnioski

1. W pracy przedstawiono pięć modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez czynniki abiotyczne, głównie wiatr, opartych na zmiennych i stałych cechach drzewostanu. Modele można stosować dla lasów zarówno nizinnych (zwłaszcza model IV), jak i górskich (model V).
2. Stosowanie modeli ryzyka uszkodzenia dla lasów nizinnych jest mało pracochłonne, ponieważ wykorzystuje się przy tym dane dotyczące drzewostanu zawarte w Systemie Informatycznym Lasów Państwowych (SILP) oraz wyniki badań naukowych dotyczące stabilności lasu. Jeśli chodzi o lasy górskie, niezbędny jest dostęp do numerycznych modeli terenu i odpowiedniego oprogramowania, np. ArcGis, w celu uzyskania cech rzeźby terenu dla poszczególnych drzewostanów.
3. Uzyskane za pomocą modelu ryzyka uszkodzenia drzewostanu współczynniki tego ryzyka są silnie skorelowane ze szkodami – zwłaszcza spowodowanymi przez wiatr – co przedstawiono na przykładzie drzewostanów Nadleśnictwa Przedbórz. Wyniki badań zawarte w innych publikacjach potwierdzają ten silny związek. Model ryzyka jest zatem przydatny do prognozowania szkód w drzewostanach wywołanych przez wiatr.
4. Zastosowanie modelu V ryzyka uszkodzenia w drzewostanach górskich Nadleśnictwa Węgierska Górka wykazało również silną zależność między udziałem powierzchni drzewostanów uszkodzonych a współczynnikami ryzyka uzyskanymi z modelu, mimo że szkody na tamtym terenie głównie spowodowały susza i gradacja owadów, a w mniejszym stopniu wiatr. W przypadku potwierdzenia tych zależności na obszerniejszym materiale empirycznym wzrośnie znaczenie modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu w praktyce leśnictwa. Za ich pomocą będzie można prognozować szkody w drzewostanie wywołane nie tylko przez wiatr, ale również przez inne czynniki.
5. Modele ryzyka uszkodzenia drzewostanu zostaną oprogramowane po ich dalszym udoskonaleniu i przeprowadzonej ocenie dokładności. Uwzględni się w nich prezentację współczynników ryzyka na LMN. W takiej postaci modele można będzie stosować w każdym nadleśnictwie.

7.
Organizacja Geoinformatyki w Lasach Państwowych

PIOTR KYC

Podstawowymi elementami Systemu Informacji Przestrzennej są: baza danych, sprzęt i oprogramowanie. Jednakże trzy wymienione składowe – nawet na najwyższym poziomie – bez wykwalifikowanych i dobrze zarządzanych zasobów ludzkich, nie pozwolą na sprawne funkcjonowanie Systemu Informacji Przestrzennej w żadnej firmie. Usprawnienie organizacji geoinformatyki w Lasach Państwowych wydaje się obecnie

Ryc. 7.1. *Schemat organizacyjny Geoinformatyki w LP (aktualny do 4 stycznia 2013 r.)*

najważniejszym zadaniem na drodze osiągnięcia pełnego sukcesu w skutecznym wykorzystaniu GIS w codziennej pracy leśnika. Rozdział ten jest poświęcony historii organizacji geoinformatyki w Lasach Państwowych od początków jej istnienia do chwili obecnej.

Strukturę organizacyjną Systemu Informacji Przestrzennej w LP można przedstawić w postaci schematu (ryc. 7.1).

7.1. Historia struktur organizacyjnych GIS w Lasach Państwowych

W grudniu 1990 r. Uchwałą Kolegium Lasów Państwowych zapadła decyzja w sprawie budowy Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). Od 1991 r. rozpoczęto realizację opracowania kompleksowego systemu informatycznego na potrzeby LP, zakończoną pełnym wdrożeniem we wszystkich nadleśnictwach w 1997 r.

Wraz z rozwojem i wdrażaniem SILP w LP rozpoczęło się powolne organizowanie struktur organizacyjnych GIS na różnych szczeblach organizacyjnych LP. Początek historii tych struktur zapoczątkowany został nieformalnie w Wydziale Urządzania Lasu w DGLP. Na początku 1996 r. tu trafiła, wykonana przez Instytut Geodezji i Kartografii, mapa numeryczna zasięgów terytorialnych nadleśnictw i kompleksów leśnych. Ze względu na nieprzygotowanie personelu zatrudnionego w DGLP do konsumpcji tego nowego na owe czasy produktu, a jednocześnie w poczuciu obowiązku zagospodarowania pozyskanych materiałów, tak przydatnych do zarządzania przestrzenią w leśnictwie, naczelnik Wydziału Marian Czuba utworzył nieformalne stanowisko do prac z przekazaną mapą numeryczną. Zajął się tym pracownik Wydziału – Krzysztof Okła. Po zakupieniu oprogramowania MapInfo – jednej z nielicznych wówczas na rynku przeglądarek GIS, mającej możliwości edycyjne – zaczęła się praca z mapą. Powstało wiele opracowań kartograficznych, z których najbardziej chyba znaczące były ilustracje do publikacji „Las w liczbach".

W tym samym okresie zaczęły się eksperymenty z mapą numeryczną dla nadleśnictw. Przybyło nowych zadań. Zrodziła się potrzeba uruchomienia dodatkowego etatu. W styczniu 1998 r. do Wydziału Urządzania Lasu trafił Piotr Gotowicki. Powstał samodzielny (podległy organizacyjnie zastępcy Dyrektora Generalnego ds. zagospodarowania lasu LP) dwuosobowy Zespół Kartografii Komputerowej. Z początkiem maja 1998 r. zespół powiększył się o Jolantę Starzycką – informatyczkę – mającą duże doświadczenie z GIS. Dwa tygodnie później, w ramach reorganizacji biura DGLP, pracownicy zespołu zostali włączeni do Wydziału Zarządzania Bazą Danych, gdzie utworzyli wewnątrzwydziałowy zespół ds. opracowania Systemu Informacji Przestrzennej Lasów Państwowych.

23 lutego 2000 r., zarządzeniem nr 7 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych, powołany został Zespół Informacji Przestrzennej – samodzielna

jednostka organizacyjna w ramach DGLP. 2 kwietnia 2001 r. mocą nowego Regulaminu Organizacyjnego DGLP zespół stał się Wydziałem Informacji Przestrzennej. Ponadroczny okres funkcjonowania wydziału zakończył 21 maja 2002 r. nowy Regulamin organizacyjny DGLP, który problematykę geomatyki leśnej podzielił między wydziały Urządzania Lasu i Informatyki. W Wydziale Urządzania Lasu powstał trzyosobowy nieformalny zespół ds. SIP. Członkowie tego zespołu (K. Okła, J. Starzycka, P. Gotowicki) zajmowali się przede wszystkim zadaniami właściwymi dla Wydziału Urządzania Lasu, a dopiero na dalszym planie była geomatyka. Posunięcie to spowodowało, niestety, znaczną stagnację w dalszym procesie rozwojowym leśnego SIP.

Sytuacja poprawiła się dopiero w 2007 r., po reaktywowaniu 15 maja 2007 r., zarządzeniem nr 22 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych, Wydziału zajmującego się sprawami leśnej geomatyki, pod nazwą: Wydział Geoinformatyki Lasów Państwowych. W skład wydziału weszli: Krzysztof Okła, kierujący wydziałem, Jolanta Starzycka, Tomasz Grzegorzewicz, specjalista GIS z warszawskiego oddziału BULiGL, oraz Emilia Wiśniewska, mająca duże doświadczenie w analizach teledetekcyjnych.

5 maja 2008 r. Dyrektor Generalny Lasów Państwowych zlikwidował Wydział Geoinformatyki Lasów Państwowych, przenosząc jednocześnie wszystkie zadania i cztery osoby do Wydziału Urządzania Lasu, który przyjął nazwę Wydziału Urządzania Lasu i Geoinformatyki. Wydział ten zajmuje się m.in. upowszechnianiem elementów informacji związanej z przestrzenią w działalności LP. Do zadań wydziału należą szczególnie sprawy czuwania nad całością zagadnień poświęconych geomatyce w LP, w tym inicjowanie, monitorowanie, koordynowanie oraz nadzór w tematach:

- opracowanie standardów Leśnej Mapy Numerycznej (LMN) dla jednostek organizacyjnych w LP oraz czuwanie nad serwisowaniem i rozwojem tych standardów, a także dedykowanego oprogramowania w tym zakresie;
- monitorowanie wdrażania SIP w jednostkach organizacyjnych LP;
- wypracowywanie metodyki i stwarzanie warunków do bieżącej aktualizacji LMN we wszystkich nadleśnictwach oraz monitorowanie jej wdrożenia i realizacji;
- inicjowanie, nadzór i koordynacja prac z obszaru tematycznego geomatyki, zwłaszcza w zakresie: teledetekcji, fotogrametrii, analiz przestrzennych, pozycjonowania satelitarnego, numerycznego modelu terenu, wykorzystania sztucznej inteligencji i komunikacji internetowej związanej z przestrzenią;
- monitorowanie rozwoju technologii geomatycznych stosowanych w LP w kraju i za granicą.

Zespół geomatyków DGLP prowadzi od początku 2001 r. stronę internetową (www.geomatyka.lasy.gov.pl) poświęconą zagadnieniom geomatyki w Lasach Państwowych.

Tabela 7.1. Historia struktur organizacyjnych geomatyki w DGLP (źródło: K. Okła)

Data utworzenia	Komórka DGLP	Komórka w wydziale	Liczba zatrudnionych osób	Status	Okres działania
wiosna 1996	Wydział Urządzania Lasu	stanowisko	1	nieformalny	2 lata
1.01.1998	Zespół Kartografii Komputerowej		2	samodzielny	5,5 miesiąca
15.05.1998	Wydział Zarządzania Bazą Danych	Zespół ds. opracowania Systemu Informacji Przestrzennej Lasów Państwowych	3	formalny	15 miesięcy
23.02.2000	Zespół Informacji Przestrzennej		3	samodzielny	13 miesięcy
2.04.2001	Wydział Informacji Przestrzennej		3	samodzielny	14 miesięcy
21.05.2002	Wydział Urządzania Lasu	Zespół ds. SIP	2–3	nieformalny	5 lat
15.05.2007	Wydział Geoinformatyki Lasów Państwowych		3–4	samodzielny	11,5 miesiąca
5.05.2008	Wydział Urządzania Lasu i Geoinformatyki	Zespół Geomatyki	4	nieformalny	

7.2. Zespół zadaniowy ds. leśnej mapy numerycznej

Nieoficjalna historia zespołu rozpoczęła się na przełomie lat 2001 i 2002. Wraz z rozwojem SIP w LP niezbędne stało się przygotowanie szerszej kadry fachowo przygotowanych pracowników do wdrażania systemu na różnych szczeblach zarządzania. W tym czasie pod kierownictwem Leszka Szulca z DGLP wyselekcjonowana grupa osób z nadleśnictw i regionalnych dyrekcji lasów państwowych odbywała szkolenia, kursy z zakresu GIS i zapoznawała się szczegółowo z funkcjonującym SILP.

Wiedza i nabyte doświadczenie przyszłych członków Zespołu Zadaniowego zaowocowało przeprowadzeniem w latach 2002 i 2003 cyklu szkoleń centralnych z zakresu eksploatacji map numerycznych. Szkolenia odby-

Ryc. 7.2. *Pracownicy Wydziału Urządzania Lasu i Geoinformatyki DGLP zajmujący się geomatyką, od lewej: Tomasz Grzegorzewicz, Jolanta Starzycka, Emilia Wiśniewska, Krzysztof Okła (fot. E. Wiśniewska, luty 2012)*

wały się w Leśnym Ośrodku Szkoleniowym w Margoninie (Nadleśnictwo Podanin), wyposażonym w specjalistyczny sprzęt i oprogramowanie. Dedykowane one zostały pracownikom nadleśnictw posiadającym już mapy numeryczne (operatorzy systemu informacji przestrzennej i nadleśniczowie), koordynatorom SIP z RDLP, kadrze kierowniczej dyrekcji regionalnych i Dyrekcji Generalnej oraz inspektorom LP.

Zespół zadaniowy ds. LMN rozpoczął oficjalną działalność na podstawie Zarządzenia nr 2 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 12 stycznia 2004 r. W skład zespołu w pierwszej fazie weszło sześć osób przygotowywanych do zadania od ponad dwóch lat. Późniejsze zmiany Zarządzenia Dyrektora Generalnego LP w latach: 2005, 2006, 2009 i 2010 r., zmieniły skład zespołu zadaniowego i ostatecznie poszerzyły go do 10 osób. W Zespole Zadaniowym ds. LMN uczestniczą pracownicy wszystkich szczebli zarządzania LP, począwszy od DGLP, poprzez dyrekcje regionalne, kończąc na nadleśnictwach.

Zespół Zadaniowy ds. LMN, który powstał przy Wydziale Informatyki DGLP, skupia się przede wszystkim na zagadnieniach informatycznych leśnego GIS. Prowadzi testy wszelkiego rodzaju oprogramowania i sprzętu dedykowanego dziedzinie GIS w LP, przygotowuje i prowadzi szkolenia centralne dla pracowników LP z zakresu SIP. Szczegółowy zakres działania Zespołu ds. LMN określa Zarządzenie nr 2 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 12 stycznia 2004 r.

Do zadań szczegółowych Zespołu ds. LMN należy m.in.:
- „realizacja modelu logicznego i fizycznego standardu LMN,
- testowanie przydatności nowych i modyfikowanych oprogramowań oraz nowych technologii z zakresu GIS,
- określanie procedur i pisanie instrukcji związanych z LMN,
- szkolenia centralne w zakresie GIS (rozumiane jako szkolenia nauczycieli GIS wdrażających nowe technologie i rozwiązania oraz szkolenia wybranych grup pracowników LP),
- rozwiązywanie bieżących problemów użytkowników,
- koordynowanie zgodności GIS z innymi dziedzinami wiedzy leśnej i informatycznej,
- udział w pracach innych zespołów zadaniowych,
- prowadzenie dokumentacji testowanych programów,
- współudział w redagowaniu tematycznej strony internetowej, poświęconej geomatyce w LP, prowadzonej przez wydział DGLP właściwy merytorycznie w zakresie geomatyki".

Wszystkie materiały powstałe podczas pracy zespołu zadaniowego umieszczane są na stronie http://www.lmn.lasy.gov.pl/web/zespollmn.

7.3. Koordynatorzy SIP w regionalnych dyrekcjach LP

W związku z koniecznością usprawnienia organizacji wdrażania SIP w nadleśnictwach, w dyrekcjach regionalnych LP, jesienią 2001 r. utworzono stanowiska koordynatorów SIP. W dniach 13–14 grudnia 2001 r. w Margoninie odbyło się pierwsze spotkanie organizacyjno-szkoleniowe koordynatorów. Od tego czasu podobne spotkania, często połączone ze szkoleniami, odbywają się przynajmniej raz w roku.

Kadra koordynatorów SIP stanowi niezwykle ważne ogniwo w systemie sprawnego zarządzania Systemem Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych. Pracownicy regionalnych dyrekcji LP pełniący funkcje koordynatorów SIP najczęściej pracują w wydziałach właściwych ds. urządzania lasu poszczególnych dyrekcji. W trzech dyrekcjach regionalnych (chronologicznie: Poznań, Katowice i Szczecin) powstały wyodrębnione samodzielne stanowiska ds. geomatyki lub zespoły geomatyczne.

Zadaniem koordynatorów SIP w dyrekcjach regionalnych jest m.in.:
- monitorowanie i badanie stopnia wykorzystywania rozwiązań z zakresu geomatyki,
- czuwanie nad wdrażaniem i prawidłową eksploatacją map numerycznych,
- koordynacja wykorzystania zdjęć lotniczych i satelitarnych,
- współtworzenie mapy interaktywnej LP,
- prowadzenie mapy numerycznej RDLP,
- organizacja i prowadzenie szkoleń z zakresu geomatyki.

Niezwykle ważnym punktem działalności koordynatorów powinno być uświadomienie wszystkim pracownikom użytkującym mapy numeryczne

Ryc. 7.3. *Zespół zadaniowy ds. LMN – od lewej: Krzysztof Taraszkiewicz, Leszek Rząsa, Tomasz Grzegorzewicz, Krzysztof Majsterkiewicz, Lena Kościńska, Wojciech Pardus, Piotr Kyc, Witold Witosza, Jacek Prengel (skład sprzed 4.01.2013 r.)*

Ryc. 7.4. *Spotkanie koordynatorów SIP w Świeradowie w 2008 r.*

(zarówno w biurach regionalnych dyrekcji LP, jak i w nadleśnictwach) znaczenia GIS w praktycznej pracy leśnika oraz skoordynowanie związanych z tym działań między wydziałami merytorycznymi, w celu powszechnego wykorzystania tych narzędzi w codziennej pracy.

Wydaje się, że szczebel regionalnych dyrekcji LP ma do wykonania jeszcze sporo zadań w zakresie geomatyki.

7.4. Instruktorzy regionalni SIP

Pierwsi instruktorzy regionalni SIP zostali wyłonieni spośród uczestników szkoleń centralnych dla operatorów SIP prowadzonych od 1999 r. Wraz z przyrostem nadleśnictw z LMN i nieuniknionymi zmianami kadrowymi, instruktorami zostawali wyróżniający się w dziedzinie geomatyki pracownicy nadleśnictw lub biura RDLP. W sierpniu 2012 r. instruktorów regionalnych SIP było 62. Ich szkoleniem na szczeblu centralnym zajmuje się zespół zadaniowy ds. LMN. Instruktorzy regionalni szkolą operatorów LMN z nadleśnictw, kadrę kierowniczą nadleśnictw oraz decydentów szczebla regionalnego. Kilkuosobowe grupy instruktorów regionalnych w każdej regionalnej dyrekcji LP stanowią wsparcie merytoryczne i techniczne wszystkich użytkowników SIP.

7.5. Operatorzy LMN w nadleśnictwach

Przepisy regulujące funkcjonowanie mapy numerycznej w nadleśnictwie, zawarte w załączniku nr 9 Standardu Leśnej Mapy Numerycznej z 2000 r., definiują pojęcie operatora LMN w nadleśnictwie (pkt. 1.5), zostawiając w gestii kierowników jednostek wybór modelu organizacyjnego (pkt. 1.4.3), który będzie zapewniał prawidłowe funkcjonowanie SIP w nadleśnictwie. Operator LMN w nadleśnictwie stanowi podstawowe ogniwo funkcjonowania SIP w LP. Zdefiniowane w standardzie LMN obowiązki operatora LMN w nadleśnictwie są różnie interpretowane, ale najczęściej stanowią uzupełnienie zakresu już posiadanych przez pracownika obowiązków. Dobór pracownika nie może być przypadkowy, powinien wynikać z doświadczenia w zakresie prowadzenia stanu posiadania, znajomości baz danych LP, a także z umiejętności posługiwania się szeroko rozumianymi narzędziami informatycznymi i oprogramowaniem GIS.

Sprawne funkcjonowanie SIP na poziomie nadleśnictwa można osiągnąć poprzez:

- powierzenie obowiązków operatora LMN osobie kompetentnej, posiadającej odpowiedni zasób wiedzy w zakresie GIS;
- wyznaczenie osoby pełniącej obowiązki zastępcy operatora LMN z umiejętnościami zbliżonymi do operatora LMN;

Ryc. 7.5. *V Konferencja SIP w Lasach Państwowych – Rogów 2010 (fot. E. Wiśniewska)*

– dokształcanie operatora LMN i jego zastępcy w zakresie GIS, szczególnie odbycie kursów organizowanych przez LP, studiów w tym zakresie i innych uzupełniających szkoleń organizowanych przez podmioty zewnętrzne;
– zapewnienie osobie zajmującej się SIP w nadleśnictwie podstawowego sprzętu w tej dziedzinie, w tym: sprzętu mobilnego (notebook, PDA, odbiornik GPS), oraz oprogramowania – przeglądarka, edytor GIS, oprogramowanie bazodanowe (najczęściej Access z pakietu Microsoft Office);
– czynny udział w wykorzystaniu map numerycznych w nadleśnictwie przez pozostałych pracowników odpowiedzialnych za poszczególne działy gospodarki leśnej, edukacji leśnej itp.

Podstawą stosowania mapy numerycznej, jako elementu systemu informacji przestrzennej, jest jej aktualność, za którą oficjalnie odpowiada nadleśniczy, a w jego imieniu – operator LMN. Rozwój technik internetowych umożliwił dostęp do LMN wszystkim szczeblom zarządzania, również leśniczówkom. Operatorzy LMN w nadleśnictwach, przy wsparciu organizacyjnym kierowników swoich jednostek, stanowią pierwsze i najważniejsze ogniwo funkcjonowania SIP w LP.

Pracownicy wszystkich szczebli organizacyjnych biorący czynny udział we współtworzeniu geoinformatyki w LP, począwszy od DGLP, regionalnych dyrekcji LP i nadleśnictw, spotykają się cyklicznie co dwa lata na konferencjach poświęconych wdrażaniu geomatyki w LP. Oprócz pracowników LP biorą w nich udział: kadra naukowa związana z leśną geomatyką, słuchacze geomatycznego studium podyplomowego prowadzonego na Wydziale Leśnym SGGW, przedstawiciele instytucji współpracujących przy tworzeniu leśnego GIS, BULiGL oraz komercyjne firmy geomatyczne oferujące LP swoje usługi i produkty. Więcej na ten temat znajduje się w „Geomatyka... Część I. Podstawy" (rozdz. 20. „Konferencje SIP w Lasach Państwowych"), a tematyka wszystkich spotkań, prezentacje, wnioski i zdjęcia – na www.geomatyka.lasy.gov.pl.

8.
Geomatyka w Internecie

PIOTR WĘŻYK

8.1. Mapa na stronie internetowej

Za początek ery stron internetowych, które stały się nowym paradygmatem interaktywnej komunikacji między firmami, pojedynczymi osobami i całymi wirtualnymi społecznościami (Facebook, Twitter, NK, Google+ itp.) przyjmuje się grudzień 1990 r. Wtedy właśnie Tim Berners-Lee opracował podstawy HTML (hipertekstowy język znaczników) i pierwszą stronę internetową (http://www.w3.org/History/19921103-hypertext/hypertext/WWW/History.html). Dwa lata później na rynku pojawiła się pierwsza przeglądarka do stron internetowych pod nazwą Mosaic, a jeden z jej twórców, naukowiec Marc Andreessen, założył firmę Netscape Communications Corporation. Opracowana przez tę firmę przeglądarka Netscape (Communicator) stała się na długie lata (ver. 1.0 – 1994 r. do ostatniej wersji Netscape 9.0 – luty 2008 r.) wraz z pocztą elektroniczną (Messenger) i komunikatorem AOL jednym z najpopularniejszych programów używanym przez internautów, również w Polsce. Pojawienie się przeglądarki Internet Explorer, produktu Microsoft, było zbyt dużym wyzwaniem dla Netscape, który nie przetrwał na rynku.

Liczbę użytkowników Internetu wg raportów z 2011 r. szacuje się na ok. 2 mld ludzi, z których ponad 20% mieszka w Chinach. Najczęściej poszukujemy informacji publikowanych w Internecie o: lokalizacji (nawigacji do celu, planowaniu podróży, lokalizacji serwerów z danymi, jakie nas interesują), charakterystyce naszego rozmówcy (partnera handlowego), rynkach zbytu, dostępie do poczty elektronicznej, multimediów (piosenki lub filmu), pogodzie itp. Według opublikowanego przez Google testu *Zeitgeist 2011* na

temat popularności poszczególnych haseł w ich popularnej wyszukiwarce wynika, że Polacy na 12. miejscu najczęściej wpisują słowo „mapa". Pojawia się ono tuż za takimi słowami, jak: „youtube", „poczta", „Google", „TV", „chomikuj", a przed: „praca" i „pogoda", co w sumie trochę dziwi.

Mapy w Internecie w historycznym aspekcie ich rozwoju podzielić można na statyczne (najczęściej plik graficzny) i dynamiczne, które tworzy w zasadzie użytkownik, włączając odpowiednie warstwy tematyczne. Pierwszą aplikacją umożliwiającą dostęp do map statycznych była przeglądarka Xerox PARC Map Viewer, napisana w 1993 r. w języku Perl, generująca obrazy w formacie GIF dla użytkownika. To rozwiązanie można z pewnością uznać za pierwsze z zakresu internetowych serwisów mapowych. Kolejne rozwiązania, np.: National Atlas of Canada (1994), Gazetteer for Scotland (gazzeter), Mapquest (1996) lub Argus MapGuide (1996) były krokami milowymi w rozwoju Internetu (http://en.wikipedia.org/wiki/Web_mapping).

Znaczenie mapy, będącej formą przekazu kartograficznego, ale także podstawowego elementu handlowego („jak do nas dojechać po drewno") czy marketingowego (np. promocja form ochrony przyrody, ekoturystyki), jako elementu strony internetowej wciąż rośnie – szczególnie w sytuacji, gdy mapa nie jest zwykłym statycznym obrazem zeskanowanej mapy analogowej, ale kiedy spełnia aktualne wymogi społeczeństwa informacyjnego (serwisy mapowe oparte na nowoczesnych rozwiązaniach interoperacyjności, standardach i aktualnych danych referencyjnych), które do swego funkcjonowania potrzebuje coraz szybciej dostarczanej, szczegółowej i aktualnej informacji. W sieci istnieją liczne przykłady zaawansowanych europejskich serwisów leśnych map tematycznych, związanych np. z zagadnieniami gromadzenia i udostępniania informacji o lasach (European Forest Data Center) czy ciągłym monitorowaniem zagrożenia lasów pożarami (European Forest Fire Information System – EFFIS), dostępnymi poprzez witrynę Wspólnotowego Centrum Badawczego Komisji Europejskiej – JRC (Ispra, Włochy) pod adresem http://efdac.jrc.ec.europa.eu.

8.2. Wprowadzenie do świata Google

Misją firmy Google, przewijającą się we wszystkich jej serwisach i aplikacjach, jest uporządkowanie światowych zasobów informacji (w tym geodanych o naturze informacji przestrzennej), tak aby stały się powszechnie dostępne i przydatne dla użytkownika. Do najbardziej znanych produktów firmy Google zalicza się: serwis poczty elektronicznej GMail, pasek wyszukiwarki Google Toolbar (nie ma potrzeby logowania się na stronie www.google.com), AdWords (reklamy, pozycjonowanie stron), Google Maps (mapy Google omówione szerzej w dalszej części rozdziału) Google Earth (aplikacja mapowa 3D), Google Scholar (publikacje naukowe), Picassa Web Albums (archiwum zdjęć z ich pozycjonowaniem), Tłumacz Google, SkyMap (mapa nieba), Kalendarz Google, Dokumenty Google czy Google

News. Firma mieści się w Mountain View w Santa Clara (California, Stany Zjednoczone) i zatrudnia dziś ok. 23 tys. pracowników. Rozwój firmy Google był błyskawiczny i rozpoczął się od 2004 r., kiedy akcje firmy w cenie 85 USD pojawiły się na giełdzie w pierwszej ofercie publicznej. Wartość firmy Google wyceniana jest na giełdzie w Nowym Jorku (stan na 31.12.2011) na ok. 165 mld USD, a kurs wzrósł do ok. 645 USD za akcję.

8.3. Trochę historii Google

W 1995 r. dwaj studenci Uniwersytetu Stanford (USA): Larry Page i Sergey Brin spotykają się po raz pierwszy, a już po roku programują pierwszą wyszukiwarkę stron internetowych *BackRub*, którą niebawem trzeba wyłączyć, gdyż zanadto obciąża serwer uniwersytecki ruchem, jaki generuje w sieci. We wrześniu 1998 r. zakładają firmę Google, za pierwsze 100 tys. USD (czek od współzałożyciela Sun – A. Bechtolsheima) otwierają biuro w garażu Susan Wojcicki pod adresem: 232 Santa Margarita w Menlo Park. Nazwa firmy Google pochodzi od matematycznego terminu „googol", wprowadzonego z kolei przez naukowca, Edwarda Kasnera w książce „Matematyka i wyobraźnia" (1940). Termin „googol" oznacza liczbę bliską nieskończoności, trudną do wyobrażenia, mającą postać 10^{100} (jedynka i sto zer). Użycie tego właśnie terminu (przez pomyłkę przekręconego, a domena „googol" była już zajęta) odzwierciedla w pewien sposób zamysł L. Page'a i S. Brina uporządkowania pozornie nieskończonych zasobów informacji w globalnej sieci Internetu.

Poza najbardziej znaną wyszukiwarką Google, która dziś działa w kilkudziesięciu językach, firma oferuje setki produktów i usług, przede wszystkim różne formy reklamy oraz rozmaite aplikacje internetowe. W 2000 r. baza danych firmy Google, adresów URL (ang. Uniform Resource Locator, oznaczający ujednolicony format adresowania zasobów) przekroczyła miliard i stała się największą wyszukiwarką na świecie. Google stał się też szybko dostawcą usług dla serwisu Yahoo!, z czasem przejmując nawet takie serwisy, jak YouTube.

8.4. Mapy świata według Google

Rok 2005 staje się przełomowy, jeśli chodzi o internetowe aplikacje kartograficzne. Aplikacja Mapy Google (Google Maps) staje się dostępna publicznie, a pierwszą tego typu usługą w Europie jest mapa Wielkiej Brytanii, rok później zaś mapy: Francji, Hiszpanii, Niemiec i Włoch. W tym samym niemal czasie zostaje dodana funkcja wyświetlania obrazów satelitarnych (początkowo mozaiki LANDSAT, stopniowo VHRS) i usług lokalizacyjnych (Google Local) dla telefonów komórkowych, dzięki zaimplementowaniu technologii przejętej wcześniej od zakupionej firmy Keyhole (do dziś nazwa przetrwała

w znanym skrócie KML = Keyhole Markup Language). Zaraz po tym pojawia się rewolucyjna usługa Google Earth, stając się, razem z Mapami Google, nowym paradygmatem kartografii internetowej połączonej z funkcjonalnością GIS i wyszukiwaniem informacji. W tym samym roku następuje największe otwarcie na klientów potrzebujących informacji w postaci map na swych stronach WWW poprzez udostępnienie interfejsu API Google Maps.

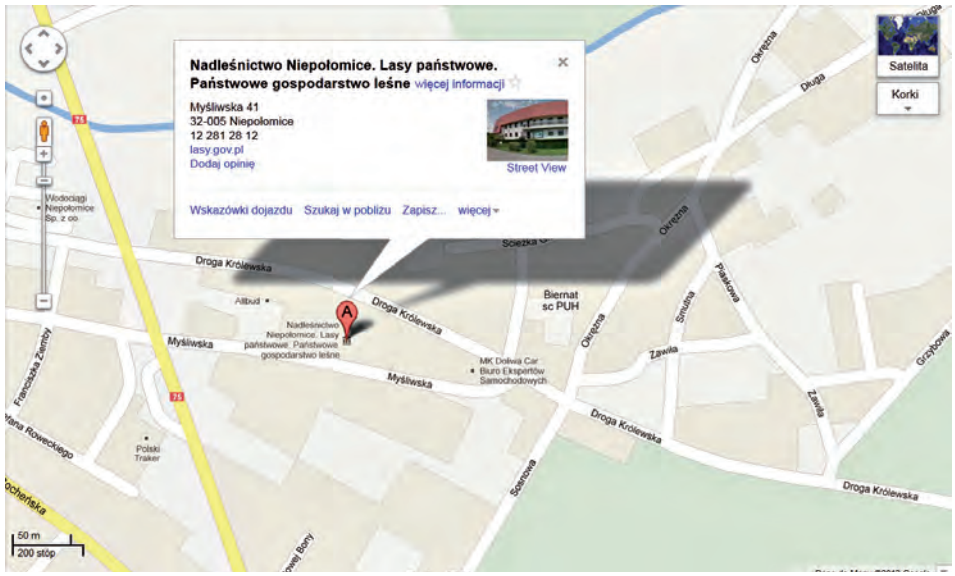
W 2007 r. Mapy Google wyświetlają już informacje o korkach na ulicach Stanów Zjednoczonych i prezentują nową funkcję Street View (widok ulicy), obejmującą pięć amerykańskich miast: Nowy Jork, San Francisco, Las Vegas, Miami i Denver. Pierwsze zdjęcia Street View dla Europy pojawiły się latem 2008 r. w związku z kolarskim wyścigiem Tour de France, a w 2011 r. Google rozpoczął oficjalnie kampanię fotografowania wielu miast w Polsce (po otrzymaniu wyników kontroli przeprowadzonej przez Głównego Inspektora Danych Osobowych w związku z ustawą o ochronie danych osobowych oraz rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie dokumentacji przetwarzania danych osobowych oraz warunków technicznych i organizacyjnych, jakim powinny odpowiadać urządzenia i systemy informatyczne służące do przetwarzania danych osobowych).

W lutym 2009 r. pojawiają się nowe aplikacje związane z Mapami Google, czyli Współrzędne Google (Latitude) oraz iGoogle (dostęp do wybranych informacji, np. poczta, pogoda, lokalne serwisy informacyjne itd.). Aplikacja Współrzędne Google umożliwia lokalizowanie użytkownika i jego znajomych na Mapach Google, wyświetlając ich pozycję na poziomie dokładności zależnym od deklaracji użytkownika (np. tylko do poziomu miasta) lub też możliwie najdokładniejszą na podstawie wskazań odbiornika GPS w telefonie lub stacji bazowych GSM. Użytkownik mobilnej aplikacji Współrzędne Google ma dostęp do archiwum swoich lokalizacji i może wykorzystywać je do tzw. GeoTagowania zdjęć w serwisie Panormamio Google, udostępniającym zdjęcia w aplikacjach, takich jak Google Earth. Otwiera to szerokie możliwości gromadzenia informacji fotograficznej zlokalizowanej przestrzennie (np. w celach inwentaryzacji lasu, zadań ochronnych, dokumentowania szkód, inwestycji itp.).

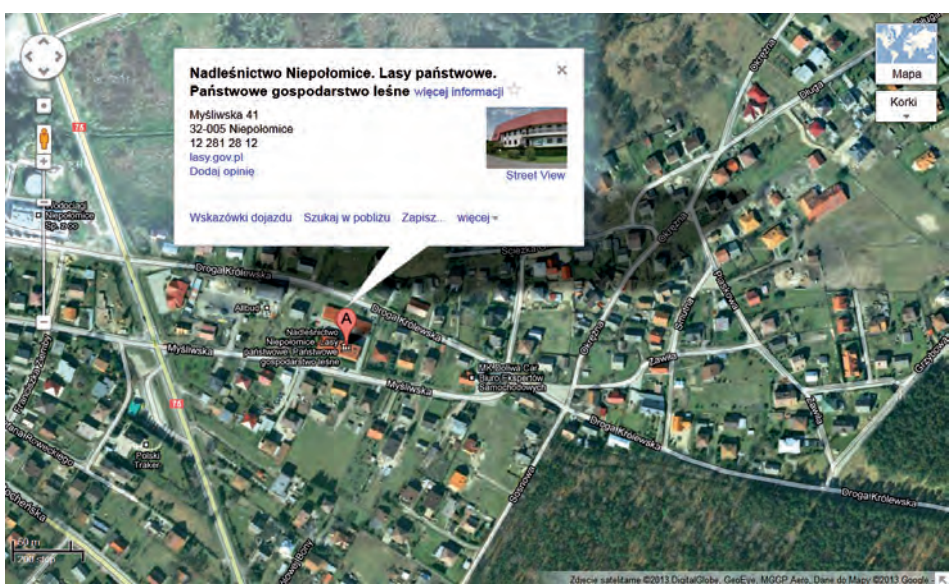
8.4.1. API Google Maps

Aplikacja Google Maps to niezmiernie nowoczesna i bardzo zaawansowana usługa, kiedyś oferowana wyłącznie przez bezpośrednie logowanie do serwisu firmy Google (maps.google.com). Z biegiem czasu pojawiła się wersja API (ang. Application Programming Interface) umożliwiająca wstawienie Map Google na dowolnej stronie internetowej.

Przez API rozumie się interfejs programowania aplikacji, czyli dokładnie określony zestaw reguł i ich opisów, w jaki poszczególne programy komunikują się między sobą. Interfejs ten definiuje się na poziomie kodu źródłowego dla



Ryc. 8.1. *Mapa podstawowa z serwisu Google Maps z lokalizacją (marker) budynku Nadleśnictwa Niepołomice*

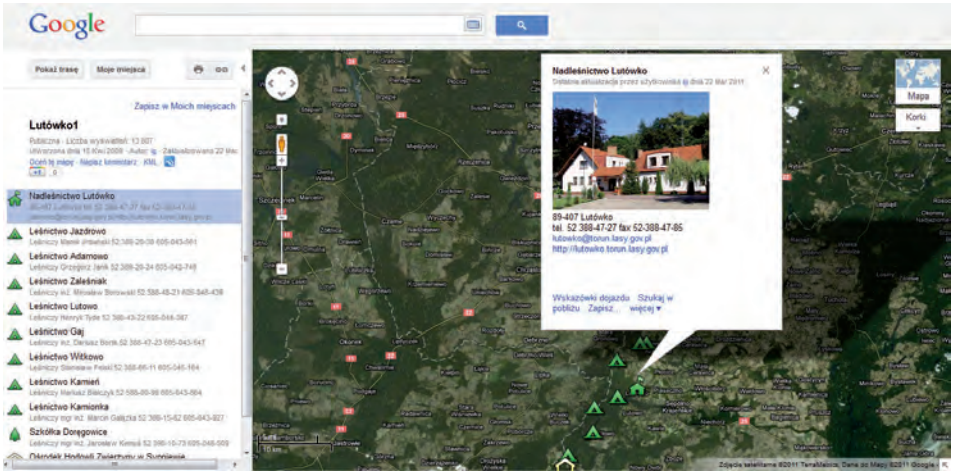


Ryc. 8.2. *Mapa hybrydowa łącząca widok ortofotomapy lotniczej, opisy ulic i marker budynku Nadleśnictwa Niepołomice*

takich modułów oprogramowania, jak biblioteki, aplikacje czy system operacyjny. Zadanie API polega na dostarczeniu odpowiednich: specyfikacji, struktur danych, klas obiektów i wymaganych protokołów komunikacyjnych.

Firma Google stworzyła własne API umożliwiające wstawienie kompozycji mapowej (dostępne są różne rodzaje map) na stronę internetową użytkownika. Dostęp do API odbywa się z poziomu języka JavaScript, ActionScript 3 (Google Maps API for Flash®) lub w postaci obrazu (Google Static Maps API). Google Maps API daje wspaniałe możliwości integracji własnej strony www z aktualną mapą z serwisu Google (mapa podstawowa, satelitarna lub lotnicza, hybrydowa łącząca dwie powyższe lub fizyczna z cieniowaną rzeźbą terenu). Do podstawowych komponentów mapy w serwisie Google Maps zaliczamy: markery służące do oznaczania miejsc zainteresowania, okienka informacyjne (służą wyświetlaniu rozszerzonej informacji w sytuacji wskazania markera myszą) oraz kontrolki odpowie-

Ryc. 8.3. *Mapa lokalizacji leśniczówek i siedziby Nadleśnictwa Lutówko RDLP Toruń*



Ryc. 8.4. *Przykład dodania do markerów okienek informacyjnych ze zdjęciami i danymi teleadresowymi, z lewej – lista leśniczówek i KML do pobrania*

dzialne za nawigację, tryb (rodzaj) mapy, zmianę skali i elementy stałe, takie jak logo Google.

W zasadzie przygotowanie mapy na stronie Nadleśnictwa (Portal Korporacyjny Lasów Państwowych) może być jeszcze prostsze, poprzez zalogowanie się na stronie Google Maps i wybór opcji Moje Miejsca (dawniej Moje Mapy). Intuicyjnie można skadrować zasięg mapy i dodać dowolną liczbę markerów, dla każdego z nich wypełniając okno informacyjne. Co więcej, można edytować tekst i wprowadzić do okienka informacyjnego odwołanie (link) do innej strony internetowej lub do obrazu z zasobów w sieci.

8.4.2. Warunki korzystania z API Google Maps

Najważniejsze zasady korzystania z nieodpłatnej licencji Google API są następujące:

- należy przede wszystkim mieć ważne konto Google;
- nie zezwala się na zasłanianie znaków firmowych umieszczonych w Google API;
- mapy tworzone za pośrednictwem Google API muszą być bezpłatne, ogólnie dostępne dla użytkowników i nie mogą wymagać płatnej subskrypcji lub innych płatnych ograniczeń dostępu;
- dostęp do wykorzystywanych map musi być publiczny. Co ważne, nie wolno ich udostępniać, gdy: działają tylko za firewall lub wyłącznie w sieci wewnętrznej (z wyjątkiem fazy rozwojowej i testowania) lub w zamkniętym środowisku, np. przez zaproszenie do danej społeczności;

– wbudowana usługa map nie może być stosowana jako część usługi mobilnej lub bezprzewodowej ani żadnej innej, jeśli umożliwia ona śledzenie w czasie rzeczywistym, zawiera wskazówki lub aktywa usług śledzenia aplikacji lub routingu;
– zawsze w miejscach, w których prezentowane są mapy wykorzystujące Google API, musi znajdować się odnośnik do: warunków korzystania z Google, informacji o tym, że użytkownik, korzystając z map, akceptuje warunki korzystania z serwisu Google, warunków ochrony prywatności i praw osób korzystających z map.

Są oczywiście wyjątki od powyższych zasad, jeśli posiadamy pisemną zgodę od firmy Google na nasz serwis lub jeśli mapy są dostępne w aplikacjach mobilnych (sprzedawanych przez sklep internetowy) i do pobrania na telefon GSM. Można jednocześnie wymagać od użytkownika logowania się do serwisu mapowego, jeśli nie są pobierane za niego opłaty. Szczegółowe warunki korzystania z Google API znajdują się pod adresem internetowym: http://code.google.com/intl/pl-PL/apis/maps/terms.html.

8.4.3. Porównania opcji różnych typów API Google Maps

Najbardziej popularny wśród szerokiej rzeszy użytkowników Internetu jest interfejs Google Maps API – całkowicie bezpłatnej usługi, która pozwala osadzić Mapy Google we własnych stronach internetowych.

Kolejny wariant stanowi Google Maps API Premier przeznaczony dla firm komercyjnych i organizacji, które wymagają posiadania zaawansowanych funkcji, wsparcia technicznego ze strony Google lub też pragną dodać mapy do swoich wewnętrznych stron intranetowych czy też płatnych serwisów. Firma Google wprowadziła program płatności – *pay as you go* dla użytkowników swoich serwisów. W razie niewielkiego przekroczenia limitów zapytań do Google Maps API na stronie użytkownika można przystąpić do specjalnego programu płatności. Koszt kolejnych 1000 zapytań zaczyna się od ok. 4 USD. Dotyczy to głównie serwisów mapowych z liczbą użytkowników przekraczającą limit dzienny 25 tys.

Tabela 8.1. Porównanie funkcjonalności typów serwisu API Google Maps

Funkcje oferowane przez typ serwisu	MAPS API	MAPS API Premier
1	2	3
Street View	☑	☑
Natężenie ruchu na drogach w czasie rzeczywistym	☑	☑

cd. tab. 8.1.

Dojazd do punktu	☑	☑
Zaawansowane geokodowanie		☑
Limit wyświetleń stron	do 25 tys. transakcji dziennie / do 2500 transakcji na mapie przy użyciu własnych stylów (Styled Maps)	brak dziennego limitu
Limit geokodowania na adres IP	2500 wywołań dziennie / 5 zapytań na sekundę	100 tys. wywołań dziennie / 10 zapytań na sekundę
Wysokość punktów n.p.m. na mapie (Elevation Web Service)	limit dzienny: 2500 zapytań, maks. do 25 tys. odczytów	limit dzienny: 100 tys. zapytań dla 1 mln odczytów
Usługa „tyczenie trasy między punktami" (Directions Web Service)	limit dzienny: 250 zapytań na sekundę przy maksymalnie 8 punktach trasy	limit dzienny: 100 tys. zapytań na sekundę dla 23 punktów trasy
Większe mapy statyczne		☑
Wsparcie techniczne		
Zasoby Google Maps API Developer	☑	☑
Service Level Agreement		☑
Pomoc techniczna		☑
Szyfrowanie HTTPS / SSL	☑	☑
Portal wsparcia i wykorzystanie raportowania		☑
Przypadki użycia		
Darmowe i dostępne publicznie	☑	☑
Język aplikacji mobilnych. Darmowe lub płatne (Android, iPhone itp.)	☑	☑
Wykorzystanie wewnątrz firmy		☑
Prawo do umieszczenia płatnego oprogramowania i aplikacji		☑
Odsprzedaż usługi Google Maps		☑
Możliwość rezygnacji z reklam na mapie Google		☑
Śledzenie prywatnych zasobów		☑
Cena	bezpłatnie	od 10 tys. USD rocznie

8.4.4. Jak osadzić i stworzyć mapę Google na stronie www

W sieci Internet znajduje się wiele przewodników w języku angielskim (ang. *tutorial*) lub polskim, które w przyjazny sposób krok po kroku zaznajamiają użytkownika z przygotowaniem mapy do jego serwisu www. Jednym z bardzo dobrze opracowanych i godnych polecenia jest serwis *http://gmapsapi.com/*; na jego podstawie, za zgodą autora, zaprezentowano niektóre treści poniższych podrozdziałów.

Pierwszą czynnością, jaką użytkownik musi wykonać, jest dołączenie skryptu API do kodu HTML oraz Java Scripts przez użycie następującego znacznika (tzw. tag):

<script src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&sensor=false&key=XXX" type= „text/javascript"></script>

Aby skorzystać z aplikacji Google Maps API na własnej stornie internetowej, wymagany jest bezpłatny klucz (Key), który można otrzymać jedynie jako zalogowany użytkownik konta Google (wystarczy posiadać konto poczty GMail). Strona internetowa do generowania klucza dla użytkowników Google znajduje się pod adresem *http://code.google.com/intl/pl/apis/maps/signup.html*. Klucz zezwala na dostęp do Map Google z jednej domeny lub katalogu domeny. Własny klucz spowoduje, że kody, jakie można uzyskać (skopiować) z licznych poradników, będą funkcjonować na stronie użytkownika i wszystkich jego podstronach, na których umieścił mapy. Przykład klucza uzyskanego dla strony geo.ur.krakow.pl przez autora zalogowanego do konta Google przedstawiono poniżej.

<script src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&sensor=true_or_false&key= ABQIAAAAe16rH7-_eKzfjXeQO798pBRcDJoHTtf1ALfCHaLJ0A2kMZixRY3s40Ntne_Elj3NXRs7K grKhoZw"type="text/javascript"></script>

8.4.4.1. Powiększanie mapy Google

W API dostępne są kontrolki pozwalające na zmianę skali mapy, które są domyślnie dodawane w jej lewym górnym rogu. Zaliczamy do nich najbardziej popularną (uszykujemy poleceniem (GLargeMapControl), największą ze wszystkich, zezwalającą na przesuwanie mapy we wszystkich czterech kierunkach (strzałki) oraz zmianę skali za pomocą ikonek „+" i „–", a także zmianę płynną suwakiem. Inne warianty kontrolki „zoom" mapy, takie jak GsmallMapControl, są pozbawione suwaka z zachowaniem kierunków przesuwania i klawiszy „+" i „–" lub GSmallZoomControl zachowują tylko te dwa przyciski.

8.4.4.2. Wybór typu mapy

Wyświetlaniem poszczególnych typów (rodzajów) map steruje odpowiednia kontrolka (GMapTypeControl), a ikona położona jest najczęściej w prawym górnym rogu. Na poziomie kodu dostępne są następujące wersje:
- MapTypeId.ROADMAP – wyświetla typ mapy drogowej (podstawowa),
- MapTypeId.SATELLITE – wyświetlane są ortoobrazy satelitarne i lotnicze,
- MapTypeId.HYBRID – łączy dwa poprzednie widoki map,
- MapTypeId.TERRAIN – wyświetlany jest relief terenu (cieniowany).

8.4.4.3. Podgląd mapy w oknie

Za wyświetlanie miniaturki w prawym dolnym oknie mapy odpowiada kontrolka GOverviewMapControl. Niestety, API Google Maps nie daje użytkownikowi możliwości modyfikacji lokalizacji miniaturki mapy: *mapa.addControl(new GOverviewMapControl()).*

8.4.4.4. Podziałka liniowa skali mapy

Za wyświetlanie skali (liniowej) odpowiada kontrolka GscaleControl; możemy wyświetlić obecną skalę mapy. Kontrolka domyślnie znajduje się w lewym dolnym rogu mapy, ale jej lokalizację możemy zdefiniować inaczej:

scalePosition = new GControlPosition(G_ANCHOR_T PLEFT, new GSize(5,30));scaleControl = new GScaleControl(); map.addControl(scaleControl, scalePosition);

Do dodawania kontrolek służy właśnie metoda *addControl();* do ich usuwania zaś – *removeControl()*. Poszczególne kontrolki są klasami, więc aby stworzyć ich instancję, należy użyć polecenia *new*, ale później nie będzie możliwości usunięcia jej z mapy.

map.addControl(new GMapTypeControl()).

Aby swobodnie dodawać i usuwać kontrolki, tworzony obiekt można przypisać do odpowiedniej zmiennej:

var mapType = new GMapTypeControl(); map.addControl(mapType); // ... tu wpisz komentarz map.removeControl(mapType);

8.4.4.5. Dodawanie markerów do mapy

API Google Maps umożliwia dodawanie do mapy bardzo dużej liczby obiektów punktowych, tzw. markerów (zwanych też znacznikami), których znaczenie polega na identyfikacji na mapie określonych miejsc (np. POI – Point Of Interest). Do wygenerowania markera używamy polecenia *GMarker var marker = new GMarker(punkt, opcje?),*

gdzie opcje określają zachowanie się aplikacji po wskazaniu markera wskaźnikiem myszy:

– *clickable: false* – oznacza, że markera nie można kliknąć (domyślnie wartość *true*),
– *draggable* – możliwość przeciągania markera (domyślnie *false*),
– *title* – określa tekst pojawiający się po wskazaniu markera myszką,
– *icon* – definiuje ikonę, która zostanie zastosowana dla markera.

Poniżej zamieszczono przykład wstawienia markera:

var punktinfo = new GLatLng(50.0,20.0); // definicja punktu informacyjnego o współrzędnych: szerokość geograficzna 50.0 N oraz długość 20.0 E

var marker = new GMarker(punktinfo); // drugi argument (opcje) można pominąć

mapa.addOverlay(marker).

Marker może mieć przypisaną ikonę ze zbiorów Google najczęściej wraz ze swoim cieniem (*s. – shadow*). Zdefiniowanie popularnej ikony poprzez zmienną *ikona1* może wyglądać następująco:

var ikona1 = new GIcon();
ikona1.image = "httphttp://www.google.com/intl/en_ALL/mapfiles marker.png";
ikona1.shadow = "http://www.google.com/intl/en_ALL/mapfiles/sh dow50.png";
ikona1.iconSize = new GSize(32, 32);
ikona1.infoWindowAnchor = new GPoint(16,16);
ikona1.iconAnchor = new GPoint(16,16);
ikona1.shadowSize = new GSize(59, 32).

Ryc. 8.5. *Standardowy zestaw ikon Google Maps*

Ryc. 8.6. *Rozbudowany zestaw ikon Google Maps (oferta komercyjna)*

8.4.4.6. Dodawanie okienek (dymków) do markerów

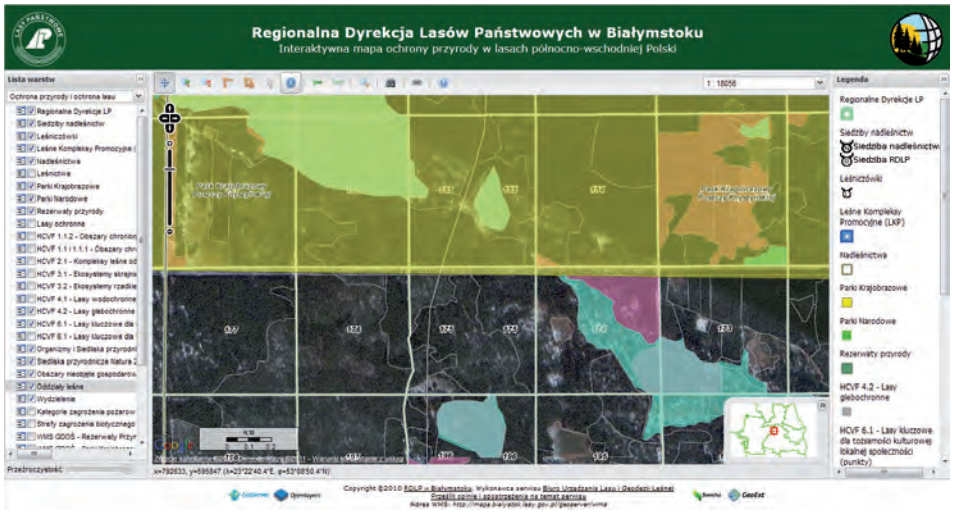
Stosując odpowiednią funkcję *openInfoWindowHtml()* z dwoma parametrami (pierwszy z nich – obiekt klasy GLatLng – wskazuje miejsce podstawy dymka, drugi – tekst wyświetlony wewnątrz dymka), uzyskujemy opis markera w okienku informacyjnym. Okienko może zawierać tekst, link, a nawet fragment powiększonej mapy (np. bezpośredni obszar budynku nadleśnictwa); sprawia to, że nie ma konieczności zmiany skali mapy głównej. Funkcja do pokazania mapy w okienku informacyjnym nazywa się *showMapBlowup()*.

8.4.4.7. Inne funkcje Google Maps

Nowe i bardzo praktyczne możliwości, jakie oferuje API Google Maps, to rysowanie polilinii oraz poligonów (z wypełnieniem i opcją transparencji). Tym samym kompozycja mapowa może zostać wzbogacona, np. wektorem granicy nadleśnictwa czy poligonami oddziałów lub wydzieleń Leśnej Mapy Numerycznej. Linię można generować z pliku XML jako kolejne punkty polilinii. Nowe wersje API mają funkcję umożliwiającą kliknięcie w linię i jej selekcję. Dostępne są też funkcje obliczania pola powierzchni zamkniętych klas poligonów: GPolygon funkcja *getArea()* zwracająca pole powierzchni [m^2]. Stosując własne prototypy, można obliczać też obwód zamkniętych polilinii przez sumowanie poszczególnych odcinków.

Pierwsze wersje API Google Maps w zasadzie nie oferowały zaawansowanych funkcji, dostępnych dziś dla użytkownika. Nowa wersja API 3.v.

Ryc. 8.7. *Serwis mapowy RDLP Kraków dotyczący lasów o szczególnych wartościach przyrodniczych*



Ryc. 8.8. *Serwis mapowy RDLP Białystok ochrony przyrody w lasach północno-wschodniej Polski*

udostępnia niemal całą funkcjonalność oryginalnego serwisu, wliczając możliwość geokodowania adresów, rysowania polilinii, wyznaczania tras przejazdu wraz z listą kroków, pełną kontrolę widoku ulic (Street View) czy wsparcie dla języka KML/GeoRSS. Wszelkie mechanizmy zarządzające aplikacją mapy uruchamiane są po stronie serwera Google Maps; dzięki temu użytkownik tworzący stronę www z mapą niekoniecznie musi się bardzo angażować i wystarcza jego średnie zaawansowanie w technologiach internetowych.

Mapy Google bywają także wykorzystywane jako treść kartograficzna podkładu w internetowych serwisach mapowych mających funkcjonalność GIS (WebGIS). Przykładem jest serwis „Lasy o szczególnych wartościach przyrodniczych lub kulturowych w RDLP Kraków", integrujący mapę zarówno podstawową, jak i satelitarną Google oraz inne dane mapowe, np. Open Street Map i mapę UMP_pcPL). Podobną funkcjonalność ma portal mapowy RDLP Białystok dotyczący ochrony przyrody w północno-wschodniej Polsce *(http://mapa.bialystok.lasy.gov.pl/)*, oparty na rozwiązaniach OpenSource: GeoServer i OpenLayers i GeoExt.

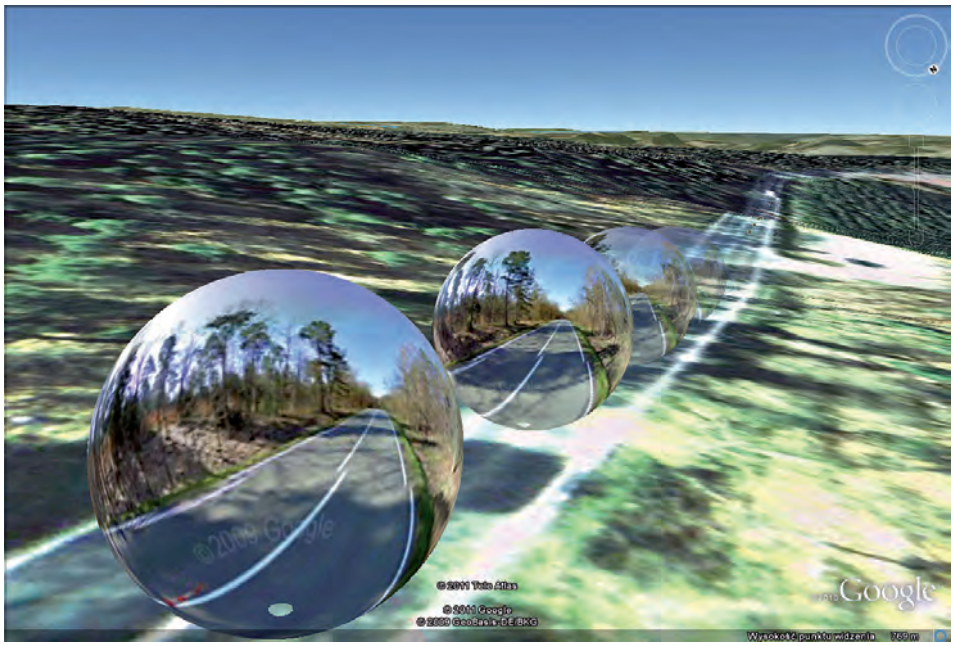
8.5. Przyszłość świata map według Google

8.5.1. Nawigacja według Google

Nawigacja firmy Google jest – przynajmniej na razie – jednym z nielicznych rozwiązań bazujących na tzw. przetwarzaniu w chmurze (ang. *cloud*

processing). Dzięki takiemu rozwiązaniu nie ma konieczności aktualizacji map w telefonie lub palmtopie, a wszystkie one są dostępne z serwerów Google, na których gromadzone są wszelkie informacje. Telefon (smartfon) musi oczywiście mieć zintegrowany odbiornik GPS lub być z nim połączony przez Bluetooth. Nawigacja odbywać się może przez standardowe wpisanie poszukiwanej lokalizacji (adresu, ulicy) bądź przez kontekstowe wyszukiwanie Google albo komendę głosową (rozpoznanie mowy i wyszukiwanie znaczenia słów w przeglądarce). Niezmiernie pomocną funkcją w nawigacji jest wyświetlanie w różnych kolorach informacji o natężeniu ruchu (korki) przed poruszającym się użytkownikiem, co jest możliwe na podstawie śledzenia przemieszczania się innych telefonów komórkowych w stacjach bazowych (współpraca z operatorami sieci GSM). W czasie nawigacji mamy możliwość wyboru miejsc postojowych, np. stacji benzynowych czy innych serwisów i restauracji, na podstawie informacji gromadzonych w sieci Internet i dostępnych przez mechanizmy wyszukiwania Google Search. Wyświetlana mapa może mieć tradycyjny wygląd, ale może także mieć charakter kartometrycznego obrazu satelitarnego w różnych rzutach izometrycznych, jak również przy wykonywaniu manewrów skrętów i dużym zbliżeniu – obrazów pochodzących ze Street View. Z niezmiernie ciekawych rozwiązań mapowania dostępna jest dla systemu android funkcja Google Sky Map, umożliwiająca identyfikację pojedynczych gwiazd i gwiazdozbiorów dzięki implementacji odbiornika GPS i kompasu zintegrowanych w telefonie.

Ryc. 8.9. *Model 3D budynku RDLP w Toruniu wykonany w programie SketchUp i prezentowany w programie Google Earth*



Ryc. 8.10. *Street View na obszarze lasów w okolicach Drezna w Niemczech (Google Earth)*

8.5.2. Google Earth

Umieszczanie Map Google na stronach internetowych PGL Lasów Państwowych na pewno nie stało się jeszcze standardem wśród administratorów stron Portalu Korporacyjnego. Do nielicznych, chlubnych wyjątków, jakie można szybko odnaleźć przez wyszukiwarkę Google, należą nadleśnictwa: Lutówko (RDLP Toruń), Nurzec (RDLP Białystok), Kozienice (RDLP Radom) i Bierzwnik (RDLP Szczecin). To ostatnie, poza implementacją podstawowej mapy Google, wbudowało w kod swej witryny www także API Google Earth (widok 2,5D) oraz tzw. gadżety Google – mapę przedstawiającą sytuację dnia i nocy na świecie (World Sunlight Map).

Osobną kartę w rozwoju kartografii internetowej (WebMaps) stanowi niewątpliwie Google Earth i upowszechniony przez tę aplikację format zapisu KML (język znaczników oparty na języku XML, będący otwartym standardem zatwierdzonym przez OGC – Open Geospatial Consortium, pozwalający na wizualizację trójwymiarowych danych przestrzennych) oraz KMZ (format skompresowany, który poza KML może zawierać obrazy satelitarne, lotnicze, modele 3D, ikony). W tej aplikacji istnieje możliwość wyświetlania danych warstw wektorowych, np. LMN po ich konwersji do zapisu KML (funkcja dostępna w ArcGIS Esri lub QGIS – konwerter warstw OGR) i wizualizacji na tle aktualizowanych zasobów zdjęć lotniczych i satelitarnych korporacji Google.

8.6. Alternatywne serwisy mapowe do wbudowania na stronę internetową

Poza najbardziej popularnym API Google Maps są inne konkurencyjne serwisy, w których udostępnia się mapy świata lub – lokalnie – krajów czy miast.

8.6.1. BING Maps

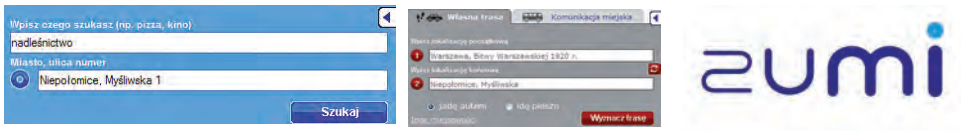
Mapy Bing są produktem firmy Microsoft i powstały jako odpowiedź – konkurent dla aplikacji Google Maps. Serwis o bardzo podobnej funkcjonalności nie ma jednak tak dużej bazy zobrazowań satelitarnych ani bazy adresowej jak Google Maps. Dzięki API można umieszczać mapy Bing na własnych stronach internetowych.

8.6.1.1. Ogólne, skrócone zasady korzystania z bezpłatnej licencji Bing Maps API

Rejestracji wbudowywanej mapy dokonuje się przez Windows Live ID oraz Bing Maps Account. Limit dzienny nie może przekroczyć 50 tys. transakcji geokodowania adresów lub zapytań. Bardzo ograniczona jest pula punktów POI (zaledwie 250). W ciągu roku nie można przekroczyć 125 tys. sesji lub 500 tys. transakcji. Zabrania się wykorzystania zobrazowań Bird Eye, a nazwy dostawców treści usługi muszą być widoczne. Korzystanie z wbudowanych usług jest ograniczone do 50 tys. map dostaw rocznie. Jeśli ruch przekracza ten limit, należy skontaktować się z *maplic@microsoft.com*. Warunki korzystania z Bing API są szczegółowo opisane pod adresem: *www.microsoft.com/maps/product/terms.html*. Przy stosowaniu Bing Maps dla biznesu licencja umożliwia korzystanie z pełnego zakresu możliwości platformy, jakie ma do zaoferowania Bing Maps, w tym: serwisu zdjęć ukośnych (Bird View, znane szerzej jako Pictometry), ortofotomap lotniczych, map drogowych, hybrydowych i widoku ulicy.

8.6.2. ZUMI

Zumi jest serwisem mapowym połączonym z wyszukiwarką firm, oferowanym przez Grupę Onet.pl SA. Poprzez serwis możliwe jest poszukiwanie i lokalizowanie różnego rodzaju adresów i obiektów (np. użyteczności publicznej, firm, nieruchomości itp.) na mapach lub ortofotomapach lotniczych i satelitarnych oraz zapoznanie się z wyszukanymi obiektami przez dostępne w Serwisie Zumi Multimedia. Nie da się przy jego użyciu umieszczać swoich map na stronie użytkownika,



Ryc. 8.11. *Gadżety ZUMI do osadzenia na stronie użytkownika*

ale jest możliwe ulokowanie gadżetów, takich jak: wyszukiwarka firm, okienko wyznaczania trasy czy przycisk Zumi, kierujący do konkretnego adresu na mapie.

Po wypełnieniu pól w oknach lub kliknięciu na przycisk użytkownik zostaje automatycznie przekierowany na stronę www.zumi.pl, na której wyświetlana jest mapa z wyszukiwanym / zaznaczonym miejscem lub trasą dojazdu. W celu umieszczenia jednego z gadżetów na stronie internetowej korzystamy z kreatora znajdującego się na stronie www.zumi.pl.

8.6.3. Targeo

Aplikacja Targeo to platforma technologiczna umożliwiająca wbudowanie map cyfrowych i zaawansowanych funkcji GIS do dowolnej aplikacji internetowej czy intranetowej, a także innych informatycznych systemów biznesowych. W zasadzie jest to typowy serwis zorientowany na użytkownika poszukującego wskazówek dojazdu (wyznaczania trasy i pobierania na urządzenia GPS) poprzez wykorzystywanie mapy bazowej AutoMapy. Treści topograficzne mapy są aktualizowane na podstawie materiałów teledetekcyjnych, ale użytkownik nie ma możliwości wyświetlania mapy „satelitarnej". Serwis Targeo działa też na urządzeniach mobilnych. Jednym z przykładów wstawienia geokodowanych adresów leśnictw i dojazdu do nich są linki zamieszczone na stronie Nadleśnictwa Jabłonna (RDLP Warszawa), mapa

Ryc. 8.12. *Przykład mapy internetowej Targeo z lokalizacją parkingu leśnego*

jest jednak wyświetlana z lokalizacji www.targeo.pl. Podobne rozwiązanie zastosowano w przypadku strony ze wskazówkami dojazdu do Nadleśnictwa Wyszków (RDLP Warszawa) lub Siewierz (RDLP Katowice). Innym ciekawym przykładem są mapki z lokalizacją parkingów wbudowane w stronę www Nadleśnictwa Bydgoszcz (RDLP Toruń). Aplikacja Targeo wykorzystywana jest także na stronie Portalu Korporacyjnego LP (w dziale wsparcia technicznego) do określania współrzędnych WGS84 pochodzenia materiału sadzeniowego.

8.6.3.1. Ogólne, skrócone zasady korzystania z bezpłatnej licencji Targeo

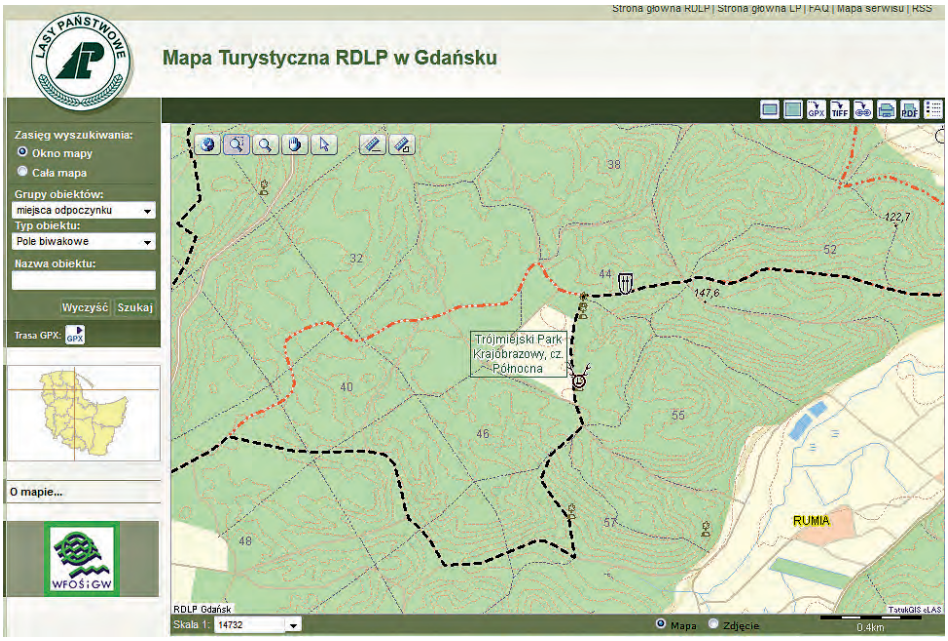
W celu wbudowania mapy Targeo należy posłużyć się Kreatorem dostępnym pod adresem: *http://mapa.targeo.pl/kreator*. Korzystanie z usług może wymagać rejestracji za pośrednictwem odpowiedniego formularza w serwisie targeo.pl. Wykorzystanie mapek i formularzy wygenerowanych z użyciem Kreatora Map Targeo jest bezpłatne, pod warunkiem wykorzystania wygenerowanego przez Kreator kodu. Dopuszczalne jest wprowadzenie drobnych zmian w wygenerowanym kodzie, ograniczonych do zmiany styli, rozmiaru, dodaniu ramki lub zmianie koloru tła, pod warunkiem, że nie wpłynie to na czytelność oznaczeń Producenta i Operatora ani na czytelność i działanie linków. Mapka i kod wygenerowany przez Targeo nie mogą być modyfikowane; niedozwolone jest zwłaszcza usuwanie lub zmiana oznaczeń Producenta i Operatora oraz zmiana wyglądu i zawartości linków.

8.6.4. Open Street Map

Inicjatywa Open Street Map tworzy i oferuje bezpłatne dane geograficzne, w tym mapy drogowe. Mapy może tworzyć ok. 350 tys. użytkowników, głównie uzupełniając treści map danymi z odbiorników GPS. Niestety, dokumentacja techniczna jest dostępna jedynie w języku angielskim i przeznaczona dla stosunkowo zaawansowanych programistów. Pomimo że Open Street Map stanowi zbiór wolnych danych, interfejs programistyczny (API) dla stron trzecich nie jest udostępniany bezpłatnie. Open Street Map nie oferuje możliwości wytyczania trasy pomiędzy lokalizacjami.

8.6.5. Do Celu

Serwis DoCelu.pl i usługa API udostępniane są użytkownikom Internetu przez portal Wirtualna Polska (www.wirtualnapolska.pl). Serwis oferuje do umieszczenia na własnej stronie internetowej gadżety w postaci okienek do tyczenia trasy przejazdu, wyszukiwanie POI, a także udostępnia API,



Ryc. 8.13. *Mapa turystyczna prezentowana przez RDLP w Gdańsku oparta na TatukGIS eLAS*

która umożliwia wyświetlanie mapy na stronie internetowej użytkownika oraz skonfigurowanie wybranych przez użytkownika funkcji mapy.

8.6.6. TatukGIS

Od wielu już lat RDLP Gdańsk prezentuje na swojej stronie (*http://mapa.gdansk.lasy.gov.pl/appMapa.aspx*) unikatową technologię internetowych serwisów mapowych firmy TatukGIS, w postaci mapy turystycznej. Można na niej znaleźć wiele praktycznych rozwiązań, takich jak pomiary odległości czy powierzchni, ale przede wszystkim pobieranie informacji (szlaków) w postaci GPX na odbiorniki GPS lub wydruki GeoTIFF i PDF kompozycji mapowych. Bez dużych nakładów finansowych i programistycznych można by wykorzystać znaną w lasach aplikację eLAS2 do szerszego, poza Internetem, wykorzystania na stronach internetowych LP.

Literatura

Adamczyk J., Będkowski K., 2007: *Metody cyfrowe w teledetekcji*. Wyd. SGGW, Warszawa (rozdz. 4.2).

Bęcek K., 2012: Najnowszy numeryczny obraz powierzchni Ziemi Model ASTER-2, Geodeta 2, s. 26–29 (rozdz. 3).

Bruchwald A., Dmyterko E., 2010: Metoda określania ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr. Leśne Prace Badawcze 2, s. 165–173 (rozdz. 6.2).

Bruchwald A., Dmyterko E., 2011: Zastosowanie modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr do oceny zagrożenia lasów nadleśnictwa. Sylwan 155(7), s. 459–471 (rozdz. 6.2).

Bruchwald A., Dmyterko E., 2012: Ryzyko powstawania szkód w drzewostanach poszczególnych nadleśnictw Polski. Sylwan 156(1), s. 19–27 (rozdz. 6.2).

Bychawski W., 1980: Zastosowanie lotniczych zdjęć spektrostrefowych do określania stref przemysłowego zagrożenia drzewostanów sosnowych. Prace IGiK, t. XXVII, z. 66 (rozdz. 4.2).

Bychawski W., Ciołkosz A., Iracka M., Zawiła-Niedźwiecki T., 1988: Doświadczenia OPOLiS w badaniach degradacji lasów za pomocą teledetekcji lotniczej i satelitarnej. Prace IGiK, t. XXXV, z. 81 (rozdz. 4.2).

Bychawski W., Iracka M., 1978: Określanie, na podstawie spektrostrefowych zdjęć lotniczych, stref zagrożenia przemysłowego drzewostanów sosnowych, będących pod wpływem szkodliwego działania zakładów przemysłowych. Prace IGiK, t. XXV, z. 59 (rozdz. 4.2).

Bychawski W., Iracka M., Mozgawa J., 1977: Wykorzystanie lotniczych zdjęć spektrostrefowych do badań uszkodzeń drzewostanów sosnowych. Prace IGiK, t. XXIV, z. 55 (rozdz. 4.2).

Bychawski W., Iracka M., Zawiła-Niedźwiecki T., 1984: Metoda określania zdrowotnego i sanitarnego stanu lasów na podstawie spektrostrefowych zdjęć lotniczych. Dokumentacja IGiK-OPOLiS (maszynopis) (rozdz. 4.2).

Choromański A., 2009: Metoda inwentaryzacji obiektów liniowych w lasach z wykorzystaniem wybranych narzędzi geomatycznych. SGGW, Warszawa (rozdz. 4.6).

Ciołkosz A., Iracka M., Zawiła-Niedźwiecki T., 1987: Monitoring of forest decline in Poland by remote sensing. Proceedings: Seminar on Remote Sensing and Forest Decline attributed to Air Pollutants, held in International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, 11–12 March. Compiled by S. Nilsson and P.N.Duinker. Published by Electric Power Research Institute Inc., Palo Alto, California, USA, 7.1–7.11 (rozdz. 4.2).

Ciołkosz A., Miszalski J., Olędzki J., 1999: Interpretacja zdjęć lotniczych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (rozdz. 4.2).

http://asterweb.jpl.nasa.gov/ (rozdz. 3) (15 sierpnia 2012).

http://gunthera.wordpress.com/2010/06/07/saga-i-qgis-tworzenie/ (rozdz. 3) (15 sierpnia 2012).

Iracka M., 1987: Barwne zdjęcia lotnicze w podczerwieni jako źródło informacji o stanie lasu. IGiK Warszawa (maszynopis) (rozdz. 4.2).

Iracka M., Zawiła-Niedźwiecki T., Wiśniewska E., 2000: Remotely sensed monitoring of forest decline in the Sudety Mountains – 1976–1999. [w:] Zawiła-Niedźwiecki T., Brach M. (red.): EUR 19530 – Remote Sensing and Forest Monitoring JRC/WAU/IUFRO Conference Proceedings. Office for Official Publications of the European Communities Luxembourg, s. 643–658 (rozdz. 4.2).

Jała Z., Cieślakiewicz D., 2004: Potencjalna erozja gleb w Karkonoskim Parku Narodowym. [w:] Štursa J., Mazurski K.R., Palucki A., Potocka J. (red.): Geoekologické problémy Krkonoš. Listopad 2003, Szklarska Poręba, Opera Corcontica 41, s. 66–73 (rozdz. 4.5).

Marasco J., 2006: Zarządzanie projektami informatycznymi. Helion, Gliwice (rozdz. 4.6).

Miścicki S., 2007: Urządzanie obrębu leśnego z wykorzystaniem zdjęć lotniczych. Temat wykonany na zlecenie DGLP (maszynopis dostępny w Wydziale Urządzania Lasu i Geoinformatyki DGLP, wersja cyfrowa dostępna na www.geomatyka.lasy.gov.pl) (rozdz. 4.2).

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu. Dz.U. z 2011 nr 263 poz. 1571 (rozdz. 4.1).

Szałata J., 2011: Wszystkie drogi leśniczego. Głos Lasu, nr 11, s. 18–19 (rozdz. 4.6).

Tomlinson R., 2008: Rozważania o GIS. ESRI Polska, Warszawa (rozdz. 4.6).

Troll M., Sitko I., Jaśkowiec B., 2012: Prezentacja dla studentów studiów UNIGIS: „Pozyskiwanie danych do badań środowiska przyrodniczego (dane teledetekcyjne) cz. 2". Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Kartografii i Teledetekcji, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków (rozdz. 3).

Wiśniewska E., 2006: Badanie możliwości półautomatycznej aktualizacji bazy danych Corine Land Cover z wykorzystaniem wybranych zdjęć satelitarnych. Raport z realizacji tematu statutowego Instytutu Geodezji i Kartografii o numerze S/06–5 (rozdz. 4.2).

Wytyczne techniczne K-2.7: Sporządzanie fotogrametrycznych zdjęć lotniczych, 1981, Główny Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa (rozdz. 4.1).

Zajączkowski G., Wężyk P., 2004: Ocena i weryfikacja nowych sposobów pozyskiwania informacji z zakresu inwentaryzacji lasu do planu urządzania lasu oraz SILP. Dokumentacja IBL wykonana na zlecenie DGLP (maszynopis dostępny w Wydziale Urządzania Lasu i Geoinformatyki DGLP oraz w IBL, wersja cyfrowa dostępna na www.geomatyka.lasy.gov.pl) (rozdz. 4.3, 4.4).

Zajączkowski G., Wężyk P., 2007: Wykorzystanie zobrazowań hiperspektralnych w leśnictwie europejskim i światowym. Załącznik 5 do opracowania „Ocena przydatności skaningu laserowego oraz cyfrowych obrazów multi- i hiperspektralnych do określania miąższości drzewostanów". BLP 302 na zlecenie DGLP (maszynopis dostępny w Wydziale Urządzania Lasu i Geoinformatyki DGLP oraz w IBL, wersja cyfrowa dostępna na www.geomatyka.lasy.gov.pl) (rozdz. 4.2).

Zasady wykonywania ortofotomapy w skali 1:10 000. Wytyczne techniczne, 2000. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa (rozdz. 4.1).

Zawiła-Niedźwiecki T., 1994: Ocena stanu lasy w ekosystemach zagrożonych z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych i systemu informacji przestrzennej. Prace IGiK, t. XLI, z. 90 (rozdz. 4.2).

Zawiła-Niedźwiecki T., Iracka M., Wiśniewska E., 2001: Teledetekcja jako narzędzie monitorowania lasów pozostających pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych. IV Krajowe Sympozjum „Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe", Kórnik 29 maja–1 czerwca 2001 (rozdz. 4.2).

Zawiła-Niedźwiecki T., Zasada M. (red.), 2008: Techniki geomatyczne w inwentaryzacji lasu – potrzeby i możliwości. Wydawnictwo SGGW, Warszawa (rozdz. 4.2).

Zawiła-Niedźwiecki T. i inni, 2009: Raport z realizacji tematu „Opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi". Temat wykonany na zlecenie DGLP (maszynopis dostępny w Wydziale Urządzania Lasu i Geoinformatyki DGLP, wersja cyfrowa dostępna na www.geomatyka.lasy.gov.pl) (rozdz. 4.2).

Leksykon terminów geomatycznych stosowanych w Lasach Państwowych

Zestawił
KRZYSZTOF OKŁA

Terminy zostały zdefiniowane na bazie słownika GIS *Definicje, pojęcia, określenia,* zamieszczonego w publikacji „System informacji przestrzennej w Lasach Państwowych. Podręcznik użytkownika Leśnej Mapy Numerycznej", wydanej w 2000 r. staraniem Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych. Autorzy poprawili i uzupełnili definicje przede wszystkim na podstawie informacji podanych w opracowaniu „Geomatyka w Lasach Państwowych. Część I – Podstawy", wydanym w 2010 r. przez Centrum Informatyczne Lasów Państwowych na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.

Autorzy definicji
Joanna Adamczyk – SGGW, Wydział Leśny
Radomir Bałazy – Nadleśnictwo Świeradów
Krzysztof Będkowski – SGGW, Wydział Leśny
Michał Brach – SGGW, Wydział Leśny
Andrzej Choromański – GeoInvent sp. z o.o.
Tomasz Grzegorzewicz – DGLP
Grażyna Kamińska – SGGW, Wydział Leśny
Włodzimierz Karaszkiewicz – SGGW, Wydział Leśny
Adam Konieczny – Taxus SI sp. z o.o.
Dariusz Korpetta – SGGW, Wydział Leśny
Jerzy Mozgawa – SGGW, Wydział Leśny
Maria Mozolewska-Adamczyk – CILP
Bożydar Neroj – BULiGL, Zarząd
Krzysztof Okła – DGLP
Heronim Olenderek – SGGW, Wydział Leśny
Tomasz Olenderek – SGGW, Wydział Leśny
Adam Pajda – BULiGL, Oddz. w Przemyślu
Edward Piekarski – SGGW, Wydział Leśny
Wieńczysław Plutecki – Taxus SI sp. z o.o.
Jacek Prengel – Nadleśnictwo Starogard
Roman Smoliński – Taxus SI sp. z o.o.
Krystyna Stankiewicz – Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania

Jolanta Starzycka – DGLP
Paweł Strzeliński – UP w Poznaniu, Wydział Leśny
Andrzej Talarczyk – BULiGL, Zarząd
Konrad Tomaszewski – ORWLP w Bedoniu
Wiktor Tracz – SGGW, Wydział Leśny
Piotr Wężyk – UR w Krakowie, Wydział Leśny
Emilia Wiśniewska – DGLP
Roman Wójcik – SGGW, Wydział Leśny
Tomasz Zawiła-Niedźwiecki – Instytut Badawczy Leśnictwa

/Ustawa prawo geodezyjne…/ – Ustawa prawo geodezyjne i kartograficzne z dnia 17 maja 1989 r. (tekst jednolity z dnia 8 października 2010 r.)
/Ustawa IIP…/ – Ustawa o infrastrukturze informacji przestrzennej z dnia 4 marca 2010 r.
/Rozporządzenie…/ – rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu

LEGENDA

atrybut – hasło będące obiektem definicji, pojęcia, określenia, skrótu
/*K. Okła*/ – autor definicji objaśniającej atrybut (hasło)
patrz: – pojęcie objaśnione przy przywołanym haśle

aerotriangulacja

Pomiary na zdjęciach lotniczych elementów orientacji zewnętrznej (współrzędnych środków rzutów i kątów nachylenia terenu), wykonywane najczęściej z podpikselową dokładnością pomiaru współrzędnych tłowych oraz wykorzystaniem mechanizmu automatycznej lub półautomatycznej korelacji obrazów. /*K. Okła*/

agregacja

Uogólnianie szeregu danych rozproszonych, polegające na ich pogrupowaniu i przypisaniu do mniejszej liczby reprezentujących je obiektów. Dochodzenie od szczegółu do ogółu. Zwykle w procesie agregacji następuje koncentracja cech właściwych wszystkim agregowanym obiektom, a pomija się cechy różniące je. W praktyce Lasów Państwowych stosowana jest do grupowania danych pozyskanych na poziomie nadleśnictwa w celu wykorzystywania ich na wyższych szczeblach zarządzania. /*K. Okła*/

aktualizacja leśnej mapy numerycznej

Proces, który ma na celu przystosowanie bazy geometrycznej do zmian przestrzennych, jakie zaszły w nadleśnictwie od czasu jej powstania lub wprowadzenia ostatnich poprawek do chwili obecnej. Zmiany takie mogą być następstwem prowadzenia planowej gospodarki leśnej, działania czynników biotycznych i abiotycznych (zwykle o charakterze klęski, tj. gradacje, pożary), zmian stanu

posiadania nadleśnictwa itp. Aktualizacja bazy geometrycznej powinna być prowadzona łącznie z aktualizacją powiązanej z nią bazy opisowej. Dla LMN bazą taką jest System Informatyczny Lasów Państwowych (SILP). Gdy obie bazy, LMN i SILP, są synchronicznie aktualizowane, można mówić o procesie aktualizacji systemu informacji przestrzennej dla nadleśnictwa. /*T. Grzegorzewicz*/

algebra mapowa
Sposób manipulowania danymi w analizach rastrowych definiowany w postaci prostej reguły matematycznej (algebraicznej) wskazującej rodzaj operacji wykonywanej na macierzach rastra. Przykłady analiz wykonywanych w ramach algebry mapowej to: dodawanie stałej do macierzy rastra (dodanie lub przemnożenie wartości przechowywanych przez piksele rastra przez skalar, czyli stałą wartość), działania algebraiczne na macierzach (wykonywanie operacji algebraicznych na dwu lub wielu warstwach), tabele krzyżowe (przecięcie wartości z dwu warstw dające nową warstwę zawierającą unikalne kombinacje). /*J. Adamczyk, A. Konieczny*/

almanach – *patrz:* depesza satelitarna

ALS – *patrz:* lidar lotniczy – ALS

anaglif
Zestaw dwóch zdjęć lotniczych lub scen satelitarnych wykonanych z lekkim poziomym przesunięciem i tworzących stereoparę, które oglądane za pomocą specjalnych okularów mających dwa różnokolorowe filtry (np. dla jednego oka czerwony, a dla drugiego – zielony) dają efekt stereoskopowy (złudzenie przestrzeni trójwymiarowej). /*K. Okła*/

analiza pionowa
Porównanie procesów zachodzących pomiędzy atrybutami zapisanymi w różnych warstwach informacyjnych. /*J. Adamczyk, A. Konieczny*/

analiza pozioma
Porównanie procesów zachodzących pomiędzy atrybutami zapisanymi w jednej warstwie informacyjnej; najczęściej stosowana w celach opisowych, czyli uzyskiwania odpowiedzi na najbardziej podstawowe pytania dotyczące rodzaju, lokalizacji i liczby obiektów. Należą do niej metody pozwalające na: wyszukiwanie obiektów (po ich atrybutach lub lokalizacji przestrzennej), obliczanie wymiarów przestrzennych obiektów (powierzchnia, obwód, odległość i inne), buforowanie (w celu określenia np. stref oddziaływania obiektu). /*J. Adamczyk, A. Konieczny*/

analiza przestrzenna
Operacje mające na celu zbadanie i interpretację danych, prowadzące do wydobycia lub stworzenia nowych informacji spełniających określone warunki przestrzenne. Obejmuje także takie funkcje, jak nakładanie się określonych

informacji w granicach obiektu czy tworzenie buforów, oraz takie pojęcia, jak: zawieranie się, przecinanie, stykanie. Do analiz przestrzennych należy zaliczyć również badanie dynamiki zjawisk przyrodniczych, czyli ocenę zmian w czasie. /*R. Wójcik*/

analiza rastrowa

Zestaw operacji stosowanych na pikselach jednego lub więcej obrazów, najczęściej kojarzonych z filtrowaniem lub algebrą map, będących zastosowaniem prostych reguł, na podstawie których powstaje nowa reprezentacja przestrzenna. /*J. Adamczyk, A. Konieczny*/

analiza sieciowa

Zestaw funkcji działających na wektorowych topologicznych obiektach liniowych będących elementami komunikacyjnymi mapy. Służy do badania właściwości sieci, utworzonych przez człowieka lub naturalnych, w celu zrozumienia przepływów w nich zachodzących oraz przeprowadzenia analiz lokalizacji. Analizy sieciowe umożliwiają najczęściej wybór najkrótszej lub najszybszej drogi przejazdu pojazdu o zadanych parametrach pomiędzy dwoma lub wieloma punktami mapy po drogach spełniających określone kryteria. /*A. Konieczny, K. Okła*/

analiza teledetekcyjna; interpretacja obrazu

Proces wyciągania wniosków z informacji uzyskanych ze zdjęć lotniczych i zobrazowań satelitarnych. Powinna być dokonywana na zdjęciach barwnych, ponieważ oko ludzkie jest zdolne rozróżnić zaledwie 20–30 tonów szarości, ale aż ponad 20 tys. barw. Kompozycje barwne mogą przedstawiać obraz w barwach rzeczywistych lub umownych. Barwy rzeczywiste kompozycji uzyskuje się, naświetlając kanały niebieski, zielony i czerwony odpowiednio barwami: niebieską, zieloną i czerwoną. Gdy w skład kompozycji wchodzi któryś z kanałów niewidzialnych dla oka, naświetlając go jedną z barw podstawowych (na ogół czerwienią), nadaje się mu barwę nienaturalną, a co za tym idzie, kompozycja będzie przedstawiała obiekty na powierzchni Ziemi w barwach nienaturalnych (umownych). /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

aplikacja użytkowa leśnej mapy numerycznej

Moduł lub nakładka programu GIS dedykowane dla leśnej mapy numerycznej i bazujące na jej standardzie. Aplikacje użytkowe ułatwiają generowanie map tematycznych i raportów, umożliwiają edycję mapy i prowadzenie analiz przestrzennych oraz innych czynności związanych z eksploatacją mapy numerycznej. Aplikacje użytkowe musi wyróżniać przyjazny interfejs użytkownika, czyli powinny być łatwe w obsłudze, nawet dla personelu, który nie został dostatecznie przeszkolony z zakresu SIP. Powinny one być wyposażone w zestaw funkcji potrzebnych na danym stanowisku pracy (wykonywanie określonych map tematycznych, zestawień, wykresów oraz specjalistycznych analiz). /*A. Konieczny, K. Okła*/

ASG-EUPOS (akronim: **A**ktywna **S**ieć **G**eodezyjna – **EU**ropean **PO**sition Determinantion **S**ystem)

Działająca w Polsce od czerwca 2008 r. część europejskiego systemu stacji referencyjnych EUPOS, służącego do precyzyjnego generowania i wysyłania do odbiorców poprawionego sygnału GNSS. System pozwala na zwiększenie dokładności pozycji mierzonej za pomocą odbiorników GPS/GLONASS zarówno w postprocessingu, jak i w czasie rzeczywistym. ASG-EUPOS bazuje na sieci ponad 120 stacji permanentnych. Stacje rozmieszczone są w odległości około 70 km od siebie i zlokalizowane najczęściej na budynkach instytucji naukowych, administracji państwowej i samorządowej oraz w ośrodkach dokumentacji geodezyjno-kartograficznej na obszarze Polski. Do pomiarów wykorzystywane są też przygraniczne stacje referencyjne sąsiadujących państw UE. W połowie 2011 r. system obejmował: 81 stacji krajowych z modułem GPS, 18 stacji krajowych z modułem GPS/GLONASS i 22 stacje zagraniczne. /*K. Okła, M. Brach*/

ASTER2 (akronim z ang.: **A**dvanced **S**paceborne **T**hermal **E**mission and **R**eflection Radiometer)

Satelita zbierający dane za pośrednictwem światła widzialnego i bliskiej podczerwieni. Z obrazów pozyskanych w 2010 r. zbudowano dość dokładny globalny model terenu. /*R. Bałazy*/

atrybut

Dana charakteryzująca obiekt geometryczny przypisana bezpośrednio do tego obiektu na etapie definiowania struktury danych, stanowiąca integralny elementem geometrii i poddająca się zwykle modyfikacji wraz z edycją obiektów geometrycznych. Taka formuła dotyczy małego zestawu atrybutów, związanych bezpośrednio z opisywanym obiektem, takich jak: nazwa, kod obiektu, identyfikator numeryczny, dane topologiczne obiektu, charakterystyka pola, w jakim obiekt jest przechowywany. W praktyce każdy z trzech podstawowych komponentów geograficznej bazy danych (tj. lokalizacja przestrzenna, lokalizacja topologiczna oraz atrybuty) występuje w postaci odrębnych tablic (lub plików) i łączy je tylko identyfikator. /*A. Konieczny*/

autokorelacja przestrzenna – *patrz:* korelacja przestrzenna

autonumer – *patrz:* klucz w bazie danych

baza danych

Zbiór uporządkowanych w określony sposób informacji, mający określoną strukturę wewnętrzną definiującą sposób, znaczenie i sens zawartych informacji. Dostęp do żądanej informacji odbywa się za pośrednictwem wyspecjalizowanych programów. Bazy danych w SIP to cyfrowy zapis informacji. Rozróżniamy w nim: relacyjny model danych, hierarchiczny model danych, sieciowy model danych oraz obiektowe bazy danych. /*A. Konieczny, K. Okła*/

Baza Danych Ogólnogeograficznych – BDO

Baza danych opracowana na zlecenie Głównego Geodety Kraju, w której wykorzystano bazę VMap poziomu 1 oraz zgromadzono dane odpowiadające poziomowi szczegółowości tradycyjnych map ogólnogeograficznych w skali 1:250 000. Poprzez generalizację stopnia podstawowego tworzone są stopnie szczegółowości odpowiadające skalom: 1:500 000, 1:1 000 000 i 1:4 000 000. Główną funkcją BDO jest integracja informacji z baz danych krajowych instytucji, obejmujących zasięgiem obszar całego kraju. /*H. Olenderek za: Wytyczne Techniczne Baza Danych Topograficznych, GUGiK 2003*/

Baza Danych Topograficznych – TBD

Baza danych rozumiana jako jednolity pod względem modelu pojęciowego urzędowy, ogólnokrajowy system gromadzenia i udostępniania danych topograficznych, na który poza danymi składa się odpowiedni system finansowania, organizacja, narzędzia informatyczne oraz niezbędne instrukcje i wytyczne techniczne. Składa się z baz: TOPO – wektorowa baza danych topograficznych, tworzona z wykorzystaniem technologii GIS, NMT – sekcyjna baza numerycznego modelu terenu, ORTOFOTO – sekcyjna baza ortofotomapy. Treść TBD to: hydrografia, drogi, koleje, uzbrojenie terenu, roślinność, zabudowa, granice jednostek podziału terytorialnego kraju, rzeźba. Prace nad TBD trwają od 2003 r. Szczegółowość bazy danych odpowiada skali 1:10 000. /*H. Olenderek*/

baza geometryczna; geograficzna baza danych

Cyfrowe odzwierciedlenie mapy, tzn. każdy obiekt na mapie jest zakodowany w postaci zbioru znaków i cyfr. Obiekty punktowe, liniowe i powierzchniowe prezentowane na mapie mają, oprócz określonych współrzędnych definiujących ich lokalizację i kształt, pewne cechy opisowe, jakościowe i ilościowe, określane mianem atrybutów. /*A. Konieczny*/

baza opisowa, dane opisowe

Uporządkowany zbiór informacji, w formie tabelarycznej lub tekstowej, opisującej zinwentaryzowany stan rzeczy lub zjawisk. W rozumieniu SIP często bywa podstawą do generowania map tematycznych. /*K. Okła*/

BDO – *patrz:* Baza Danych Ogólnogeograficznych – BDO

bezzałogowe środki latające – BSL

Są to śmigłowce, samoloty i inne platformy (np. balony, sterowce), których lot jest kontrolowany ze stanowiska naziemnego. Mogą się różnić wieloma parametrami i mieć różnorodne zastosowania. W zależności od modelu loty wykonuje się na niskich pułapach (np. 150–200 m), a także na bardzo wysokich (powyżej 15 km). BSL można wykorzystywać jako nośniki kamer i rejestrować zdjęcia oraz filmy z trasy przelotu. /E. Wiśniewska/

bitmapa – *patrz:* model rastrowy, raster

błędy pomiarowe

Niedokładności charakteryzujące wszystkie pomiary, mające źródła w niedoskonałości ludzkich zmysłów, instrumentów pomiarowych i w niekorzystnym wpływie środowiska. Dzielą się na: grube, systematyczne i przypadkowe. Błędy grube (inaczej pomyłki), których źródłem jest zawsze obserwator, dotyczą wartości znacznie odstających od mierzonej wielkości i powinny być usuwane z pomiarów. Błędy systematyczne powodują przesunięcie wszystkich wykonanych obserwacji (pomiarów) o stałą wartość i znak, a można je wyeliminować przez właściwą rektyfikację instrumentów, stosowanie odpowiedniej procedury obserwacyjnej lub na drodze rachunkowej. Niedokładności, które pozostają po wyeliminowaniu błędów grubych i systematycznych, to błędy przypadkowe, których usunięcie z pomiaru nie jest możliwe, chociaż można zminimalizować ich wpływ przez wykonanie dodatkowych obserwacji i wyrównanie. /*G. Kamińska*/

BSL – *patrz:* bezzałogowe środki latające

buforowanie

Wyznaczanie obszaru w zadanej odległości od buforowanego obiektu. Jest to funkcja analizy przestrzennej, tworząca nowe obiekty, zapisywane jako poligony. /*R. Wójcik, K. Okła*/

CAD (akronim z ang.: **C**omputer **A**ided **D**esign)

System grafiki komputerowej przeznaczony do tworzenia i modyfikowania rysunków technicznych. Mniej przydatny w kartografii cyfrowej, której jednak jest pierwowzorem. /*K. Okła*/

cechy mapy numerycznej

Po wydrukowaniu ma wszystkie zalety tradycyjnych map, a w postaci elektronicznej służy również do: wiernego przechowywania danych z zachowaniem dokładności pomiarów, wykonywania różnorodnych opracowań tematycznych, przedstawiania danych zaczerpniętych z opisowej bazy danych, wykonywania analiz przestrzennych, automatycznego wyliczenia długości odcinków i powierzchni wieloboków oraz odległości pomiędzy dowolnymi punktami. Poddaje się procesowi aktualizacji. /*T. Grzegorzewicz*/

centroid

Punkt określający geometryczny środek obiektu lub zbioru obiektów. Jego położenie w obiektach leśnej mapy numerycznej ma znaczenie głównie przy tworzeniu etykiet, a w niektórych przypadkach jest elementem wiążącym obiekt z informacją opisową. /*R. Smoliński*/

ciągłość przestrzenna

W geostatystyce w każdym punkcie na obszarze występowania dana cecha obiektu lub zjawiska ma jakąś wartość, ale (z powodów najczęściej ekonomicz-

nych) nie można dokonać pomiaru cechy ciągłej we wszystkich miejscach jej występowania, a jedynie w skończonej, niewielkiej liczbie punktów. Dostępność wartości cechy w określonych punktach pomiarowych daje możliwość oszacowania wartości cechy w pozostałych punktach obszaru. Oszacowanie najczęściej realizuje się za pomocą specjalnych, tzw. probabilistycznych metod interpolacji, których dostarcza geostatystyka. /*W. Tracz*/

CMYK (akronim z ang.: **C**yan, **M**agenta, **Y**ellow, Blac**k**)
Sposób opisu barwy obrazów cyfrowych używany najczęściej w druku (gdzie najważniejszą rolę odgrywa pochłanianie światła przez farbę drukarską), polegający na podaniu liczbowego natężenia każdego z czterech podstawowych kolorów: niebiesko-zielony (**C** – z ang.: *cyan)*, czerwono-niebieski (**M** – z ang.: *magenta*), blada żółć (**Y** – z ang.: *yellow*), niezbyt głęboka czerń (z ang.: *black* – oznaczona literą **K** dla odróżnienia od *blue* – niebieski w systemie RBG), zgodnie z zasadą przyporządkowania liczbowej wartości piksela do jasności jednego z tych czterech kolorów podstawowych. Wartości poszczególnych składowych są znormalizowane i przypisywane do odcieni danej barwy na zasadzie kombinacji. /*K. Okła*/

cross-kowariancja
Geostatystyczna procedura określenia zależności przestrzennej pomiędzy dwiema cechami. Jest miarą podobieństwa wartości dwu zmiennych zregionalizowanych (opisujących dwie analizowane cechy), występujących w określonej odległości od siebie. Może być przydatna do analizowania zmienności przestrzennej cechy głównej z wykorzystaniem innej, skorelowanej z nią cechy pomocniczej. /*W. Tracz*/

cyfrowy obraz teledetekcyjny
Typ danych przestrzennych bazujących na formie rastra. Każdy piksel zawiera informację o odbitym lub emitowanym od obiektów terenowych promieniowaniu elektromagnetycznym. Informacja przestrzenna w obrazie jest zawarta w pikselach. Cyfrową reprezentacją obrazu jest plik o określonym formacie. Cyfrowe obrazy teledetekcyjne informują zwykle o własnościach odbiciowych lub emisyjnych obiektów w różnych zakresach promieniowania elektromagnetycznego. /*J. Mozgawa*/

czas
Czwarty (obok współrzędnych *x, y, z*) element systemu informacji przestrzennej umożliwiający analizę porównawczą danych przestrzennych w zadanym przedziale czasowym. /*K. Okła*/

dane; informacje
Dowolne informacje zapisane cyfrowo i przetwarzane przez komputer; w rozumieniu GIS – zgrupowane i uporządkowane w sposób pozwalający na przypisanie ich do bazy danych opisowych lub geometrycznych. /*K. Okła*/

dane geometryczne – *patrz:* dane przestrzenne

dane obrazowe
Cyfrowo przedstawiony obraz terenu poddający się obróbce komputerowej oraz analizom przestrzennym. /*K. Okła*/

dane opisowe – *patrz:* baza opisowa

dane przestrzenne; dane geometryczne
Wszelkie informacje mające odniesienie bezpośrednie lub pośrednie do dowolnego terenu, mogące zostać zlokalizowane współrzędnymi *X*, *Y* i opcjonalnie *Z*. /*K. Okła*/

dane referencyjne
Dane kontrolne, za pomocą których sprawdza się dokładność danych pozyskanych mniej dokładnymi metodami, np. wyniki pomiaru terenowego konfrontowane z danymi pozyskanymi ze zdjęć lotniczych lub satelitarnych. /*K. Okła*/

DEM – *patrz:* Numeryczny Model Terenu

depesza satelitarna (nawigacyjna)
Zbiór informacji zawartych w kodach satelitów nawigacyjnych GNSS dotyczących aktualnego stanu segmentu satelitarnego i przybliżonej lokalizacji satelitów (**almanach**). Zawiera szczegółowe dane orbitalne każdego z satelitów niezbędne do wyznaczenia czasu i pozycji (**efemeryda**). Jest aktualizowana co cztery godziny. Uzupełniającym elementem jest kąt zawarty między horyzontem a lokalizacją satelity (**elewacja**). /*M. Brach*/

deseń – *patrz:* szrafura

DGPS (akronim z ang.: **D**ifferential **G**lobal **P**ositioning **S**ystem); **korekcja różnicowa**
Różnicowa metoda pomiaru polegająca na odbieraniu informacji generowanych przez stacje referencyjne umieszczone na punktach o znanych współrzędnych. Dysponując obserwacjami z dwóch odbiorników i z tego samego czasu, możliwe jest wyznaczenie między nimi poprawnego wektora odległości. Po dodaniu go do punktu referencyjnego o dokładnie obliczonych współrzędnych uzyskuje się właściwe wartości dla nowo rejestrowanych punktów. Pozyskane dane, zwane poprawką korekcyjną, dostarczają wartość, o jaką należy skorygować rejestrowane obserwacje. Technika DGPS pozwala na redukcje błędów związanych z opóźnieniem jonosferycznym i troposferycznym, niedokładnością efemeryd, celowym zafałszowaniem sygnału oraz błędami czasu, a także umożliwia lepsze wpasowanie wyników pomiarów w lokalne układy współrzędnych, zredukowanie błędu pomiaru współrzędnych do kilku centymetrów dla odbiorników klasy geodezyjnej. Dzięki niej można zwiększyć dokładność pozycji mierzonej za pomocą odbiorników GPS/GLONASS zarówno w **postprocessingu** (za pomocą

specjalnego oprogramowania, w ramach kameralnego opracowywania danych po wykonanych pomiarach), jak i w czasie rzeczywistym. /*M. Brach*/

diagram
Forma graficznej prezentacji wartości danych ilościowych. /*T. Olenderek*/

digimetr – *patrz:* digitizer

digitalizacja
Proces zamiany analogowej postaci mapy na postać numeryczną, odbywający się najczęściej przy użyciu digitizera lub metodą wektoryzacji na ekranie komputera. Wyróżnia się manualną, półautomatyczną i automatyczną. Digitalizowane powinny być oryginały map. Odbitki ksero, ozalidy itp. nie są materiałami kartometrycznymi i powinny być wykluczone jako podstawowy materiał źródłowy do pozyskiwania danych geometrycznych. /*D. Korpetta*/

digitizer, digimetr, stół digitizerski
Narzędzie do manualnej digitalizacji w postaci specjalnego stołu z aktywnym elektronicznym blatem wytwarzającym pole elektromagnetyczne lub wyposażonym w konstrukcję ze sztywnymi ramionami, na którym umieszczona jest mapa analogowa lub inny rysunek rastrowy (np. zdjęcie lotnicze). W komplecie znajduje się też charakterystyczna mysz (kursor) z celownikiem. Urządzenie odczytuje i zapisuje współrzędne punktów wskazywanych przez celownik. /*K. Okła*/

długość geodezyjna
Kąt dwuścienny pomiędzy płaszczyzną zawierającą południk zerowy elipsoidy a płaszczyzną zawierającą południk wyznaczanego punktu elipsoidy. /*W. Karaszkiewicz*/

długość geograficzna
Kąt dwuścienny pomiędzy płaszczyzną południka zerowego (przechodzącego przez obserwatorium astronomiczne w Greenwich) a płaszczyzną zawierającą południk przechodzący przez dany punkt na powierzchni Ziemi, oznaczany symbolem λ. /*K. Okła*/

dokładność danych przestrzennych
Stopień zbliżenia do wielkości prawdziwej danych opisujących położenie obiektów przestrzennych (dokładność współrzędnych), a także prawidłowość określenia wartości atrybutów (dokładność atrybutowa), aktualność danych (dokładność czasowa) i wierność odtworzenia przestrzeni (dokładność semantyczna). /*G. Kamińska*/

DOP (akronim z ang.: **D**ilution **o**f **P**recision)
Zestaw parametrów opisywanych wartością liczbową określających wpływ geometrii konstelacji satelitów na nieboskłonie na wyznaczanie pozycji w systemie

GPS. Dokładność wyznaczania współrzędnych *X, Y, Z* jest ściśle związana ze wszystkimi opisywanymi czynnikami i wprost proporcjonalna do wartości DOP. Im mniejsza (ale większa od zera) wartość parametru, tym pomiar jest dokładniejszy. Rozróżnia się następujące rodzaje DOP:
- **GDOP** (akronim z ang.: **G**eometric **DOP**) – geometryczne rozmycie dokładności opisujące wpływ konstelacji satelitów na współrzędne *X, Y, Z* oraz pomiar czasu;
- **HDOP** (akronim z ang.: **H**orizontal **DOP**) – poziome rozmycie dokładności opisujące wpływ konstelacji satelitów na współrzędne *X, Y*;
- **PDOP** (akronim z ang.: **P**ositional **DOP**) – trójwymiarowe rozmycie dokładności opisujące wpływ konstelacji satelitów na współrzędne *X, Y, Z* – wartość najczęściej interpretowana przez użytkowników;
- **TDOP** (akronim z ang.: **T**ime **DOP**) – wpływ konstelacji satelitów na błędy czasu;
- **VDOP** (akronim z ang.: **V**ertical **DOP**) – pionowe rozmycie dokładności opisujące wpływ konstelacji satelitów na współrzędną *Z*. /*M. Brach*/

dpi (akronim z ang.: ***d**ots **p**er **i**nch*)
Rozdzielczość obrazów rastrowych przyjmowana jako liczba pikseli na cal. /*K. Okła*/

drogomierz – *patrz:* odometr

DSM – *patrz:* Numeryczny Model Pokrycia Terenu

DTM – *patrz:* Numeryczny Model Terenu

Dyrektywa INSPIRE – *patrz:* INSPIRE

edycja mapy
Dodawanie, usuwanie lub zmiana geometrii obiektów oraz położenia i treści informacji opisowych. /*R. Smoliński*/

efekt stereoskopowy
Wrażenie widzenia plastycznego modelu terenu (przestrzeni trójwymiarowej) poprzez dostarczenie do mózgu informacji z dwóch obrazów widzianych z perspektywy lewego i prawego oka. Mózg interpretuje je jako jeden obraz przestrzenny, jakby był widziany przez jedno „trójwymiarowe" oko umieszczone u nasady nosa. /*K. Okła*/

efemeryda – *patrz:* depesza satelitarna

eksploatacja leśnej mapy numerycznej
Proces użytkowania leśnej mapy numerycznej o różnych szczeblach szczegółowości, polegający na generowaniu map i raportów oraz prowadzeniu analiz i sy-

mulacji przestrzennych użytecznych w zarządzaniu przedstawianymi na niej obszarami leśnymi. /*K. Okła*/

ekspozycja – *patrz:* wystawa terenu

ekwidystanty

Linie łączące na mapie punkty jednakowo odległe od danego punktu lub linii. /*T. Olenderek, W. Karaszkiewicz*/

elementy obrazu satelitarnego

W procesie rozpoznawania obiektów na obrazach satelitarnych wykorzystuje się następujących czynniki:

– ton – odnosi się do jasności lub barwy zobrazowanych obiektów i jest podstawowym elementem ich rozpoznawania, pozwalającym rozróżnić także kształty, teksturę i wzór (deseń);
– kształt – regularne kształty nie występują naturalnie, ale są związane z działalnością człowieka (linie kolejowe, drogi, zabudowania), nieregularne zaś (linia brzegowa, oryginalna granica polno-leśna wraz z ekotonem) są dziełem natury;
– wielkość – pozwala definiować typy obiektów i ich wzajemne relacje przestrzenne;
– wzór/deseń – mówi o rozmieszczeniu obiektów i ich wzajemnych relacjach przestrzennych, pozwala je zidentyfikować, (np. wzór tworzony przez poszczególne drzewostany pozwala wnioskować o gospodarce leśnej na danym obszarze);
– tekstura – odnosi się do rozmieszczenia i powtarzalności określonych tonów na obrazie. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

elewacja – *patrz:* depesza satelitarna

elipsoida obrotowa; sferoida ziemska

Powierzchnia powstała w wyniku obrócenia elipsy wokół osi biegunowej (krótszej). Wprowadzona w miejsce geoidy, jako powierzchnia zastępcza, gdyż ze względu na różnorodność mas otaczających geoidę oraz ich wpływ na jej przebieg w danym obszarze, określenie matematyczne powierzchni geoidy (wyznaczenie jej równania matematycznego) jest niemożliwe, a jest wymaganym warunkiem w zagadnieniach odwzorowań kartograficznych. W celu zminimalizowania zniekształceń obrazu rzeczywistego wymiary i kształt elipsoidy są tak dobierane, aby na danym obszarze powierzchnia elipsoidy najlepiej przylegała do powierzchni geoidy. /*W. Karaszkiewicz*/

encja

Pojęcie z teorii baz danych oznaczające wszystkie bazodanowe elementy istniejące i wyobrażalne. Encje tego samego typu tworzą zbiory, które mogą stanowić

zawartość bazy danych. Encja może oznaczać zarówno wydzielenie, jak i piętro drzewostanu czy gatunek w piętrze. Każdą encję charakteryzuje zestaw atrybutów. /*A. Konieczny*/

ESRI (akronim z ang.: ***E**nvironmental **S**ystems **R**esearch **I**nstitute*)
Instytut Badań Systemów Środowiskowych, utworzony w 1969 r. w Redlands, w Kalifornii, pionierski pod względem tworzenia użytkowego oprogramowania GIS. /*H. Olenderek*/

etykiety
Napisy przypisane do obiektów graficznych tworzone na podstawie tabeli atrybutów. /*K. Okła, R. Smoliński*/

ewidencja gruntów i budynków – EGiB; kataster nieruchomości
Jednolity dla kraju, systematycznie aktualizowany zbiór informacji o gruntach, budynkach i lokalach, ich właścicielach oraz innych osobach fizycznych i prawnych władających tymi gruntami, budynkami i lokalami. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

ewidencja sieci uzbrojenia terenu
Uporządkowany zbiór danych przestrzennych i opisowych sieci uzbrojenia terenu, a także informacje o podmiotach władających siecią. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

filtracje obrazów cyfrowych
Procedury teledetekcyjne wielopikselowego przetwarzania obrazów cyfrowych. Działają w kierunku uczytelnienia szczegółów, wzmocnienia lub osłabienia wyrazistości elementów liniowych w obrazie oraz osłabienia zakłóceń radiometrycznych. /*J. Mozgawa*/

format danych
Ściśle ustalony sposób zapisu na dysku komputera konkretnego typu informacji, a przy plikach mapowych – dodatkowo – w określonym odwzorowaniu. Każdy program zapisuje pliki we własnym formacie. Plik może zostać odczytany w programie innym niż został utworzony po poddaniu go konwersji, a przy zmianie odwzorowania – transformacji. /*K. Okła*/

formy prezentacji kartograficznej – *patrz:* prezentacje kartograficzne

fotografia hemisferyczna – *patrz:* zdjęcia hemisferyczne

fotografia lotnicza
Odwzorowanie na materiale światłoczułym lub na matrycy CCD geometrii rzeczywistego przedmiotu znajdującego się przed obiektywem aparatu fotograficzne-

go. W obrazowaniu lotniczym obiektem fotografowanym jest powierzchnia Ziemi, której obraz rejestrowany jest z wykorzystaniem kamery fotogrametrycznej (analogowej lub cyfrowej) umieszczonej na pokładzie samolotu dostosowanego do wykonywania lotów fotogrametrycznych. Obraz zarejestrowany kamerą fotogrametryczną jest rzutem środkowym fotografowanego przedmiotu. /*E. Wiśniewska*/

fotogrametria

Nauka zajmująca się odtwarzaniem – na podstawie zdjęć lotniczych – wymiarów obiektów terenowych. /*J. Mozgawa*/

fotointerpretacja

Proces uzyskiwania informacji ze zdjęć lotniczych, uzupełnionych informacjami uzyskanymi na gruncie, ułatwiającymi i zwiększającymi dokładność opracowań. Złożony proces psychologiczno-fizjologiczny, w którym dużą rolę odgrywa posiadana przez fotointerpretatora wiedza z dziedziny, na której użytek prowadzona jest fotointerpretacja. /*E. Piekarski*/

fotopunkty; polowa osnowa fotogrametryczna; punkty GCP (akronim z ang.: **G**round **C**ontrol **P**oints)

Zbiór punktów wyznaczonych do korekcji geometrycznej sceny zdjęcia lotniczego lub zobrazowania satelitarnego, o współrzędnych określonych z odpowiednią dokładnością, jednoznacznie identyfikowalnych w terenie i na zdjęciach. Jako fotopunkty wybiera się w pierwszej kolejności, jeżeli jest taka możliwość, punkty osnowy geodezyjnej. Często są to dobrze sfotografowane szczegóły sytuacyjne, których położenie ustala się po wykonaniu zdjęć, lub punkty pomierzone odbiornikami GPS, które nie dają na ogół wystarczającej dokładności w lesie. W lesie bardzo trudno znaleźć odpowiednie punkty naturalne, które są czytelne i widoczne na zdjęciach. Można bezpośrednio przed nalotem wykładać specjalne znaki namalowane białą farbą na dużych płaszczyznach (odpowiednie instrukcje określają kształt i wymiary znaków). Fotopunkty nie powinny znajdować się w jednej linii, ale trudno tego uniknąć, gdyż ich położenie wynika z prostoliniowego na ogół przebiegu linii podziału powierzchniowego. Często tylko jedna linia podziału powierzchniowego bywa wystarczająco dobrze widoczna (tzn. czytelne są znaki wyłożone na powierzchni terenu) na zdjęciach tworzących szereg zdjęć lotniczych. /*K. Okła, K. Będkowski*/

Galileo

Europejski satelitarny system globalnego wyznaczania pozycji, w trakcie budowy. W przeciwieństwie do amerykańskiego GPS i rosyjskiego GLONASS będzie użytkowany przez instytucje cywilne. Budowa systemu rozpoczęła się 19 lipca 1999 r. /*K. Okła, M. Brach*/

generalizacja mapy

Zmniejszanie szczegółowości mapy wynikające ze zmniejszenia jej skali, a w procesie edycji warstw mapy wektorowej – eliminacja niektórych węzłów z zastosowaniem zdefiniowanej selekcji. /*K. Okła*/

generowanie map

Skomponowanie mapy numerycznej z istniejących warstw, wyświetlenie jej na ekranie komputera oraz wydrukowanie lub wyplotowanie. /*K. Okła*/

geobaza; przestrzenna baza danych

Część generalnej bazy danych, w której przechowywane są zarówno dane o charakterze opisowym, jak i geometryczne, z wykorzystaniem zwykle relacyjno-obiektowego modelu danych. Jest to na ogół rozwiązanie rozbudowane, w którym jeden system zarządzania bazą udostępnia dane różnym aplikacjom, w tym obsługującym dane przestrzenne. Zdolność do przechowywania i operowania na obiektach geometrycznych wynika z rozszerzenia funkcjonalności DBMS o moduł określany jako geoDBMS. Zdecydowanie najlepsza forma integrowania danych opisowych z danymi geometrycznymi, ze względu na wydajność połączeń, możliwość utrzymania spójności i aktualności danych oraz wykorzystania jednolitych, zaawansowanych technologicznie mechanizmów zarządzania danymi w bazie – w odniesieniu do danych opisowych i geometrycznych. Rozwiązanie wdrożone w Lasach Państwowych w ramach projektu tzw. centralizacji baz danych. /*A. Konieczny*/

geodezja

Nauka o pomiarach przestrzennych Ziemi i wyznaczaniu dokładnego położenia punktów na powierzchni powłoki ziemskiej. /*K. Okła*/

geograficzna baza danych – *patrz:* baza geometryczna

geoida

Powierzchnia (w przybliżeniu), którą utworzyłyby wody mórz otwartych rozciągnięte pod lądami wirującej Ziemi, z uwzględnieniem sił grawitacyjnych otaczających je mas, niejednorodnych pod względem gęstości. /*W. Karaszkiewicz*/

geokod – *patrz:* klucz w bazie danych

geokodowanie

Przypisywanie rekordom bazy danych współrzędnych geograficznych, często utożsamiane z umiejscawianiem obiektów na mapie adresowej. /*K. Okła*/

geomatyka (z ang.: ***geo****desy* oraz *infor****matics***)

Nauka na gruncie informatyki integrująca wszelkie działania ukierunkowane na pozyskanie, przetwarzanie i udostępnianie informacji przestrzennych, zajmująca się położeniem, właściwościami i wzajemnymi relacjami obiektów mających odniesienie przestrzenne w stosunku do Ziemi oraz technikami i technologiami zbierania, udostępniania i analizowania danych opisujących takie obiekty. W ramach geomatyki zwykle wyróżnia się działy merytoryczne, zwane technologiami informacji przestrzennej lub technologiami geomatyki: syste-

my globalnego wyznaczania pozycji; istotnie przetransformowaną, stosownie do używanych środków technicznych, geodezję i kartografię; teledetekcję z fotogrametrią; numeryczny model rzeźby terenu oraz systemy informacji przestrzennej. Efektywność technologii geomatyki jest niewspółmiernie wyższa od tradycyjnych metod inwentaryzacji i przetwarzania danych przestrzennych. /*J. Mozgawa, D. Korpetta*/

geometryczna baza danych – *patrz:* baza geometryczna

geometryzacja
Transformacja geometryczna zdjęcia lotniczego lub satelitarnego do określonego układu współrzędnych. /*K. Okła*/

geoportal.gov.pl
Przedsięwzięcie realizowane przez Głównego Geodetę Kraju na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym. Sieć węzłów Krajowej Infrastruktury Informacji Przestrzennych, świadczących usługi wyszukiwania, udostępniania i analizy danych przestrzennych. Geoportal udostępnia dane o charakterze ewidencyjnym, które nie mogą być podstawą do wykonywania czynności o charakterze geodezyjnym. Są materiałem pomocnym przy budowie i aktualizacji leśnej mapy numerycznej, do porównania bieżącego stanu LMN z kształtem i przebiegiem granic działek geodezyjnych, ortofotomapą oraz innym podkładem rastrowym dostępnym w serwisie. /*A. Talarczyk, B. Neroj*/

geoprzedstawienia w Internecie
Mapy zamieszczane w Internecie mające postać: obrazów skanowanych, zdjęć cyfrowych, trójwymiarowych modeli, interaktywnych (opracowanych zgodnie z potrzebami użytkowników), multimedialnych i pełnych systemów informacji geograficznej. /*K. Będkowski*/

georeferencja
Dodanie do pliku rastrowego (najczęściej zdjęcia lotniczego lub satelitarnego) odpowiedniej informacji dotyczącej rozdzielczości, rotacji i współrzędnych jednego narożnika (zwykle lewego dolnego), w celu odpowiedniego wpasowania tego pliku w dwuwymiarową przestrzeń w zadanym układzie współrzędnych. /*K. Okła*/

geostatystyka
Najbardziej zaawansowana metoda analiz przestrzennych realizowanych w przestrzeni dwuwymiarowej. Metoda statystyki przestrzennej opracowana do analizy danych, które oprócz atrybutów opisowych mają również lokalizację przestrzenną. Służy do badania tzw. zmiennych zregionalizowanych, czyli zmiennych związanych z położeniem w przestrzeni geograficznej, które opisują wartości cechy występującej na określonym obszarze. Opiera się na podobieństwie obiektów o zbliżonej lokalizacji przestrzennej oraz zmniejszaniu się po-

dobieństwa w miarę zwiększania się odległości między obiektami. W metodzie tej dane punktowe (próby terenowe lub inne pomierzone wartości) podlegają interpolacji przestrzennej (predykcji wartości w miejscach niepomierzonych), w związku z czym przetwarzane są w dane ciągłe (rastrowe). Popularnymi odmianami geostatystyki są kriging oraz interpolacja. /*J. Adamczyk, A. Konieczny, W. Tracz*/

geowizualizacja danych przestrzennych

Rozwiązania techniczne wizualnego poznania, analizy, syntezy i prezentacji danych przestrzennych wymagające zastosowania map, obrazów lub widoków trójwymiarowych, z uwzględnieniem atrybutu czasowego. Czynności powiązane z geowizualizacją obejmują: interpretację, tworzenie, operowanie obrazami, mapami, diagramami i wykresami, modelami trójwymiarowymi statycznymi oraz dynamicznymi, obrazami satelitarnymi i zdjęciami lotniczymi, jak również dołączonymi atrybutami w postaci tabelarycznej. Często terminem tym określane są wszelkie formy prezentacji danych przestrzennych, zwłaszcza mapowe oraz trójwymiarowe i multimedialne. /*J. Adamczyk, A. Konieczny, K. Okła*/

GIS – *patrz:* System Informacji Geograficznej – GIS

Globalne Systemy Nawigacji Satelitarnej – *patrz:* GNSS

GLONASS (akronim z ros.: *ГЛОНАСС*, Глобальная Навигационная Спутниковая Система – **Glo**balnaja **Na**vigacjonnaja **S**putnikovaja **S**istiema)

Technika pomiaru współrzędnych. Radziecki, obecnie rosyjski, satelitarny system globalnego wyznaczania pozycji, utworzony 1 grudnia 1976 r. jako odpowiedź na amerykański GPS. /*K. Okła*/

GML (akronim z ang.: **G**eography **M**arkup **L**anguage)

Format wymiany danych przestrzennych pomiędzy różnymi systemami geoinformacyjnymi. /*K. Okła*/

GNSS (akronim z ang.: **G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystem), **Globalne Systemy Nawigacji Satelitarnej**

1. Określenie używane w odniesieniu do systemów pozycjonowania satelitarnego obejmujących zasięgiem całą Ziemię, pozwalających na autonomiczne wyznaczanie położenia w jednolitym układzie odniesienia za pomocą odbiorników sygnałów satelitarnych. Dodatkowymi atutami są: możliwość określenia dokładnego czasu, ciągłość pracy niezależnie od warunków pogodowych oraz darmowy dostęp dla nieograniczonej liczby użytkowników na całym świecie. Należy do nich zaliczyć: amerykański GPS, rosyjski GLONASS, europejski Galileo i chiński Compass (znany także pod nazwą Beidou) oraz systemy o zasięgu regionalnym: indyjski IRNSS i japoński QZSS. /*M. Brach, K. Okła*/
2. Skrót GNSS stosuje się także do określenia przygotowywanego od 1993 r. międzynarodowego systemu nawigacji liczącego ponad 50 satelitów, który ma

być rozwiązaniem całkowicie cywilnym zarządzanym przez jedną organizację międzynarodową (w przeciwieństwie do GPS i GLONASS, będących produktami wojskowymi). Na GNSS mają się składać systemy: GPS, GLONASS, Galileo, WADGPS, EGNOS, WAAS i MSAS oraz, być może, Compass. /*K. Okła*/

GPS – właściwie **GPS-NAVSTAR** (akronim z ang.: **G**lobal **P**ositioning **S**ystem – **NAV**igation **S**ignal **T**iming **A**nd **R**anging)

Technika pomiaru współrzędnych. Pierwszy z satelitarnych systemów globalnego wyznaczania pozycji, stworzony przez Departament Obrony Stanów Zjednoczonych w 1972 r. Trzon stanowi segment satelitarny składający się z konstelacji 21 satelitów uzupełnionych o 3 zapasowe. Rozmieszczone są równomiernie na 6 orbitach kołowych nachylonych pod kątem 55° do płaszczyzny równika i na wysokości ok. 20 tys. km nad Ziemią. Czas obiegu satelity to prawie 12 h, a ustawienie po 4 na każdej orbicie gwarantuje, że zdecydowana większość użytkowników ma dostęp do sygnału z minimum 5 satelitów w dowolnym miejscu na Ziemi z prawdopodobieństwem 0,9996. W praktyce liczba satelitów jest większa. Zdolność operacyjna wszystkich satelitów jest na bieżąco monitorowana przez naziemny segment kontrolny, który aktualizuje (nawet kilka razy dziennie) depeszę satelitarną. Dzięki odbiornikowi satelitarnych sygnałów nawigacyjnych, po zdekodowaniu wszystkich danych zawartych w falach nośnych od każdego z dostępnych satelitów w tym samym czasie, a następnie dokonaniu przeliczeń matematycznych, możliwe jest określenie bieżącej lokalizacji. /*M. Brach*/

hierarchiczny model danych

Model bazy danych o strukturze bezpośredniej zależności, w której poszczególne tabele z hierarchii poziomów ważności są ze sobą powiązane w bezpośrednim porządku – „poziom wyższy ⇔ poziom niższy", nie łącząc się z innymi tabelami tego samego poziomu. Zaletą takiej bazy danych jest duża szybkość działania, wadą – powstawanie nadmiarowych danych. Model ma już raczej historyczne znaczenie. /*K. Okła, A. Konieczny*/

hipsometria

Przedstawianie wyników pomiarów wysokości punktów terenu nad poziomem morza oraz ich interpretacja. /*K. Okła*/

IACS – *patrz:* System Identyfikacji Działek Rolnych

ID – *patrz:* klucz w bazie danych

identyfikator – *patrz:* klucz w bazie danych

indeks – *patrz:* klucz w bazie danych

informacja
Rezultat analizy przeprowadzonej na danych, które powinny być uporządkowane, zsumowane lub zredukowane, aby mogły być przedstawione czytelnie i w sposób łatwy do interpretacji. /*A. Konieczny*/

informacje – *patrz:* dane

informacje opisowe – *patrz:* baza opisowa

informacje przestrzenne
Informacje o rozmieszczeniu geograficznym i cechach obiektów, ich geometrycznych właściwościach i przestrzennych relacjach; mogą być identyfikowane w odniesieniu do Ziemi. /*D. Korpetta, J. Mozgawa*/

infrastruktura danych przestrzennych
Zespół środków o charakterze prawnym, organizacyjnym, finansowym i technologicznym, mających na celu ułatwienie dostępu do danych przestrzennych. /*Ustawa IIP…*/

Infrastruktura Informacji Przestrzennej w Europie – *patrz:* INSPIRE

INS – *patrz:* nawigacja bezwładnościowa

INSPIRE; Infrastruktura Informacji Przestrzennej w Europie (akronim z ang.: **IN**frastructure for **SP**atial **I**nfo**R**mation in **E**urope)
Zbiór prawnych środków organizacyjnych i technicznych mających zapewniać powszechny dostęp do zbiorów danych przestrzennych i związanych z nimi usług w krajach członkowskich Wspólnoty Europejskiej. Dane dotyczą środowiska oraz polityki i działań mogących oddziaływać na środowisko. Podstawowym dokumentem prawnym INSPIRE jest Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r., ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej oraz stopniowo wdrażane w poszczególnych państwach członkowskich UE przepisy implementacyjne. /*J. Starzycka*/

Instrukcja K-1 „Podstawowa mapa kraju”
Instrukcja dotycząca zasad wykonywania mapy zasadniczej w systemie numerycznym i w postaci klasycznej, wprowadzona do stosowania 16.05.1995 r. przez Głównego Geodetę Kraju. /*K. Okła*/

Instrukcja techniczna G-5
Instrukcja ustalająca szczegółowe zasady prowadzenia w SIT (systemie informacji o terenie) ewidencji gruntów i budynków. /*H. Olenderek*/

Instrukcja techniczna G-7
Instrukcja ustalająca szczegółowe zasady prowadzenia w SIT (systemie informacji o terenie) geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu. /*H. Olenderek*/

interfejs użytkownika
Określenie sposobu bezpośredniej komunikacji między komputerem a użytkownikiem. /*K. Okła*/

interoperacyjność (ang.: *interoperability*)
Możliwość łączenia zbiorów danych przestrzennych oraz współdziałania usług danych przestrzennych bez powtarzalnej interwencji manualnej, w taki sposób, aby wynik był spójny, a wartość dodana zbiorów i usług danych przestrzennych została zwiększona. /*Ustawa IIP…*/

interpolacja przestrzenna
Określanie wartości szacunkowych w miejscach, gdzie próba terenowa nie była pobierana, z jednoczesnym założeniem istnienia autokorelacji przestrzennej – tym silniejszej, im mniejsza jest odległość między lokalizacją danych. Interpolacja przestrzenna pozwala na podstawie danych punktowych obliczyć wartości zjawiska w całym analizowanym obszarze. Uzyskany wynik charakteryzują ciągłe, a nie skokowe zmiany wartości w przestrzeni, bardziej typowe i właściwe dla opisywanej rzeczywistości. /*G. Kamińska*/

interpolacja warstwic
Zagęszczanie warstwic przez matematyczne wyliczanie punktów pośrednich pomiędzy sąsiadującymi już poprowadzonymi warstwicami, a następnie wkreślenie dodatkowych linii obrazujących warstwice pośrednie (interpolowane). /*K. Okła*/

interpretacja danych teledetekcyjnych
Proces wnioskowania, w którym wykorzystuje się skojarzenia wiadomości merytorycznych interpretatora z informacją uzyskaną z cyfrowych obrazów teledetekcyjnych. /*J. Mozgawa*/

izohipsa – *patrz:* warstwica

izolinie
Linie łączące na mapie jednakowe wartości liczbowe. Wyznaczane zwykle na podstawie interpolacji między punktami, dla których dane zjawisko przyjmuje znane wartości. Izolinie opisujące określone zjawiska mają indywidualne nazwy, np.:
– izohipsy – linie równych wysokości nad poziom morza, zwane też poziomicami lub warstwicami;
– izotermy – linie jednakowej temperatury;
– izohaliny – linie jednakowego zasolenia wód;
– izodaty – linie jednakowego rozprzestrzeniania się (lub ustępowania) zjawisk w określonym czasie. /*T. Olenderek, W. Karaszkiewicz*/

kalibracja rastra; rejestracja mapy

Transformacja rastra do przyjętego w systemie informacji przestrzennej układu współrzędnych. /*D. Korpetta*/

kartodiagram

Mapa, na której ilościowa charakterystyka zjawisk i obiektów przedstawiona jest za pomocą wykresów lub diagramów, których jeden z parametrów (np. długość boku kwadratu lub promień koła) określa wartość liczbową zjawisk lub obiektów. Podstawowe typy kartodiagramów, to:

– punktowy – za pomocą diagramów przedstawione są ilościowe charakterystyki punktów;
– liniowy – określa ilościową charakterystykę obiektów liniowych; podstawowym parametrem jest szerokość linii diagramu;
– powierzchniowy – określa ilościową charakterystykę powierzchniowych jednostek odniesienia. /*T. Olenderek, W. Karaszkiewicz*/

kartodiagram ciągły

Kartodiagram, na którym każdy diagram ma indywidualny wymiar, zgodny z rzeczywistym natężeniem reprezentowanego przezeń zjawiska (lub z wielkością obiektu). /*T. Olenderek, W. Karaszkiewicz*/

kartodiagram skokowy

Odmiana kartodiagramu polegająca na zgrupowaniu zbioru wartości, które przyjmuje dane zjawisko w przedziały klasowe. Dla każdej klasy buduje się jeden rodzaj diagramu o stałych wymiarach. W ten sposób na mapie znajdzie się tyle rodzajów różniących się wielkością diagramów, na ile klas podzielony został badany zbiór wartości. /*T. Olenderek, W. Karaszkiewicz*/

kartografia

Nauka o mapach, teorii map, metodach ich sporządzania i użytkowania, zastosowaniu map, przekazywaniu informacji odniesionych do przestrzeni oraz dziedzina działalności organizacyjnej i usługowej związanej z opracowywaniem, reprodukcją i rozpowszechnianiem map, a także ich badanie jako dokumentów naukowych oraz dzieł sztuki. /*K. Okła*/

kartogram

Mapa tematyczna, na której prezentacja danych ilościowych, odniesionych do powierzchni i podzielonych na klasy, jest przedstawiana za pomocą logicznie uporządkowanych barw, deseni lub stopni szarości.
/*T. Olenderek*/

kartogram dazymetryczny

Kartogram, w którym układ podstawowych jednostek zależy od zmienności natężenia badanego zjawiska. Często wykonywany na bazie mapy kropkowej. /*T. Olenderek, W. Karaszkiewicz*/

kartometria
Dział kartografii zajmujący się pomiarami na mapach, np. odległości, powierzchni, kątów, a zwłaszcza dokładności rozmieszczenia obiektów na mapie oraz sposobami przeprowadzania takich pomiarów. /*K. Okła*/

kartometryczna dokładność mapy
Dokładność wzajemnego rozmieszczenia punktów, na którą wpływają: błędy danych wyjściowych, na podstawie których ją sporządzono, zniekształcenia związane z przyjętym odwzorowaniem, generalizacja kartograficzna, błędy przeniesienia punktów z materiału wyjściowego na oryginał mapy (błędy naniesienia osnowy, szczegółów, interpolacji warstwic), błędy z tytułu zastosowania znaków umownych, deformacji papieru, zniekształceń powstających przy drukowaniu.
/*G. Kamińska*/

kartowanie
Metoda badań geograficznych polegająca na nanoszeniu na podkład mapy nowych szczegółów lub jakiegoś zjawiska, na podstawie obserwacji terenowej lub informacji pozyskanej z innych źródeł. /*K. Okła*/

kataster nieruchomości – *patrz:* ewidencja gruntów i budynków

klasyfikacja nadzorowana
Metoda rozpoznawania obrazów ze scen satelitarnych, w której analityk bezpośrednio uczestniczy w procesie. /*K. Okła*/

klasyfikacja nienadzorowana
W pełni zautomatyzowana metoda rozpoznawania obrazów ze scen satelitarnych, w której analityk tylko definiuje na wstępie parametry systematyki klasyfikacyjnej. /*K. Okła*/

klasyfikacja Systemów Informacji Przestrzennej
Systemy Informacji Przestrzennej mogą być klasyfikowane według różnych kryteriów: obszaru (systemy obiektowe, lokalne, regionalne, krajowe), źródłowości informacji (informacja pierwotna, wtórna – zagregowana, przetworzona), zakresu użytkowania (jeden konkretny użytkownik, wielu użytkowników), struktury funkcjonalnej (scentralizowane, rozproszone), przeznaczenia i innych. /*D. Korpetta*/

klasyfikacje obrazów cyfrowych
Procedury teledetekcyjne zastępowania wizualnych analiz obrazu technikami automatycznej identyfikacji klas obiektów w obrazie. Procedury klasyfikacji wykorzystują algorytmy klasyfikacyjne, bazujące na cechach spektralnych obrazów. Do klasyfikacji nadzorowanej i klasyfikacji nienadzorowanej można wykorzystywać zarówno kanały z oryginalnego obrazu teledetekcyjnego, jak i sztucznie utworzone, dla których wartości poszczególnych pikseli są wyliczane przez operacje międzykanałowe. /*J. Mozgawa*/

klucz fotointerpretacyjny

Fragmenty obrazów z poszczególnymi obiektami (klasami) wraz z ich opisem charakteryzującym typowe cechy rozpoznawcze dla danej klasy, które są pomocne podczas teledetekcyjnej interpretacji zjawisk. Pozwalają uchwycić wszystkie specyficzne dla danego obszaru elementy. Klucze także przydają się doświadczonym fotointerpretatorom, ponieważ kompozycje barwne wykonane w ramach różnych projektów mogą nieco inaczej prezentować ten sam rodzaj obiektów, nawet gdy wizualizacje są stworzone z kanałów wykonanych w tych samych zakresach spektralnych. /*E. Wiśniewska*/

klucz w bazie danych; indeks; geokod; klucz podstawowy

Jedno lub kilka pól unikalnych (niepowtarzających się) w obrębie tabeli relacyjnego modelu bazy danych. Przy tabelach relacyjnych – klucz tabeli nadrzędnej. **Klucz obcy** – jedno lub kilka pól w tabeli podrzędnej relacyjnych baz danych, zawierające dane identyczne jak klucz podstawowy tabeli nadrzędnej. **Klucz sztuczny (identyfikator, ID, autonumer)** – jedno dodatkowe pole w tabeli, często nadawane automatycznie przez program, jednoznacznie identyfikujące rekordy; stosowane najczęściej, gdy brakuje naturalnego klucza podstawowego. Identyfikator musi być unikalny dla każdego rekordu. Może to być numer lub unikalny zbiór znaków. Towarzyszą mu zwykle pozostałe cechy tworzące tabelę atrybutów. Identyfikator obiektu wiąże atrybuty z lokalizacją przestrzenną opisywaną zwykle współrzędnymi układu odniesienia. /*K. Okła, A. Konieczny*/

kodowanie

Zapisywanie w programie komputerowym informacji o strukturze działania tego programu, aplikacji lub bazy danych. /*K. Okła*/

kokriging

Geostatystyczna procedura interpolacji probabilistycznej polegająca na oszacowaniu wartości cechy głównej z wykorzystaniem skorelowanej z nią cechy lub cech pomocniczych. Dane dotyczące cech pomocniczych są często bardziej dostępne i mogą być liczniejsze niż dane opisujące cechę główną. Kokriging wykorzystuje autokorelację wszystkich zmiennych i cross-kowariancję cechy głównej z cechami pomocniczymi. Zwykle daje dokładniejsze wyniki interpolacji niż kriging. Stosowanie jest uzasadnione, kiedy dane opisujące cechy pomocnicze są łatwiejsze (tańsze) do pozyskania niż dane dotyczące cechy głównej. /*W. Tracz*/

kolumna tabeli – *patrz:* pole

kompleks leśny

Definicja kompleksu leśnego uzależniona jest od kontekstu, do którego się odnosi:

– w odniesieniu do administracji Lasów Państwowych – powierzchnia (bez względu na wielkość) leśna zalesiona, niezalesiona lub związana z gospodarką leśną, otoczona gruntami nieleśnymi (w tym elementami liniowymi dzielący-

mi kompleks leśny, jeżeli są wydzielone geodezyjnie), w ramach jednego nadleśnictwa; /*K. Okła*/

– w odniesieniu do administracji rządowej i samorządowej – powierzchnia (bez względu na wielkość) leśna zalesiona, niezalesiona lub przewidziana do zalesienia, stanowiąca jeden rodzaj własności (w tym: grunty Skarbu Państwa, grunty komunalne, grunty osób fizycznych, należące do innych podmiotów lub będące we współwłasności bez udziału Skarbu Państwa i grunty będące we współwłasności z udziałem Skarbu Państwa), otoczona gruntami nieleśnymi i zawierająca się w jednej jednostce podziału; /*K. Okła*/
– w odniesieniu do geodezji – wydzielona geodezyjnie powierzchnia gruntów sklasyfikowanych jako las, otoczona gruntami sklasyfikowanymi inaczej; /*K. Okła*/
– w odniesieniu do ochrony p.poż. lasu – powierzchnia powyżej 300 ha, leśna, zalesiona w min. 80%, otoczona gruntami nieleśnymi, bez względu na rodzaj własności i podział administracyjny; osobne kompleksy leśne muszą być rozdzielone pasem niepalnym stanowiącym barierę ogniową; /*K. Okła w konsultacji z Wydziałem Ochrony Lasu DGLP*/
– w odniesieniu do prowadzenia gospodarki w Lasach Państwowych – powierzchnia pokryta roślinnością leśną lub przejściowo pozbawiona roślinności leśnej – otoczona gruntami niebędącymi lasami (tj. niebędącymi gruntami pokrytymi roślinnością leśną, niebędącymi gruntami przejściowo pozbawianymi roślinności leśnej ani niebędącymi gruntami związanymi z gospodarką leśną); /*K. Tomaszewski*/
– w odniesieniu do turystyki i rekreacji w lasach – powierzchnia (bez względu na wielkość) leśna zalesiona, otoczona gruntami nieleśnymi (z wykluczeniem elementów liniowych dzielących kompleks leśny niezależnie od szerokości tych elementów), bez względu na rodzaj własności i podział administracyjny; /*K. Okła*/
– w odniesieniu do urządzania lasu – powierzchnia (bez względu na wielkość) leśna zalesiona lub niezalesiona (w przypadku PGL LP również związana z gospodarką leśną), jednego rodzaju własności, otoczona gruntami nieleśnymi (w tym elementami liniowymi dzielącymi kompleks leśny, jeżeli są wydzielone geodezyjnie), w ramach jednej jednostki urządzeniowej.
/*K. Okła*/

konforemność

Prawidłowe przedstawienie kształtu dowolnego obszaru geograficznego w zadanym odwzorowaniu kartograficznym, z wykorzystaniem procesu transformacji. /*K. Okła*/

kontrola LMN

Kontrola danych geomatrycznych i opisowych LMN. Podlegają jej warstwy składające się, zgodnie z zapisami SLMN, na system informacji przestrzennej LP. Jej zakres obejmuje kontrole atrybutowe i geometryczne zdefiniowanych w SLMN zależności topologicznych i atrybutowych danych LMN /*T. Grzegorzewicz*/

konwersja
Zmiana formatu danych umożliwiająca dalsze jej przetwarzanie. /*K. Okła*/

korekcja radiometryczna
Wstępny etap przetwarzania obrazów satelitarnych, w którym usuwa się zakłócenia zarejestrowanych zdjęć spowodowane wpływami atmosfery (np. zachmurzenie), terenu (np. cienie gór czy budynków) i różnicami w kalibracji detektorów satelity. /*K. Okła*/

korekcja różnicowa – *patrz:* DGPS

korelacja obrazów
Metoda stosowana w fotogrametrii do wspomagania orientacji modeli stereoskopowych – do pozycjonowania kursora na znaczkach tłowych lub odnajdywania punktów analogicznych na zdjęciach (orientacja wzajemna). Istnieją też algorytmy służące do automatycznego generowania NMT na podstawie korelacji obrazów tworzących parę stereoskopową. Algorytmy takie są zawarte w oprogramowaniu współczesnych fotogrametrycznych stacji roboczych. /*K. Będkowski*/

korelacja przestrzenna
W geostatystyce – opis zależności zakładający, że obiekty i zjawiska znajdujące się blisko siebie w przestrzeni geograficznej są zazwyczaj bardziej podobne niż te, które znajdują się od siebie dalej. Dane o lokalizacji pozwalają określić autokorelację przestrzenną, czyli zależności pomiędzy wartościami jednej cechy zmieniające się wraz z odległością. /*W. Tracz*/

kreskowanie – *patrz:* szrafura

kriging
Geostatystyczna procedura oszacowania wartości cechy we wszystkich miejscach analizowanego obszaru. W procedurze wykorzystuje się zarówno wartości pomierzone w terenie, jak i semiwariogram teoretyczny, który jest modelem zmienności przestrzennej cechy. Wylicza się wartości cechy w każdym punkcie obszaru, dokonując interpolacji probabilistycznej. Jest jedyną metodą interpolacji, która dostarcza oceny błędów wyniku interpolacji. /*W. Tracz*/

krzywa spektralna; krzywa odbicia spektralnego
Wykres odbicia promieniowania elektromagnetycznego od różnych obiektów na powierzchni Ziemi. Każdy obiekt odbija promieniowanie elektromagnetyczne w charakterystyczny sposób. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

krzywa spektralna roślinności
Przebieg krzywej w zakresie widzialnym (0,4–0,7 μm) ma minima w przedziale niebieskim (0,4–0,5 μm) i czerwonym (0,6–0,7 μm) oraz maksimum w zakresie zielonym (0,5–0,6 μm). Minima są wynikiem pochłaniania promieniowania

wykorzystywanego w procesie fotosyntezy. Odbicie zakresu zielonego skutkuje tym, że roślinność postrzegamy w barwie zielonej. Na jesieni, gdy liście tracą chlorofil, proporcje pochłaniania się zmieniają i większemu odbiciu podlegają fale czerwone, co powoduje efekt czerwienienia i żółknięcia liści (żółty jest kombinacją czerwieni i zieleni). Wewnętrzna struktura zdrowych liści powoduje, że promieniowanie bliskiej podczerwieni (0,7–1,3 μm) jest intensywnie odbijane i stąd maksimum na wykresie krzywej spektralnej roślinności. Zobrazowania w tym zakresie spektralnym pokazują roślinność jako obiekty bardzo jasne. Wraz z pogarszaniem kondycji roślin ich odbicie maleje, dzięki czemu bliska podczerwień może być wykorzystywana do obrazowania stanu zdrowotnego roślin. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

laser (akronim z ang.: **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**missions of **R**adiation); **wzmacniacz optyczny**

Urządzenie generujące lub wzmacniające spójne promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie między ultrafioletem a podczerwienią poprzez wzmocnienie światła przez wymuszoną emisję promieniowania. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

legenda mapy

Dołączony do mapy tekst objaśniający, zawierający jej tytuł, informacje o wykonaniu, zastosowanym odwzorowaniu i skali oraz niezbędne objaśnienia pozwalające na prawidłowe odczytanie występujących na mapie symboli. /*K. Okła*/

Leśna Mapa Numeryczna (LMN)

Mapa numeryczna wykonana zgodnie ze standardem przyjętym w Lasach Państwowych. /*K. Okła*/

LIDAR (akronim z ang.: **LI**ght **D**etection **A**nd **R**anging)**; skanowanie lidarowe (laserowe)**

Urządzenie zaliczane do aktywnych systemów zdalnego pozyskiwania informacji i działające na podobnej zasadzie jak radar (nazywane też radarem laserowym lub optycznym) z tym, że zamiast wiązki mikrofalowego promieniowania radiowego stosuje się skoncentrowaną wiązkę promieni świetlnych (laserowych), która wysyłana w kierunku obiektu ulega od niego odbiciu (i rozproszeniu), a wiązka zwrotna jest rejestrowana i następnie analizowana. /*K. Okła*/

lidar lotniczy – ALS (akronim z ang.: **A**irborne **L**aser **S**canning**); lotniczy skaning laserowy**

Aktywny system teledetekcyjny polegający na rejestracji promieni odbitych od powierzchni terenu i koron drzew z użyciem wiązki promieni światła (lasera) wysyłanego z pułapu lotniczego (ok. 300–800 m). Podstawowym produktem ALS jest chmura punktów o znanych współrzędnych przestrzennych XYZ, będących miejscami odbić promieni lasera od napotkanych przeszkód. Można też rejestrować intensywność odbicia impulsu i kolejne echa sygnału. Zasada działania skanowania laserowego jest oparta na wyznaczeniu odległości od skanera do ba-

danej powierzchni obiektu przez pomiar czasu upływającego między wysłaniem a odbiorem pojedynczego impulsu lasera. Określa się także kąt wysłania wiązki i kolejne echa powracającego sygnału (skanery pulsacyjne; sygnał dyskretny); dzięki temu można wyznaczyć przestrzenny wektor od środka systemu skanującego (0,0,0) do obiektu odbijającego wiązkę. Analiza rozkładu przestrzennego punktów XYZ i intensywności sygnału umożliwia charakteryzowanie (klasyfikację) obiektów, od których została odbita. Lidar lotniczy wykorzystuje promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie optycznym (najczęściej w bliskiej podczerwieni NIR lub światło zielone Green), wysyłane jako falę ciągłą lub pulsacyjną. Częstotliwość wysyłania promieni lasera przez współczesne skanery wynosi do 400 tys. impulsów na sekundę. Typowy zakres kątowy skanowania obejmuje 1–75°, ale w zastosowaniach leśnych za najlepszy można uznać 10–20° (maksymalizacja penetracji wiązki laserowej w głąb drzewostanu), co w zależności od wysokości lotu (od 400–900 m) i typu skanera obejmuje pas obrazowania o szerokości od 100 do 500 (800) m. W badaniach przyrodniczych w celu określania struktury pionowej szaty roślinnej stosuje się skanery fali ciągłej (ang. full waveform), które umożliwiają dekodowanie sygnału odbitego od bardzo wielu obiektów (np. gałęzi, konarów) w drzewostanie. /*P. Wężyk, T. Zawiła-Niedźwiecki*/

lidar naziemny – TLS (akronim z ang.: **T**errestrial **L**aser **S**canning**); naziemny skaning laserowy**

Sposób rejestracji promieni lasera odbitych od gruntu, pni drzew, gałęzi i aparatu asymilacyjnego z użyciem wiązki promieni świetlnych (laserowych) wysyłanych i rejestrowanych z poziomu naziemnego. Urządzenie o szerokim polu widzenia (poziomo 360°, pionowo np. do 320°) wykonuje zobrazowanie z jednego lub z kilku miejsc zlokalizowanych na powierzchni próbnej w drzewostanie, tworząc jej model przestrzenny 3D służący do analizowania rozmieszczenia drzew i dokonywania pomiarów średnicy, obwodu, pola przekroju pni drzew na dowolnej wysokości oraz wysokości poszczególnych fragmentów drzewa. System TLS składa się zazwyczaj z: generatora sygnału (dioda lasera), systemu wirujących luster (równomiernie odchylają wiązkę lasera i rozrzucają ją po powierzchni obiektów), teleskopu optycznego (skupiającego powracające odbite promieniowanie) i detektora (zamieniającego energię światła na impuls zapisywany w module rejestracji). Zarówno nadajnik, jak i detektor podlegają jednostce kontrolującej sterowanej mikroprocesorem. Urządzenie obraca się precyzyjnie wokół własnej osi o ustalony kąt gwarantujący uzyskanie odpowiedniej rozdzielczości. Współczesne skanery fazowe pozyskują do 960 tys. punktów na sekundę na odległość do 150 m; w badaniach środowiskowych stosuje się skanery o zasięgu do 6000 m; często są wyposażone w zintegrowaną kamerę cyfrową. Można je montować na statywie geodezyjnym lub samochodzie (skaning mobilny).
/*P. Wężyk, T. Zawiła-Niedźwiecki*/

linie; polilinie

Jednowymiarowe obiekty geometryczne, cechujące się długością. /*R. Smoliński*/

linie nieciągłości; linie szkieletowe
Umowne znaki na mapie przedstawiające niektóre elementy topografii jako zbiory punktów o znanych rzędnych, trudne do zobrazowania na powierzchni dwuwymiarowej, np. wąwozy, skarpy, urwiska, grzbiety górskie. Służą do prawidłowej interpretacji ukształtowania terenu, zwłaszcza w NMT.
/*K. Okła*/

linie szkieletowe *patrz:* linie nieciągłości

LIS – *patrz:* System Informacji Terenowej

LMN – *patrz:* Leśna Mapa Numeryczna

lokalizacja
Informacja pozwalająca przypisać dane do określonego miejsca w przestrzeni.
/*A. Talarczyk, B. Neroj*/

lotniczy skaning laserowy – *patrz:* lidar lotniczy – ALS

LPIS – *patrz:* System Identyfikacji Działek Rolnych

mapa
Graficzny obraz powierzchni Ziemi, innego ciała niebieskiego lub nieba zaprezentowany w postaci analogowej lub cyfrowej i przedstawiony według określonych zasad matematycznych i graficznych, w sposób uogólniony i umowny.
/*M. Mozolewska-Adamczyk*/

mapa analityczna – patrz: numeryczna mapa analityczna

mapa arkuszy – *patrz:* mapa indeksowa

mapa bazowa – *patrz:* podkład kartograficzny

mapa drobnoskalowa (małoskalowa)
Według klasyfikacji przyjętej w Lasach Państwowych jest to mapa w skalach 1:200 000 i mniejszych, używana najczęściej w celach sprawozdawczych i do zarządzania strategicznego. /*K. Okła*/

mapa ewidencyjna
Mapa wielkoskalowa ewidencji gruntów i budynków będąca częścią mapy zasadniczej i zawierająca: granice podziału terytorialnego państwa, punkty graniczne, kontury użytków gruntowych i klas gleboznawczych z oznaczeniami, kontury budynków, numery działek ewidencyjnych, granice rejonów statystycznych, dane opisowo-informacyjne. /*K. Okła*/

mapa gospodarcza *(leśna)*
Mapa ewidencyjna, wzbogacona o treść leśną. /*K. Okła*/

mapa hybrydowa
Mapa wykorzystująca model wektorowy na podkładzie modelu rastrowego. /*K. Okła*/

mapa indeksowa; mapa arkuszy
Orientacyjna mapa określonego obszaru, dla którego wykonane są arkusze map (najczęściej analogowych), zdjęcia lotnicze lub zobrazowania satelitarne. Treścią są linie obrysu tego obszaru i identyfikatory map składowych. /*K. Okła*/

mapa katastralna
Mapa wielkoskalowa zawierająca granice własności i formy użytkowania gruntów, stanowiąca część katastru. /*K. Okła*/

mapa komputerowa
Mapa wykonana w komputerze, przeznaczona przede wszystkim do wyplotów, niekoniecznie zachowująca cechy mapy numerycznej, aczkolwiek często kojarzona z nią z powodu powierzchownych podobieństw. /*K. Okła*/

mapa numeryczna
Zbiór danych, który – po zastosowaniu ściśle określonych algorytmów i odpowiednich środków technicznych – umożliwi wykonanie różnorodnych (pod względem skali i treści) opracowań graficznych, a także będzie mógł być poddawany wielu operacjom wyszukiwania, sortowania i dobierania informacji oraz obliczania określonych wielkości. /*D. Korpetta*/

mapa numeryczna nadleśnictwa
Graficzno-opisowa baza danych, działająca z oprogramowaniem umożliwiającym jej aktualizację, tworzenie map tematycznych, raportów i analiz. /*W. Plutecki*/

mapa obrazowa
Mapa rastrowa będąca niezarejestrowanym zdjęciem lotniczym lub obrazem satelitarnym, nadającym się do dalszej obróbki. /*K. Okła*/

mapa perswazyjna
Mapa przekazująca czytelnikowi określoną ideę bądź przesłanie. Poszczególne obiekty i zjawiska znajdą się na niej tylko wtedy, gdy umieszczenie ich służy przekazaniu nadrzędnej myśli autora. Bardziej niż inne mapy oddziałuje na uczucia i podświadomość odbiorców.
/*T. Olenderek*/

mapa podstawowa – *patrz:* podkład kartograficzny

mapa przeglądowa
Według klasyfikacji przyjętej w Lasach Państwowych jest to mapa średnioskalowa, najczęściej w skali 1:25 000, przedstawiająca kompleksy leśne z podziałem na oddziały i pododdziały na tle podkładu kartograficznego, wykorzystywana do orientacji w nadleśnictwie oraz jako podkład map tematycznych. /*K. Okła*/

mapa rastrowa – *patrz:* model rastrowy, obraz rastrowy, raster

mapa stanu posiadania nadleśnictwa
Mapa ewidencji gruntów i budynków wykonywana przez uprawnione jednostki wykonawstwa geodezyjnego na podstawie danych znajdujących się w państwowym zasobie geodezyjno-kartograficznym i zawierająca dane dotyczące punktów osnowy geodezyjnej, elementów ewidencji gruntów i budynków oraz elementów sieci uzbrojenia terenu. /*A. Pajda*/

mapa sytuacyjna
Według klasyfikacji przyjętej w Lasach Państwowych jest to mapa średnioskalowa, najczęściej w skali 1:50 000 lub mniejszej, przedstawiająca kompleksy leśne z podziałem na oddziały na tle podkładu kartograficznego, wykorzystywana do ogólnej orientacji w nadleśnictwie, w kilku nadleśnictwach lub w całej RDLP. /*K. Okła*/

mapa średnioskalowa
Według klasyfikacji przyjętej w Lasach Państwowych jest to mapa sporządzona w skali od 1:10 000 do 1:200 000. Do map średnioskalowych zalicza się: tematyczne mapy przeglądowe i sytuacyjne pokazujące sytuację leśną na podkładzie topograficznym. /*K. Okła*/

mapa tematyczna
Mapa przedstawiająca wybrane zagadnienie na tle podkładu kartograficznego. Główny temat (np.: siedliska leśne – mapa siedliskowa, rozmieszczenie powierzchni związanych z leśną genetyką stosowaną – mapa nasiennictwa) dominuje w treści mapy, a pozostałe elementy (topograficzne, administracyjne lub inne) stanowią tło o funkcji orientacyjnej. /*K. Okła*/

mapa topograficzna
Opracowanie kartograficzne o treści przedstawiającej elementy środowiska geograficznego powierzchni Ziemi i ich przestrzenne związki. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

mapa wektorowa – *patrz:* model wektorowy.

mapa wektorowa poziomu drugiego (ang.: VMap Level 2)
Numeryczna baza danych zawierająca informacje o przestrzennym położeniu obiektów terenowych wraz z ich opisem i parametrami technicznymi. Szczegółowość odpowiada mapie topograficznej 1:50 000. Wykonywana zgodnie ze stan-

dardami wojskowej mapy NATO, w ramach porozumienia zawartego pomiędzy Głównym Geodetą Kraju a Szefem Zarządu Geografii Wojskowej Sztabu Generalnego Wojska Polskiego. Model pojęciowy VMapL2 obejmuje 110 klas obiektów zgrupowanych w dziesięciu użytkowych warstwach tematycznych. Ma ona w większości arkuszy aktualność z lat 80. XX w. Prowadzona jest aktualizacja bazy na podstawie ortofotomapy. W latach 2004–2007 zostało zaktualizowane 10% (ortofotomapa i wywiad terenowy); produkt nazwano VMapL2+. Mapa powstała jako wynik procesu analiz przestrzennych. /*K. Okła*/

mapy wielkoskalowe
Według klasyfikacji przyjętej w Lasach Państwowych jest to bardzo dokładna mapa o charakterze geodezyjnym, zwykle w skali 1:5000 lub większej, używana najczęściej w SIT. Także leśna mapa gospodarcza z wyjątkiem lasów bieszczadzkich, gdzie do tej grupy również dopuszczono skalę 1:10 000 (Instrukcja zarządzania lasu cz. III z 2012 r., s. 15). /*K. Okła*/

mapa wynikowa
Mapa, która powstała jako wynik procesu analiz przestrzennych. /*K. Okła*/

mapa zasadnicza
Wielkoskalowe opracowanie kartograficzne zawierające aktualne informacje o przestrzennym rozmieszczeniu obiektów ogólnogeograficznych oraz elementach ewidencji gruntów i budynków, a także sieci uzbrojenia terenu: nadziemnych, naziemnych i podziemnych. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

martwe pola zdjęcia lotniczego
Problem związany z kątem rozwarcia obiektywu kamery lotniczej, gdy w terenie znajdują się obiekty o znacznej wysokości (wzniesienia, budynki, drzewa), które zasłaniają fragmenty znajdujące się za nimi (patrząc z punktu głównego zdjęcia). Im większe rozwarcie obiektywu (krótsza ogniskowa), tym większe martwe pola. Zaleca się, by zdjęcia fotogrametryczne dla terenów zabudowanych, górskich i innych z wysokimi „przeszkodami" wykonywać kamerami normalnokątnymi. Tego wymogu nie ma wobec terenów płaskich, np. użytkowanych rolniczo, na których będzie niewiele martwych pól na zdjęciach pozyskanych kamerą zarówno szerokokątną, jak i nadszerokokątną. /*E. Wiśniewska*/

merging – *patrz:* nakładanie obrazów cyfrowych

metadane przestrzenne
Dane o danych. Informacje opisujące zbiory danych przestrzennych i usługi dotyczące tych danych, umożliwiające ich odnalezienie, inwentaryzację i używanie. Zdefiniowane są normami ISO: 19115 – *Informacja geograficzna – metadane* (definiująca model opisu informacji geograficznej, czyli określająca elementy metadanych, terminologię, definicje i procedury rozbudowy metadanych), 19139 – *Informacja geograficzna – metadane – schemat XML* (zawierająca technologicz-

ny opis tworzenia schematów w języku XML). Dyrektywa INSPIRE wymaga od państw członkowskich UE utworzenia metadanych dla zbiorów i usług danych przestrzennych w określonym zakresie tematycznym. Główny Urząd Geodezji i Kartografii opracował krajowy profil metadanych dotyczących geoinformacji na potrzeby polskiej infrastruktury informacji przestrzennej. Wraz z profilem zostały przygotowane wytyczne techniczne wdrażania krajowego profilu metadanych w zakresie danych geodezyjnych i kartograficznych. /*J. Starzycka*/

metoda chorochromatyczna (powierzchniowa)
Jakościowa metoda prezentacji kartograficznej polegająca na określeniu cechy całego obszaru prezentowanego na mapie i wyróżnieniu na podstawie tej cechy jednostek przestrzennych odmiennych pod względem jakościowym. /*T. Olenderek*/

metoda izolinii – *patrz:* izolinie

metoda kartodiagramu – *patrz:* kartodiagram

metoda kartogramu – *patrz:* kartogram

metoda kropkowa
Ilościowa metoda prezentacji kartograficznej polegająca na oznaczeniu kropkami na mapie rozmieszczenia i natężenia wybranego zjawiska. Każdej kropce przypisana jest określona liczba obiektów, możliwie dokładnie sugerujących ich rzeczywiste położenie. Prawidłowe określenie wagi kropki, czyli liczby obiektów przypadających na jedną kropkę, jest najważniejszą czynnością przy stosowaniu tej metody. /*W. Karaszkiewicz, K. Okła*/

metoda sygnaturowa
Jakościowa metoda prezentacji kartograficznej polegająca na oznaczeniu na mapie pozycji obiektów obserwowanych w rzeczywistości za pomocą sygnatur (znaków punktowych lub liniowych) w sposób odpowiedni do charakterystyki cech jakościowych tych obiektów. Położenie znaków na mapie określa jednoznacznie i precyzyjnie rozmieszczenie obiektów w rzeczywistości. /*T. Olenderek*/

metoda zasięgów
Jakościowa metoda prezentacji kartograficznej polegająca na oznaczeniu na mapie obszaru występowania danego zjawiska jednym z czterech sposobów:
– zasięgu liniowego – oznaczenie granicy obszaru występowania zjawiska linią;
– zasięgu plamowego – wypełnienie obszaru występowania zjawiska barwą lub deseniem;
– zasięgu sygnaturowego – oznaczenie obszaru występowania zjawiska regularnie rozmieszczonymi znakami przypominającymi sygnatury;
– zasięgu opisowego – wypełnienie obszaru występowania zjawiska odpowiednio sformatowanym tekstem. /*T. Olenderek, K. Okła*/

metody prezentacji kartograficznej – *patrz:* prezentacje kartograficzne

MMS – *patrz:* system kartowania mobilnego

model
Algorytm definiujący strukturę, kryteria i sposób działania modelowanego obiektu bądź zjawiska. /*K. Okła*/

model GRID; regularna siatka kwadratów, prostokątów lub trójkątów
Forma zapisu numerycznego modelu terenu (model pseudorastrowy), w którym wysokości punktów tworzących regularną siatkę są wyznaczane za pomocą różnych metod interpolacji, na podstawie pewnej liczby punktów o znanych współrzędnych *X, Y, Z*. Istnieje wiele sposobów interpolacji. Bardzo popularna jest metoda oparta na odwrotności odległości między punktami (ang.: *IDW – Inverse Distance Weighted*), w której przyjmuje się, że punkty leżące blisko interpolowanego węzła siatki mają większy wpływ na jego wysokość niż znajdujące się dalej. /*K. Będkowski*/

model hybrydowy NMT (numerycznego modelu terenu)
Forma zapisu numerycznego modelu terenu oparta na modelu GRID, uzupełnionym o dodatkowe elementy, którymi są specyficzne formy terenu, takie jak: linie szkieletowe (grzbiety, doliny), linie nieciągłości (skarpy, urwiska, wyrobiska, wąwozy), powierzchnie wyłączone z modelu (zbiorniki wodne, teren pod budynkami), lokalne ekstrema (wierzchołki i zagłębienia) i inne /*K. Będkowski*/

model rastrowy
Model danych przestrzennych, w którym położenie i kształt obiektów określa się za pomocą regularnych pól podstawowych. Stosuje się regularny zapis w odniesieniu do całego zasięgu bazy danych, a dokładność jest umowna (zależy od wielkości pola podstawowego). Zapis rzeczywistości w postaci rastra odznacza się prostotą operacyjną, ale jest pamięciochłonny. Najmniejszym rozróżnialnym elementem systemu jest oczko rastra – piksel. Położenie piksela określa jednoznacznie numer w matrycy. W tym systemie zapisu przestrzeni proces pozyskiwania danych jest w dużym stopniu zautomatyzowany. /*D. Korpetta*/

model TIN (akronim z ang.: **T**riangulated **I**rregular **N**etwork)
Forma zapisu numerycznego modelu terenu, w którym teren jest opisany za pomocą nieregularnej sieci trójkątów przylegających do jego powierzchni. Wierzchołkami trójkątów są punkty o znanych wysokościach. Siatka trójkątów jest konstruowana za pomocą tzw. algorytmu Delaunaya. Wysokość dowolnego punktu, położonego w obszarze modelu, jest wyznaczana na podstawie wysokości wierzchołków trójkąta, wewnątrz którego leży punkt. /*K. Będkowski*/

model wektorowy; mapa wektorowa
Model danych przestrzennych, w którym każdy punkt mapy określają współrzędne, oraz sposoby ich połączeń w obiekty liniowe i powierzchniowe – jest to

prosty model wektorowy; po zdefiniowaniu związków międzyobiektowych otrzymuje się **topologiczny model danych wektorowych**. Istnieje możliwość konwersji jednego modelu danych na drugi. W systemie wektorowym zapis punktów, linii i wieloboków (poligonów) może być dokonany z pełną dokładnością wyrażoną w określonym układzie współrzędnych. Przy zapisie wektorowym możliwe jest dokładne przedstawienie granic elementarnych jednostek przestrzennych, którym przyporządkowane są określone atrybuty tematyczne. /*D. Korpetta*/

moduły (rozszerzenia) pakietu GIS

Dodatkowe elementy programu GIS uzupełniające i poszerzające jego podstawowe funkcje. /*K. Okła*/

monoploting

Fotogrametryczne opracowanie pojedynczego zdjęcia lotniczego wymagające znajomości numerycznego modelu terenu i elementów orientacji zewnętrznej zdjęć lotniczych. /*D. Korpetta, E. Piekarski*/

mozaikowanie obrazów cyfrowych

Procedura przetwarzania teledetekcyjnych obrazów cyfrowych zmierzająca do utworzenia jednego obrazu ze zbioru kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu obrazów składowych. Wykorzystywana w sporządzaniu map obrazowych obejmujących obszar większy niż pojedyncze zdjęcie lotnicze lub obraz satelitarny. Charakterystyczną cechą mozaikowania jest nałożenie cyfrowe częściowo zachodzących na siebie obrazów, które mogą pochodzić z różnych systemów teledetekcyjnych. Obraz górny pokrywa dolny w sposób, który w obrazie wynikowym umożliwia obserwację tylko obrazu górnego. Procedury mozaikowania są wykorzystywane przed integracją danych teledetekcyjnych z SIP wtedy, gdy założony system informacji przestrzennej przekracza zasięg jednego obrazu teledetekcyjnego. /*J. Mozgawa*/

nachylenie stoku; spadek

Kąt płaski zawarty pomiędzy powierzchnią terenu a poziomem. Miarą jest spadek wyrażany w stopniach (od 0° – obszar całkowicie płaski, do 90° – pionowa ściana skalna) lub stosunkiem różnicy wysokości do odległości w poziomie, wyrażonym w procentach (np. spadek 6,3% oznacza, że na odległości 100 m różnica wysokości wynosi 6,3 m). /*K. Okła*/

nakładanie

Tworzenie nowych warstw mapy z elementów pobranych z innych warstw. /*K. Okła*/

nakładanie obrazów cyfrowych; merging

Procedury teledetekcyjne powodujące nałożenie na siebie dwóch różnych obrazów cyfrowych. Efekt nałożenia, odmiennie niż w przypadku mozaikowania,

jest widoczny w postaci obrazu wynikowego, który zachowuje informację z obydwu nakładanych obrazów. Procedury są powszechnie wykorzystywane w celu połączenia obrazów teledetekcyjnych o różnej rozdzielczości terenowej.
/*J. Mozgawa*/

nakładka
Aplikacja działająca na bazie standardowego programu GIS i umożliwiająca wykonanie szeregu specjalistycznych funkcji wykraczających poza możliwości przeglądarek. Aplikacja powinna rozszerzać możliwości standardowego pakietu GIS, zapewniając kontrolę i bezpieczeństwo na etapie dokonywania zmian w graficznej bazie danych. /*A. Konieczny*/

napisy
Geometryczne obiekty tekstowe powstałe w wyniku przekształcenia etykiet lub wprowadzenia odrębnego tekstu. /*K. Okła*/

narzędzia GIS
Rodzaj oprogramowania przeznaczonego do budowy i/lub eksploatacji map numerycznych. /*K. Okła*/

nawigacja bezwładnościowa – INS
Metoda nawigacji inercjalnej polegająca na pomiarze (przy wykorzystaniu całkowania) przyspieszeń, uwzględniająca kierunek (przy wykorzystaniu żyroskopu), obliczająca prędkości i przemieszczenia. Znając początkowe: prędkość i położenie, określa się bieżącą pozycję.
/*K. Okła*/

nDSM – *patrz:* Numeryczny Model Pokrycia Terenu

NMPT – *patrz:* Numeryczny Model Pokrycia Terenu

NMT – *patrz:* Numeryczny Model Terenu

NMWK – *patrz:* Numeryczny Model Warstwy Koron

numeryczna mapa analityczna
Mapa tematyczna będąca wynikiem analiz przestrzennych i/lub symulacji przestrzennych. /*K. Okła*/

numeryczna mapa tematyczna
Mapa numeryczna zbudowana z dowolnie wybranych elementów występujących w zintegrowanych tabelach relacyjnych baz danych. Na podkład kartograficzny składają się w niej zwykle podstawowe warstwy informacyjne, a warstwy tematyczne najczęściej generowane są z bazy opisowej na podstawie jednej lub większej liczby informacji. /*K. Okła*/

Numeryczny Model Pokrycia Terenu (akronim: **NMPT); Numeryczny Model Warstwy Koron (**akronim: **NMWK); DSM** (akronim z ang.: **D**igital **S**urface **M**odel)

Rodzaj Numerycznego Modelu Terenu odtwarzający kształt pokrycia powierzchni terenu, w warunkach leśnych – koron drzewostanów. Górna granica drzewostanu nie jest tak precyzyjnie określona jak dolna, oparta na poziomie gruntu. Używa się również pojęcia **różnicowego modelu terenu** (**nDSM**), który otrzymujemy, sprowadzając do zera powierzchnię gruntu w Numerycznym Modelu Pokrycia Terenu – otrzymujemy wówczas wyłącznie wysokość tego, co grunt pokrywało, więc DSM – DEM = nDSM.
/*K. Będkowski, R. Bałazy*/

Numeryczny Model Terenu (akronim: **NMT); Numeryczny model rzeźby terenu; DTM** (akronim z ang.: **D**igital **T**errain **M**odel); **DEM** (akronim z ang.: **D**igital **E**levation **M**odel)

Zbiór odpowiednio wybranych punktów powierzchni o znanych współrzędnych *X*, *Y*, *Z* oraz algorytmów interpolacyjnych umożliwiających odtworzenie jej kształtu na określonym obszarze. Metody zapisu modeli: nieregularna siatka trójkątów, sieć regularna (zwykle kwadratów) i model hybrydowy NMT (najlepsze rozwiązanie). Podstawowe zadanie NMT polega na określeniu trzeciej współrzędnej wysokościowej (*Z*) punktu, którego współrzędne płaskie (*X,Y*) są znane. /*D. Korpetta*/

OASIS (akronim z ang.: **O**bject **A**quisition **S**tereo **I**mage **S**ystem)

Oprogramowanie fotogrametryczne służące do interpretacji danych w systemie kartowania mobilnego – MMS. Pozwala również na wizualizację danych zewnętrznych i pomiary 3D w systemie opartym na obrazie stereo oraz cyfrową korekcję zebranych obrazów. /*A. Choromański*/

obiekt przestrzenny

Abstrakcyjna reprezentacja przedmiotu, zjawiska fizycznego lub zdarzenia związanego z określonym miejscem lub obszarem geograficznym. /*Ustawa IIP…*/

obiektowo-relacyjny model bazy danych

Model mający wbudowane w typowo relacyjną strukturę nowoczesne mechanizmy zarządzania obiektami (jak w bazach obiektowych) i spełniający następujące wymagania: pełna funkcjonalność baz relacyjnych; zakres typów danych rozszerzony o nowe typy (pozwalające na przechowywanie m.in. danych geometrycznych, multimedialnych itp.); możliwość tworzenia nowych typów danych na bazie już istniejących; przechowywanie kompleksowych obiektów w formie tabelarycznej; SQL pozostaje podstawowym językiem tworzenia zapytań i manipulowania danymi (ostatnie standardy języka SQL uwzględniają operacje na strukturze obiektowo-relacyjnej). Mechanizmy relacyjnej bazy umożliwiają dużą wydajność i prostotę obsługi, natomiast nowe typy pól – zapisanie do pojedynczego

rekordu tabeli obiektów składających się z kilku podobiektów (np. multipoligon), a każdy z nich z wielu werteksów. Model powszechnie wykorzystywany do budowy baz danych przechowujących dane geometryczne. /*A. Konieczny*/

obiektowy model bazy danych
Model umożliwiający przechowywanie danych jako obiektów lub zdarzeń danej klasy, mającej wspólną charakterystykę i opisaną tymi samymi atrybutami. Głównym składnikiem jest „obiekt", będący podstawową jednostką reprezentującą informację. Obiekty mają właściwości (odpowiednik pól). Pola obiektu mogą się zmieniać. W skład obiektu wchodzą także możliwe do wykonania na polach funkcje, zwane metodami. Projektem obiektu jest klasa. Każdy pojedynczy obiekt jest tzw. instancją (wystąpieniem) swojej klasy. Systemy obiektowe dysponują mechanizmem dziedziczenia, czyli możliwością wyodrębnienia podklas z dowolnej klasy. Podklasy przejmują (dziedziczą) właściwości i metody klasy macierzystej. Mogą też otrzymać nowe właściwości i metody. Każda z podklas zawiera zestaw właściwości i metod klasy macierzystej oraz dodatkowo charakterystyczny dla danej podklasy. Bazy obiektowe to systemy sterowane za pomocą zdarzeń. Zapytania do bazy są żądaniem wykonania określonej metody. Wykonanie przygotowanego zestawu metod spowoduje wyekstrahowanie określonej informacji ze zbiorów danych. /*A. Konieczny*/

obiekty mapy numerycznej
Elementy punktowe, liniowe, powierzchniowe i tekstowe naniesione na mapę numeryczną i mające – oprócz określonych współrzędnych definiujących ich lokalizację – cechy opisowe, jakościowe i ilościowe. Identyfikacja pojedynczych obiektów możliwa jest przez zdefiniowane związki przestrzenne i atrybutowe. /*A. Konieczny, K. Okła*/

obiekty złożone – *patrz:* systemy obiektowe

obraz rastrowy; mapa rastrowa; bitmapa; raster
Obraz zeskanowanej mapy, zdjęcia lotniczego, zobrazowania satelitarnego lub zeskanowanego obrazu przedstawiony w postaci regularnej siatki pikseli. /*K. Okła*/

obraz satelitarny – *patrz:* zobrazowanie satelitarne

obraz teledetekcyjny – *patrz:* cyfrowy obraz teledetekcyjny

oczko rastra – *patrz:* piksel

ODBC (akronim z ang.: **O**pen **D**atabase **C**onectivity)
Standard pozwalający na łączenie danych pochodzących z różnych baz danych i pracujących pod kontrolą różnych systemów operacyjnych. /*A. Konieczny*/

odbiornik nawigacyjny

Urządzenie umożliwiające odbiór satelitarnych sygnałów nawigacyjnych systemów GNSS poprzez zdekodowanie wszystkich danych zawartych w falach nośnych od każdego z dostępnych satelitów w tym samym czasie, a następnie dokonanie odpowiednich przeliczeń matematycznych pozwalających na określenie bieżącej lokalizacji. Odbiornik powinien być dostosowany do celu wykonywanych pomiarów. Można wyróżnić trzy podstawowe grupy: do nawigacji osobistej i turystycznej, odbiorniki klasy GIS, odbiorniki geodezyjne. /*M. Brach*/

odległość obrazowa kamery – *patrz:* ogniskowa obiektywu

odometr; drogomierz

Urządzenie składające się z koła o znanym obwodzie przymocowanego do obracającej się osi, używane do pomiaru odległości pokonywanej przez przemieszczający się obiekt. Iloczyn liczby obrotów koła i obwodu daje przebytą odległość. /*K. Okła*/

odwzorowanie kartograficzne

Zestaw formuł matematycznych opisujących kartometryczność oraz wiążący układy współrzędnych geodezyjnych elipsoidalnych i płaskich. Postać odwzorowania jest uzależniona od wielkości, kształtu, położenia na powierzchni Ziemi oraz skali opracowania kartograficznego fragmentu rzeczywistości geograficznej. Przekształcenie powierzchni elipsoidy na płaszczyznę mapy powoduje zmianę relacji geometrycznych odwzorowywanego obrazu. Zmianom mogą ulegać: kąty, kierunki, odległości i powierzchnie. Różne rodzaje odwzorowań kartograficznych zachowują wybrane wielkości w niezmienionej postaci. /*W. Karaszkiewicz*/

odwzorowanie perspektywiczne – *patrz:* rzut środkowy

ogniskowa obiektywu; odległość obrazowa kamery; stała kamery

Jeden z najistotniejszych parametrów kamer fotogrametrycznych, który ma bardzo istotny wpływ na jakość zdjęć. Zgodnie z zasadą zdjęcia obiektów zróżnicowanych wysokościowo (w tym lasy) należy wykonywać kamerami o dłuższych ogniskowych. Dzięki temu można uzyskać obrazy danego terenu o takiej samej skali, jak za pomocą kamer z krótszą ogniskową, lecz o lepszych własnościach geometrycznych. /*K. Będkowski*/

okna atmosferyczne; okna transmisji atmosferycznej

Obszary spektrum elektromagnetycznego, które nie są silnie zakłócane przez atmosferę (atmosfera całkowicie przepuszcza słoneczne promieniowanie elektromagnetyczne) i mogą być wykorzystywane w teledetekcji środowiska zajmującej się badaniem powierzchni Ziemi. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

operacje międzykanałowe obrazów cyfrowych

Procedury teledetekcyjne wykorzystujące informacje o jasności radiometrycznej pikseli pochodzących z różnych kanałów wielospektralnego cyfrowego obrazu teledetekcyjnego. /*J. Mozgawa*/

oprogramowanie do budowy mapy numerycznej

Pakiet profesjonalnego oprogramowania GIS, które powinno zawierać funkcje dające możliwość m.in.: wykonywania obliczeń geodezyjnych i geometrycznych, kalibracji rastra i analiz rastrowych, przetwarzania i obróbki danych skanowanych, wektoryzacji topologicznej, konwersji do i z wielu popularnych formatów danych przestrzennych i opisowych, transformacji odwzorowań kartograficznych, zarządzania relacyjną bazą, tworzenia własnych aplikacji (albo przynajmniej makropoleceń), budowania numerycznego modelu terenu. /*K. Okła*/

oprogramowanie eksploatacyjne mapy numerycznej

Pakiet profesjonalnego oprogramowania GIS, które powinno mieć funkcje służące m.in. do: zarządzania relacyjną bazą danych, szerokiej prezentacji danych kartograficznych i graficznych, wykonywania analiz przestrzennych, wektoryzacji materiału skanowanego, konwersji danych z innymi formatami, tworzenia własnych aplikacji, edycji bazy graficznej i opisowej. /*K. Okła*/

oprogramowanie podstawowe

Oprogramowanie wykorzystywane w eksploatacji mapy numerycznej, do którego często dołączane są nakładki ułatwiające pracę z systemem informacji przestrzennej. /*K. Okła*/

oprogramowanie; program komputerowy; software

Program lub zbiór programów w postaci zestawu listy instrukcji zapisanych w jednym z języków programowania, określający kolejne operacje umożliwiające realizację wyznaczonych celów. /*K. Okła*/

orbity satelitów teledetekcyjnych

Satelity teledetekcyjne umieszczane są na orbitach eliptycznych. Najczęściej wykorzystywane to: geostacjonarna i okołopolarne (okołobiegunowe). Orbita geostacjonarna znajduje się na wysokości 36 000 km w płaszczyźnie równikowej Ziemi. Satelity umieszczone na tej orbicie, przy prędkości zsynchronizowanej z ruchem obrotowym Ziemi, mogą stale monitorować ten sam obszar. Orbita okołopolarna przebiega w płaszczyźnie nieco przechylonej do osi obrotowej Ziemi, a satelity przelatują blisko biegunów Ziemi i mogą zobrazować całą jej powierzchnię w cyklu powtórzeniowym. Satelity środowiskowe umieszczone są na orbitach okołopolarnych zsynchronizowanych z pozornym ruchem Słońca – satelita zawsze przelatuje nad określoną lokalizacją na powierzchni Ziemi o tej samej porze lokalnego czasu słonecznego. Dzięki temu na kolejnych zobrazowaniach określonego obszaru uzyskuje się podobne warunki oświetlenia, z uwzględnieniem sezonowych zmian wysokości Słońca. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

orientacja mapy

Określenie stron świata na mapie. W dzisiejszej kartografii najczęściej przyjmuje się, że górna część ramki mapy znajduje się od strony północnej (dawniej

był to wschód, a u Arabów – południe). Kierunek północy może wskazywać na mapie specjalna strzałka, siatka kartograficzna lub domyślnie ramka mapy. /*K. Okła, T. Olenderek*/

ortofotomapa
Mapa utworzona ze zdjęć lotniczych lub zobrazowań satelitarnych, przetworzona kartometrycznie, pozbawiona zniekształceń geometrycznych, z dołączonymi elementami typowymi dla map wektorowych (siatką kartograficzną, podziałką i innymi elementami legendy mapy) oraz uwzględniająca hipsometrię. /*K. Okła*/

ortoobrazy
Wynik procesu ortorektyfikacji pojedynczego zdjęcia lotniczego lub zdjęcia satelitarnego. /*Rozporządzenie…*/

ortorektyfikacja
Proces przetwarzania zdjęć lotniczych lub satelitarnych, którego celem jest uzyskanie hipotetycznego obrazu terenu, jaki powstałby przy rzutowaniu ortogonalnym na elipsoidę odniesienia, a następnie odwzorowaniu rzutu na płaszczyźnie. /*Rozporządzenie…*/

osnowa geodezyjna
Usystematyzowany zbiór punktów geodezyjnych, dla których określono matematycznie ich wzajemne położenie i dokładność usytuowania. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

Państwowy Rejestr Granic – PRG
Urzędowy (w dyspozycji CODGiK), numeryczny zbiór danych geometrycznych i opisowych o przebiegu granic i powierzchni jednostek podziału terytorialnego państwa, aktualizowany na 1 stycznia każdego roku. /*H. Olenderek*/

Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych
Urzędowy (w dyspozycji CODGiK), numeryczny zbiór danych zawierający ok. 170 tys. nazw obiektów wraz z charakterystykami, m.in. rodzaj obiektu, współrzędne geograficzne, położenie na obszarze jednostki administracyjnej /*H. Olenderek*/

państwowy system odniesień przestrzennych
Obowiązujący w Polsce system odniesień przestrzennych obejmujący: geodezyjny układ odniesienia EUREF-89, układy współrzędnych płaskich prostokątnych „2000” i „1992”, układ wysokości odniesiony do średniego poziomu Morza Bałtyckiego w Kronsztadzie. /*K. Okła*/

państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny
Zbiór map oraz materiałów fotogrametrycznych, teledetekcyjnych, rejestrów, wykazów, informatycznych baz danych, katalogów danych geodezyjnych i in-

nych opracowań powstałych w wyniku wykonania prac geodezyjnych i kartograficznych. Prowadzenie zasobu należy do: Głównego Geodety Kraju (zasób centralny), marszałków województw (zasób wojewódzki) i starostów (zasób powiatowy). /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

para stereoskopowa – *patrz:* stereopara

piksel; oczko rastra

Najmniejszy rozróżnialny element rastra. Jest to pole podstawowe w formie regularnej figury geometrycznej (najczęściej kwadratu, rzadziej trójkąta równobocznego); pola te tworzą elementy obiektów lub zeskanowanego obrazu mapy rastrowej. /*K. Okła*/

plan

Rysunek na płaszczyźnie poziomej w bardzo dużej skali (nie mniejszej od 1: 10 000), obrazujący niewielki obszar (np. od planu pomieszczenia po plan miasta) i nieuwzględniający kartometryczności, tzn. pomijający deformacje obrazu wynikające z kulistości Ziemi, gdyż niewielki fragment przedstawianego terenu jest praktycznie powierzchnią płaską (to różni go od mapy). /*K. Okła*/

planowanie misji ALS

Projektowanie lotu odbywa się przy wykorzystaniu specjalnie przygotowanych aplikacji, wykorzystujących narzędzia GIS oraz dane w postaci wektorowej (np. mapa numeryczna) lub rastrowej (mapy topograficzne, ortofotomapy). Założona do uzyskania gęstość chmury punktów ma ścisły związek z wysokością lotu statku powietrznego, prędkością przelotową samolotu, wielkością plamki na gruncie, częstotliwością generowania impulsów i sposobem (śladem) ich rozrzucania poprzecznie (lub eliptycznie) do osi lotu. Należy tak zaplanować lot, aby wykonywać jak najmniej nawrotów i latać możliwie długie szeregi (skany) przy zachowaniu odpowiedniego pokrycia poprzecznego (zwykle ok. 25–30%). Szerokość skanowanego pasa wynosi zwykle ok. 300÷600m. W przypadku nalotów ALS wykonuje się często kilka poprzecznych („wiążących") skanów (pasów) w stosunku do rejestrowanych regularnie szeregów. W obszarze „szeregów wiążących" wykonuje się pomiary powierzchni planarnych (np. dachów budynków) ustawionych do siebie pod różnymi kątami. Poszczególne szeregi nalotu wpasowuje się w precyzyjnie pomierzone (np. tachimetrem) płaszczyzny. Poszczególne szeregi łączy się na podstawie pomiarów powierzchni planarnych oraz przetworzonych danych GPS oraz IMU. /*K. Będkowski, P. Wężyk*/

planowanie sesji pomiarowej GNSS

Zdefiniowanie optymalnych warunków do przeprowadzenia sesji terenowej pomiaru GNSS, poprzez analizę informacji standardowo niewyświetlanych w odbiorniku GNSS, a ukrytych w depeszy nawigacyjnej odświeżanej codziennie przez system i dostępnych w Internecie, które można odczytać z pomocą darmowego oprogramowania. Możliwy jest odczyt następujących parametrów:

rozmieszczenie, widoczność i trajektorie satelitów, liczba widocznych satelitów, wysokość satelitów nad zadaną maską horyzontu, geometryczne parametry konstelacji satelitarnej, trajektorie satelitów. Analiza odczytanych informacji może być cenną wskazówką podczas pracy w terenie, jak również pozwala na świadome zaplanowanie czasu rejestracji sygnałów nawigacyjnych.
/*K. Okła, M. Brach*/

ploter
Rodzaj drukarki wielkoformatowej do drukowania (plotowania) arkuszy (map) w dużych formatach (najczęściej A1 i A0) i wysokiej jakości.
/*K. Okła*/

podkład kartograficzny; mapa podstawowa; mapa bazowa
Mapa ilustrująca ogólny zarys topografii danego terenu, przedstawiająca pierwotną (bazową) informację, na którą nałożona jest treść mapy tematycznej. /*T. Olenderek, K. Okła*/

podziałka mapy
Graficzny obraz skali mapy, będący odcinkiem podzielonym na mniejsze części i umożliwiający bezpośrednie odczytanie z mapy rzeczywistych odległości bez konieczności przeliczania. Czasami pojęcie niesłusznie utożsamiane ze skalą mapy. /*K. Okła*/

podziałka transwersalna
Odmiana podziałki mapy zbudowana na bazie prostokąta; przy jej użyciu można, wykorzystując efekt noniusza, odczytać dziesiętne wartości odcinka elementarnego. Bywa stosowana na analogowych leśnych mapach gospodarczych i planach. /*K. Okła*/

pokrycie podłużne zdjęć lotniczych
Nakładanie się sąsiadujących zdjęć w szeregu nalotu fotogrametrycznego. Przyjmuje się, że standardowo zdjęcia powinny nachodzić na siebie w 60–80%, co przekłada się bezpośrednio na liczbę wykonanych zdjęć. Zwiększenie liczby zdjęć ma nieduży wpływ na koszty nalotu (największy udział mają koszty samego lotu), za to może poprawić warunki obserwacji struktur pionowych w drzewostanach, w tym szczegółów znajdujących się bezpośrednio na poziomie terenu. /*K. Będkowski*/

pokrycie poprzeczne zdjęć lotniczych
Nakładanie się sąsiadujących szeregów zdjęć w nalocie fotogrametrycznym. Przyjmuje się, że standardowo szeregi powinny nachodzić na siebie w ok 30%. Przy terenach o dużym zróżnicowaniu wysokościowym konieczne jest dobranie pokrycia tak, aby w najgorszych warunkach fotografowania uzyskać minimalne wymagane pokrycie podłużne i poprzeczne.
/*K. Będkowski*/

pole; kolumna tabeli
Osobny zapis informacji w bazie danych w postaci kolumny tabeli, z przypisanym formatem danych (np. tekst, liczba, data), wielkością (np. znak, liczba, bajt, %) i nazwą unikalną wśród pól tabeli. /*K. Okła*/

poligony; wieloboki; powierzchnie
Obiekty geometryczne dwuwymiarowe, które opisuje się powierzchnią i obwodem. /*R. Smoliński*/

polilinie – *patrz:* linie

polowa osnowa fotogrametryczna – *patrz:* fotopunkty

Polska Infrastruktura Informacji Przestrzennej
Podstawowy dokument określający zasady tworzenia i użytkowania infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce wprowadzony do stosowania ustawą z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz. U. 2010 nr 76, poz. 489). Ustawę przygotowano zgodnie z dyrektywą INSPIRE, jako transpozycję tej dyrektywy do prawa polskiego. Dotyczy danych przestrzennych, które odnoszą się do terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, występują w postaci elektronicznej, są utrzymywane i udostępniane przez organ administracji publicznej i należą do jednego z tematów określonych w załączniku do ustawy. /*J. Starzycka*/

położenie geograficzne
Usytuowanie obiektu geograficznego w zdefiniowanym układzie współrzędnych, określone współrzędnymi geograficznymi tego układu i wysokością n.p.m. /*K. Okła*/

położenie topograficzne
Usytuowanie obiektu geograficznego względem elementów środowiska geograficznego powierzchni Ziemi. /*K. Okła*/

południe
Nazwa jednej z czterech głównych stron świata mająca wartość azymutu 180°, odnosząca się do kierunku wskazywanego przez południk o zwrocie ku południowemu biegunowi geograficznemu Ziemi, w kartografii oznaczana zazwyczaj skrótem **S** (z ang.: South). /*K. Okła*/

południk geograficzny
Umowna linia na powierzchni Ziemi, stanowiąca półokrąg (półelipsę), przechodząca przez bieguny geograficzne Ziemi. Wszystkie punkty leżące na danym południku mają południe słoneczne w tym samym czasie. Południki geograficzne oznacza się w stopniach, minutach i sekundach długości geograficznej wschodniej lub zachodniej, licząc od południka zerowego przechodzącego przez Greenwich. /*M. Mozolewska-Adamczyk*/

południk zerowy

Umownie przyjęty południk geograficzny, od którego mierzy się długość geograficzną wschodnią (na wschód) i zachodnią (na zachód od południka zerowego). Od XVI w. do początku XX w. był to południk wyspy Ferro w archipelagu Wysp Kanaryjskich na Oceanie Atlantyckim, a od 1911 r. (przyjęty uchwałą Międzynarodowej Unii Geograficznej) – południk przechodzący przez obserwatorium astronomiczne Greenwich Observatory pod Londynem. /*K. Okła*/

pomiary fazowe GNSS

Pomiary pozwalające wyznaczyć w trybie DGPS współrzędną z centymetrową dokładnością z wykorzystaniem odbiornika fali nośnej. Warunkiem niezbędnym jest posiadanie odbiornika dwuczęstotliwościowego, dzięki czemu możliwa jest eliminacja opóźnienia jonosferycznego oraz pomiar długości fali nośnej. Metoda oparta na porównaniu częstotliwości fali nośnej z satelity z tą samą częstotliwością generowaną w odbiorniku. /*M. Brach*/

post-processing – *patrz:* DGPS

powierzchnie – *patrz:* poligony

poziomica – *patrz:* warstwica

północ

Nazwa jednej z czterech głównych stron świata mająca wartość azymutu 0° (lub 360°), odnosząca się do kierunku wskazywanego przez południk o zwrocie ku północnemu biegunowi geograficznemu Ziemi, w kartografii oznaczana zazwyczaj skrótem **N** (z ang.: North). /*K. Okła*/

prace fotolotnicze

Procedury odnoszące się do zasad technicznych i porządkowych obejmujących projektowanie i wykonywanie lotów fotogrametrycznych, obróbkę laboratoryjną, badanie jakości zdjęć oraz prace związane z ich dalszymi przetworzeniami. /*E. Wiśniewska*/

prace geodezyjne

Projektowanie i wykonywanie pomiarów geodezyjnych, wykonywanie zdjęć lotniczych, dokonywanie obliczeń, sporządzanie i przetwarzanie dokumentacji geodezyjnej, a także zakładanie i aktualizacja baz danych, pomiary i opracowania fotogrametryczne, grawimetryczne, magnetyczne i astronomiczne związane z realizacją zadań w dziedzinie geodezji i kartografii oraz krajowego systemu informacji o terenie. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

prace kartograficzne

Opracowywanie, merytoryczne i techniczne redagowanie map i opracowań pochodnych oraz ich reprodukowanie. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

prezentacje kartograficzne

Zastosowanie na mapie odpowiednio dobranych znaków kartograficznych, których cechy graficzne są ściśle skorelowane z cechami prezentowanych danych. Pozwala to przypisać znakom kartograficznym znaczenie nominalne i ilościowe, zaś wzajemne ich rozmieszczenie na mapie oddaje relacje przestrzenne zachodzące pomiędzy prezentowanymi obiektami i zjawiskami. Rozróżniamy metody jakościowe (zasięgów, chorochromatyczna, sygnaturowa) i ilościowe (kropkowa, kartogram, kartodiagram, metoda izolinii). /*T. Olenderek, W. Karaszkiewicz*/

procedury teledetekcyjne

Typy przetworzeń cyfrowych obrazów teledetekcyjnych. Najczęściej wykorzystywane z punktu widzenia potencjalnych zastosowań teledetekcji w leśnictwie wielofunkcyjnym to: rektyfikacje obrazów, mozaikowanie, wzmocnienia, zmiany jasności i kontrastu, filtracje cyfrowe, nakładanie obrazów, operacje międzykanałowe. /*J. Mozgawa*/

program ekspercki – *patrz:* system ekspertowy

program GIS

Program lub pakiet oprogramowania służącego do budowy i/lub późniejszej eksploatacji systemu informacji przestrzennej. /*K. Okła*/

promieniowanie mikrofalowe

Pasmo promieniowania pomiędzy podczerwienią a ultrakrótkimi falami radiowymi. Obejmuje fale o długości od 1 mm do 300 cm. Promieniowanie elektromagnetyczne z tego zakresu przenika przez chmury i m.in. z tej przyczyny mikrofale znalazły szerokie zastosowanie w badaniach teledetekcyjnych prowadzonych na obszarach tropikalnych, a także wszędzie tam, gdzie utrzymujące się zachmurzenie utrudnia zastosowanie obrazowania w zakresie optycznym i w podczerwieni. Intensywność naturalnego promieniowania mikrofalowego Ziemi jest niewielka, dlatego najczęściej pomiary w paśmie mikrofalowym wykonywane są w trybie aktywnym, w którym wykorzystuje się urządzenia wytwarzające sygnał w zakresie mikrofalowym i wysyłające go w kierunku badanego obiektu. Następnie sygnał odbity od obiektu, czyli sygnał echa, powraca w kierunku urządzenia nadawczego, jest w nim odbierany i rejestrowany. Zdjęcia powierzchni Ziemi mogą być pozyskiwane w dzień i w nocy, niezależnie od warunków atmosferycznych. /*K. Stankiewicz*/

prosty model wektorowy

Zbiór niepowiązanych ze sobą obiektów punktowych, liniowych i powierzchniowych. /*D. Korpetta*/

przecinanie

Pojęcie z zakresu analizy przestrzennej – jeden obiekt częściowo pokrywa się (przecina) z obszarem zajmowanym przez obiekt drugi. /*K. Okła*/

przedziały klasowe
Efekt grupowania danych statystycznych w celu ich prezentacji kartograficznej metodami kartogramu, kartodiagramu, izolinii.
/*T. Olenderek, W. Karaszkiewicz*/

przeglądarka LMN
Prosty program typu GIS bez możliwości edycji (aktualizacji) geometrycznej bazy danych. Użycie przeglądarki powinno umożliwiać typowe operacje na warstwach bazy geometrycznej (dodanie nowej, usunięcie, sortowanie), połączenie się z dowolną bazą opisową, wykonywanie podstawowych operacji analitycznych (zapytania, mapy tematyczne) oraz wydruk map. /*A. Konieczny*/

przestrzenna baza danych – *patrz:* geobaza

przestrzenne systemy wspomagania decyzji
Programy komputerowe związane z lokalizacją obiektów lub zjawisk, ukierunkowane, z jednej strony, na wspomaganie decydenta przy wykorzystaniu modeli analitycznych z dostępem do baz danych, z drugiej, na interaktywną współpracę człowieka z komputerem. Systemy stosuje się, kiedy nie można do końca zdefiniować problemu lub w pełni określić celów analizy. Składają się z trzech elementów: systemu zarządzania bazą (geobazą), systemu zarządzania modelami decyzyjnymi oraz interfejsu użytkownika zawierającego generator raportów. Celem jest zapewnienie decydentowi wyczerpujących scenariuszy ułatwiających podjęcie właściwej decyzji.
/*J. Adamczyk, A. Konieczny*/

przetwarzanie danych
Operacje dokonywane na treści i/lub postaci danych wejściowych w celu wygenerowania innych (zmienionych) danych niosących ze sobą nową informację. Termin stosuje się również do określenia zmiany sposobu prezentacji danych.
/*K. Okła*/

przetwarzanie informacji obrazowej
Etap metody teledetekcji, w którym zarejestrowane obrazy teledetekcyjne z pułapu satelitarnego lub samolotowego są zmieniane, co do formy i treści, w celu najlepszego przygotowania tych obrazów do interpretacji tematycznej lub bezpośrednio na potrzeby kartografii. /*J. Mozgawa*/

punkty
Obiekty geometryczne zerowymiarowe, które nie mają długości ani powierzchni i mają tylko jedną parę współrzędnych x, y. Punktami są również wierzchołki (węzły) elementów graficznych (punkty pośrednie).
/*R. Smoliński, K. Okła*/

punkty GCP – *patrz:* fotopunkty

punkty pośrednie – *patrz:* węzły

raport
Wyciąg z danych, odpowiednio zaprojektowany i sformatowany, służący do prezentowania informacji wybranych z bazy danych.
/*K. Okła*/

raster; rysunek rastrowy
Popularne określenie zeskanowanego obrazu mapy, zdjęcia lotniczego lub innego materiału analogowego. /*K. Okła*/

rasteryzacja
Proces sprowadzenia danych wektorowych do postaci rastrowej. /*K. Okła*/

rejestracja – *patrz:* kalibracja rastra

rejestracja obrazów teledetekcyjnych
Skanery satelitarne rejestrują od kilku do kilkudziesięciu wybranych zakresów spektralnych, zwanych kanałami. Skanery obrazują rejestrację powierzchni Ziemi w sposób dyskretny, w postaci próbkowanych obrazów zbudowanych z podstawowych elementów – pikseli (*pixel – picture element*). Każdemu pikselowi przypisana jest wartość tonalna (czarny, biały, tony szarości lub barwa), zapisywana w kodzie binarnym. Zapis jest odczytywany przez komputer w celu wyświetlenia obrazu w analogowej formie.
/*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

rekord; wiersz tabeli
Osobny zapis informacji w bazie danych w postaci wiersza tabeli, który można odczytywać i przetwarzać. Rekord składa się z pełnego zestawu pól tabeli, niezależnie od tego, czy pola te zawierają jakieś wartości, czy nie.
/*K. Okła, A. Konieczny*/

rektyfikacja obrazu cyfrowego
Teledetekcyjna procedura przetwarzania geometrycznie i radiometrycznie zniekształconych obrazów oryginalnych w kierunku uzyskania sytuacji terenowej najbardziej wiarygodnej geometrycznie i spektralnie. Polega przede wszystkim na usunięciu zniekształceń geometrycznych, ważących na kartometryczności obrazów teledetekcyjnych, niezmiernie istotnej przy procesach integracyjnych w systemach informacji przestrzennej.
/*J. Mozgawa*/

relacja
Powiązanie pomiędzy parą tabel w bazie danych. Istnieje, gdy dwie tabele są połączone przez klucz podstawowy i klucz obcy.
/*A. Konieczny*/

relacje przestrzenne
Właściwości informacji dotyczące pojedynczych obiektów (np. ich kształt) lub grup obiektów (sąsiedztwo z innymi obiektami, przyleganie, przecinanie się itd.). /*A. Talarczyk, B. Neroj*/

relacyjny model danych
Model bazy danych, w którym dane przechowuje się w tabelach składających się z rekordów i pól. Fizyczna kolejność pól i rekordów w tabeli jest zupełnie bez znaczenia. Każdy rekord jest wyróżniany przez pole zawierające unikatową wartość. Ta cecha umożliwia utrzymanie danych niezależnie od sposobu, w jaki przechowuje je komputer. Tabela w relacyjnej bazie danych ma strukturę stałą, tzn. każdy wiersz tabeli (rekord) ma taki sam zestaw pól. /*A. Konieczny*/

reprodukcja kartograficzna
Technika powielania map w procesach wydawniczych. /*K. Okła*/

RGB (akronim z ang.: **R**ed, **G**reen, **B**lue)
Sposób opisu barwy obrazów cyfrowych wyświetlanych na ekranie komputera, polegający na podaniu liczbowego natężenia zestawu trzech podstawowych kolorów: czystej barwy czerwonej (**R** – z ang.: *Red*), zielonej (**G** – z ang.: *Green*) i niebieskiej (**B** – z ang.: *Blue*), zgodnie z zasadą przyporządkowania liczbowej wartości piksela do jasności jednego z tych trzech kolorów podstawowych. Wartości poszczególnych składowych są znormalizowane i przypisywane do odcieni danej barwy na zasadzie kombinacji. /*K. Okła*/

rozdzielczość
Określenie poziomu dokładności danych, rozumiane jako maksymalna liczba optycznie rozpoznawalnych punktów przedstawionych na wydruku lub ekranie monitora. /*K. Okła*/

rozdzielczość czasowa
Typ rozdzielczości cyfrowych obrazów teledetekcyjnych określający, jak często w systemach teledetekcyjnych czujnik systemu teledetekcyjnego może otrzymać energię z tego samego fragmentu terenu. /*J. Mozgawa*/

rozdzielczość czasowa obrazów teledetekcyjnych
Określa, jak często (co ile dni) można uzyskać zobrazowanie tego samego obszaru przez konkretnego satelitę. W przypadku pierwszych satelitów wynosiła kilkanaście dni, a gdy wprowadzono nowocześniejsze skanery, wyraźnie się poprawiła, czyli zmniejszył się odstęp czasowy pomiędzy kolejnymi zobrazowaniami, nawet do jednego dnia. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

rozdzielczość przestrzenna
Typ rozdzielczości cyfrowych obrazów teledetekcyjnych określający terenowy wymiar piksela w obrazie teledetekcyjnym. /*J. Mozgawa*/

rozdzielczość przestrzenna obrazów teledetekcyjnych
Określa wielkość piksela, która decyduje o wielkości najmniejszego obiektu rozróżnialnego na zdjęciu. Jest on powiązany z wielkością chwilowego pola widzenia sensora – obszaru widzianego przez pojedynczy element detektora. Obecne satelity pozyskują zobrazowania o rozdzielczości terenowej od 4 km (Meteosat) do 0,6 m (QuickBird). /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

rozdzielczość radiometryczna
Typ rozdzielczości cyfrowych obrazów teledetekcyjnych precyzujący liczbę poziomów, na które jest podzielony zakres sygnału odbieranego przez czujnik. Podawana jako liczba bitów (np. rozdzielczość 8-bitowa sygnalizuje możliwość zapisania przez czujnik 256 poziomów sygnału). /*J. Mozgawa*/

rozdzielczość radiometryczna obrazów teledetekcyjnych
Opisuje cyfrowy sposób zapisu. Zdjęcia w odcieniach szarości rejestrowane są najczęściej jako obrazy 8-bitowe, choć zdarzają się zapisy do 11 bitów w przypadku wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych. Zapis 8-bitowy obejmuje 256 tonów szarości ($2^8=256$), a 11-bitowy – 2048 tonów. Obrazy barwne mogą zawierać od 8 do 24 bitów i więcej. Dla obrazu 24-bitowego (16,7 mln barw) bity mogą być podzielone na trzy zestawy, po 8 bitów na każdą z barw podstawowych (czerwoną, zieloną i niebieską). Ich kombinacja pozwala na tworzenie pozostałych kolorów. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

rozdzielczość spektralna
Typ rozdzielczości cyfrowych obrazów teledetekcyjnych, podający specyficzny zakres długości fali promieniowania elektromagnetycznego, które może zapisać czujnik promieniowania. Podawana dla konkretnego systemu teledetekcyjnego poprzez wyszczególnienie, często specyficznych dla danego systemu, nazw kanałów i zakresów rejestrowanego w nich promieniowania. /*J. Mozgawa*/

rozdzielczość spektralna obrazów teledetekcyjnych
Liczba kanałów (i ich rozpiętość spektralna) rejestrowanych przez satelitę. Stosując różne kombinacje kanałów, można zdjęcie satelitarne wykorzystywać do różnych celów. Z zestawu kilku zobrazowań zarejestrowanych w tonach szarości można tworzyć kompozycje barwne przez naświetlanie poszczególnych kanałów jedną z barw podstawowych (czerwoną, zieloną lub niebieską). Barwa jest niezmiernie ważnym elementem analizy zdjęć. Oko ludzkie rozróżnia zaledwie 20–30 tonów szarości, ale aż 20 tys. kolorów, dlatego do ułatwienia interpretacji wizualnej i zwiększenia jej dokładności stosuje się kompozycje barwne. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

równik ziemski
Równoleżnik stanowiący okrąg wyznaczony na powierzchni Ziemi w płaszczyźnie przecinającej środek Ziemi i prostopadłej do osi przechodzącej przez bieguny geograficzne. Jest najdłuższym równoleżnikiem (40 076 km) i dzieli Ziemię na

półkulę północną i południową. Od niego liczy się szerokość geograficzną, jego szerokość geograficzna wynosi 0°. /*K. Okła*/

równoleżniki ziemskie
Okręgi wyznaczone w miejscach przecięcia powierzchni Ziemi przez płaszczyzny prostopadłe do osi przechodzącej przez bieguny geograficzne. Równik jest jedynym równoleżnikiem stanowiącym koło wielkie. Wszystkie punkty znajdujące się na danym równoleżniku mają taką samą szerokość geograficzną. /*K. Okła*/

różnicowa metoda pomiaru – *patrz:* DGPS

różnicowy model terenu – *patrz:* Numeryczny Model Pokrycia Terenu

rybie oko – *patrz:* zdjęcia hemisferyczne

rysunek rastrowy – *patrz:* raster

rzut ortogonalny – *patrz:* rzut środkowy

rzut środkowy; odwzorowanie perspektywiczne
Obraz zarejestrowany na płaszczyznę rzutów (rzutnię, płaszczyznę zdjęcia) z centralnym punktem, zwanym środkiem rzutów, przez który przechodzą promienie rzucające (łączące) poszczególne punkty z płaszczyzny przedmiotów i płaszczyzny zdjęcia. Specyficznym przypadkiem rzutu środkowego jest odwzorowanie, w którym środek rzutów jest umieszczony w nieskończoności – wtedy promienie rzutujące przebiegają równolegle względem siebie. Jeżeli dodatkowo płaszczyzna rzutów umieszczona jest prostopadle do promieni rzutujących, to mamy do czynienia z rzutem równoległym prostokątnym, czyli ortogonalnym. Przykładem rzutu środkowego jest obraz powierzchni Ziemi zarejestrowany na zdjęciu lotniczym, a rzutu równoległego prostokątnego – mapa topograficzna i większość opracowań kartograficznych. /*E. Wiśniewska*/

SAR (akronim z ang.: **S**ynthetic **A**perture **R**adar)
Radar z syntetyczną anteną aperturową (powierzchniową) umieszczoną na samolocie lub satelicie. Zasada działania SAR polega na wykorzystaniu ruchu anteny umieszczonej na samolocie lub satelicie do symulacji wirtualnej anteny o znacznie większej długości niż rzeczywista. SAR wysyła impulsowo sygnały w stałych odstępach czasu. Promieniowanie wysyłane przez antenę to spójna wiązka mikrofalowa o ustalonej długości fali. Podstawowym mierzonym parametrem jest czas, który upływa pomiędzy wysłaniem sygnału mikrofalowego a jego powrotem do urządzenia nadawczo-odbiorczego, zwany czasem opóźnienia sygnału echa. Czas ten odpowiada odległości obiektu od anteny. Pole promieniowania anteny obejmuje pewien obszar na powierzchni Ziemi, zwany śladem. Obrazowany jest pas równoległy do śladu toru lotu platformy (nadiru), przesunięty względem niego w kierunku bocznym. /*K. Stankiewicz*/

satelity teledetekcyjne

Urządzenia poruszające się ruchem bezwładnym po orbicie wokół Ziemi, służące do wykonywania cyfrowych obrazów teledetekcyjnych. W leśnictwie najczęściej wykorzystywane są obrazy pozyskiwane z satelitów wysokorozdzielczych (ang. VHRS) – jako najbardziej zbliżone jakościowo (rozdzielczość terenowa) do zdjęć lotniczych oraz często niosące informację radiometryczną (bliska podczerwień), wykonywane przez satelity: IKONOS-2 (GeoEye), QuickBird-2, seria WorldView, RapidEye, seria EROS, SPOT, KOMPSAT-2, FORMOSAT-2, IRS P6. /*P. Wężyk*/

scena satelitarna – *patrz:* zobrazowanie satelitarne

segment kontrolny

Zespół operacyjny satelitów składający się z głównej stacji kontrolnej oraz z dodatkowych stacji monitorujących, których podstawowym zadaniem jest monitorowana na bieżąco aktualizacja depeszy satelitarnej. Dzięki funkcjonowaniu sieci stacji kontrolnych możliwa jest stała obserwacja wszystkich satelitów, wyznaczanie nowych efemeryd i poprawek zegarów atomowych zainstalowanych na satelitach. Aktualizacja depeszy może odbywać się nawet kilka razy dziennie. /*M. Brach*/

semiwariancja

W geostatystyce – charakterystyka umożliwiająca określenie autokorelacji przestrzennej występującej w rozpatrywanym zbiorze danych, czyli zależności pomiędzy wartościami jednej cechy zmieniające się wraz z odległością. Jest to miara podobieństwa wartości analizowanej cechy, obserwowanej w miejscach w określonej odległości od siebie. Rozróżnia się dwa typy semiwariancji: empiryczną (zwana też eksperymentalną) i teoretyczną. /*W. Tracz*/

sferoida ziemska – *patrz:* elipsoida obrotowa

siatka geograficzna

Umowny układ południków i równoleżników na kuli ziemskiej (elipsoidzie obrotowej) lub na globusie. /*M. Mozolewska-Adamczyk*/

siatka kartograficzna

Obraz siatki geograficznej odwzorowany na płaszczyznę mapy zgodnie z przyjętym sposobem określonym matematycznie. /*M. Mozolewska-Adamczyk*/

siatka topograficzna (kilometrowa)

Linie stałych współrzędnych X i Y umiejscowione na arkuszu mapy obok siatki kartograficznej w celu ułatwienia posługiwania się mapami. /*W. Karaszkiewicz*/

sieciowy model danych

Model bazy danych o rozwiniętej strukturze hierarchicznego modelu danych. Relacje są realizowane poprzez *kolekcje* (*konstrukcje*), które łączą dwie tabele

przez przypisanie jednej z nich roli *właściciela*, a drugiej – *członka*. Zaletą tego modelu jest możliwość zdefiniowania dowolnej liczby powiązań między dwiema tabelami, przy czym każda może uczestniczyć w wielu różnych kolekcjach. Wadą jest fakt, że baza danych nie może funkcjonować bez obsługujących ją programów, gdyż wspomniane kolekcje są strukturami niejawnymi – definiowanymi wewnątrz aplikacji. Model ma już raczej historyczne znaczenie. /*A. Konieczny*/

sieć neuronowa; sztuczna sieć neuronowa (SN)

System wzajemnie połączonych prostych elementów przetwarzających informację, zwanych neuronami sztucznymi. Zasada działania polega na symulacji pracy komórek nerwowych mózgu człowieka. Budowa i zasady pracy neuronów sztucznych opierają się na budowie neuronu żywego. Neuron sztuczny jest układem o wielu wejściach i jednym wyjściu. Neurony te grupuje się w większe zespoły, zwane warstwami. Struktura wewnętrzna, wraz z określonym sposobem propagacji sygnału między neuronami, tworzy architekturę sieci neuronowej. Wiedza w SN przechowywana jest w jej wewnętrznych odwzorowaniach określonych przez wartości wag i przywoływana w czasie zastosowania sieci. Wartości wag są przydzielane w procesie uczenia, zmierzającym do nauczenia sieci rozwiązywania danego zadania. /*W. Tracz*/

sieć triangulacyjna

Sieć oparta na punktach triangulacyjnych, będących wierzchołkami trójkątów (o bokach ok. 25 km) o wyznaczonym z dokładnością geodezyjną położeniu sytuacyjnym i zastabilizowanych w terenie za pomocą specjalnych znaków geodezyjnych. Z każdego punktu triangulacyjnego widoczne są sąsiednie punkty, aby możliwy był pomiar kątów między nimi. Sieci triangulacyjne wykorzystywane są do nawiązywania do nich punktów osnów geodezyjnych. /*K. Okła*/

sieć uzbrojenia terenu

Wszelkiego rodzaju nadziemne, naziemne i podziemne przewody i urządzenia: wodociągowe, kanalizacyjne, gazowe, cieplne, telekomunikacyjne, elektroenergetyczne i inne, z wyłączeniem urządzeń melioracji szczegółowych, a także podziemne budowle, jak: tunele, przejścia, parkingi, zbiorniki itp. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

SILP – *patrz:* System Informatyczny Lasów Państwowych

SIP – *patrz:* System Informacji Przestrzennej

SIT – *patrz:* System Informacji Terenowej

skala mapy

Stosunek liczbowy określający zmianę mierzalnych wielkości (długości, wysokości, powierzchni) na mapie względem rzeczywistych wielkości w terenie. Przyjmuje najczęściej postać ułamka zapisywanego w formie proporcji (np. 1:10 000)

oznaczającej stosunek wielkości pomierzonej na mapie do wielkości rzeczywistej (skala liczbowa). Skala mapy jest tym większa, im mianownik ułamka jest mniejszy. Graficznym obrazem skali mapy jest podziałka mapy. /*K. Okła*/

skaner
Urządzenie służące do zamiany postaci analogowej materiału źródłowego (najczęściej dokumentu papierowego, zdjęcia bądź slajdu) do postaci cyfrowej, a następnie wprowadzenia go do komputera jako zbioru danych rastrowych. Informacja graficzna jest odczytywana przez optyczny układ światłoczuły, a następnie zamieniana na postać cyfrową. Podstawowe typy skanerów to: ręczny, stołowy (tablicowy) i bębnowy (rolkowy). Parametrem decydującym o jakości skanera jest jego rozdzielczość (w skanerach stołowych 600–1200 dpi). Skanowanie map na potrzeby budowy geometrycznej bazy danych nadleśnictwa powinno być wykonane na skanerach tablicowych. W innych typach możliwe są jałowe poślizgi rolek prowadzących o wielkości do 1–2 mm, czyli wielokrotnie większe od dokładności kreślenia map. /*D. Korpetta*/

skanowanie
Przekształcanie za pomocą skanera obrazu mapy analogowej, zdjęcia lotniczego lub zobrazowania satelitarnego do postaci rastra, czyli zamiana linii mapy na uporządkowany zbiór pikseli zapisywany w pamięci komputera. /*K. Okła*/

skanowanie lidarowe (laserowe) – *patrz:* laser; lidar

snapowanie
W procesie edycji mapy wektorowej – dociąganie elementów jednego obiektu do charakterystycznych elementów (najczęściej załamań lub linii) innych obiektów. /*W. Plutecki*/

software – *patrz:* oprogramowanie

spadek – *patrz:* nachylenie stoku

spektralny współczynnik jasności
Zdolność odbijania promieniowania określająca stosunek jasności danego obiektu do jasności powierzchni porównawczej – białej, idealnie rozpraszającej promieniowanie. Współczynniki jasności różnych obiektów zmieniają się w zależności od długości fali świetlnej. /*K. Będkowski*/

spektrum elektromagnetyczne
Zakres fal elektrycznych będących podstawą teledetekcji środowiska bazującej na zdjęciach lotniczych oraz obrazach satelitarnych; wykorzystuje słoneczne promieniowanie elektromagnetyczne odbite przez atmosferę (najważniejsze z punktu widzenia teledetekcji) oraz od obiektów na powierzchni Ziemi. Odbicie może się dokonywać na wiele sposobów – począwszy od odbicia lustrzanego,

aż po odbicie rozproszone, promieniowanie emitowane przez obiekty (głównie cieplne i mikrofalowe), promieniowanie generowane przez specjalistyczne urządzenia (radary i lidary), którego wartości odbicia są następnie mierzone i porównywane z wartościami promieni wysyłanych.
/*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

SQL (akronim z ang.: **S**tructured **Q**uery **L**anguage)
Standardowy język używany do wprowadzania, usuwania, modyfikowania oraz odczytywania informacji w relacyjnych i relacyjno-obiektowych bazach danych.
/*A. Konieczny*/

SRTM (akronim z ang.: **S**huttle **R**adar **T**opography **M**ission)
Jeden z pierwszych globalnych modeli terenu, udostępniany bezpłatnie, opracowany na podstawie obrazów radarowych pozyskanych w czasie misji wahadłowca Space Shuttle Endeavour w 2000 r. Dostępny na kilku serwerach w rozdzielczościach od 1 (tylko dla Stanów Zjednoczonych) do 30 s. (30–1000 m).
/*R. Bałazy*/

stała kamery – *patrz:* ogniskowa obiektywu

stan posiadania Lasów Państwowych
Lasy, grunty i inne nieruchomości stanowiące własność Skarbu Państwa i pozostające w zarządzie, trwałym zarządzie lub użytkowaniu wieczystym jednostek organizacyjnych Lasów Państwowych. Zarządzenie Nr 67 dyrektora generalnego Lasów Państwowych z dnia 17 lipca 2001 r. w sprawie sposobu ewidencjonowania lasów, gruntów i innych nieruchomości w Lasach Państwowych określiło sposób założenia i prowadzenia ewidencji gruntów, budynków i lokali.
/*A. Pajda*/

standard
Kryterium określające własności wyrobu lub cechy procesu technologicznego odpowiadające ustalonym prawidłom, czyli opracowywanie i wprowadzanie jednolitych norm, które zapewniają powtarzalność produktu. /*K. Okła*/

Standard 23
Pierwsze w Lasach Państwowych unormowanie definiujące warunki, jakim powinny odpowiadać mapy numeryczne wykonywane dla nadleśnictw, wprowadzone Zarządzeniem nr 23 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 18 maja 1998 r. w sprawie wstępnych założeń technicznych dla wykonawców leśnej mapy numerycznej oraz jej ewidencjonowania. Założenia te – jak napisano w zarządzeniu – mają *charakter wytycznych określających kryteria, którym powinna podlegać leśna mapa numeryczna tworzona dla nadleśnictw w okresie przed zdefiniowaniem jej standardu* i powinny one pozwolić *na łatwiejsze dostosowanie map zbudowanych z wykorzystaniem niniejszych założeń do wymogów opracowywanego standardu leśnej mapy numerycznej*. /*K. Okła*/

Standard Leśnej Mapy Numerycznej – SLMN

Ujednolicenie struktury Leśnej Mapy Numerycznej oraz narzędzi do eksploatacji tej mapy wynikające z potrzeby utrzymania homogeniczności wymiany informacji (zwłaszcza przy generalizacji danych z różnych nadleśnictw do wyższych poziomów zarządzania), kompatybilności programowej, zapewnienia możliwości analitycznych, konieczności zachowania jednolitości działania aplikacji użytkowych oraz z korzyści ekonomicznych i edukacyjnych. Standard spójny wewnętrznie, otwarty na możliwość współpracy z innymi systemami oraz modernizację wewnętrzną. /*K. Okła*/

stereodigitalizacja

Pomiary fotogrametryczne wykonywane najczęściej w modelach stereoskopowych, polegające na wyznaczaniu współrzędnych pojedynczych punktów lub na bezpośrednim kreśleniu warstwic. /*K. Będkowski*/

stereogram – *patrz:* stereopara

stereopara; stereogram; para stereoskopowa

Zestaw dwóch zdjęć lotniczych lub scen satelitarnych pokrywających w części ten sam teren. Oglądany w stereoskopie daje wrażenie plastycznego modelu terenu (efekt stereoskopowy). /*K. Okła*/

stereoskop

Przyrząd fotogrametryczny do obserwacji modelu stereoskopowego, składający się z dwu soczewek optycznych wklęsło-wypukłych z zamocowanymi dwiema parami luster dwukrotnie załamujących promienie biegnące od zdjęć do oczu. Odpowiednie ustawienie odległości między zdjęciami stereopary oraz ostrości pozwala obserwować stereoskopowy model terenu. /*K. Okła*/

stereoskopia lotnicza

Dwuoczne (stereoskopowe) widzenie, umożliwiające odbieranie wrażenia przestrzenności i ocenę odległości przedmiotów oddalonych od obserwatora. Rejestrując, a następnie obserwując zdjęcia wykonane z dwu różnych miejsc, można także uzyskać sztuczny efekt stereoskopowy. Para zdjęć spełniająca wymogi obserwacji stereoskopowej nazywana jest parą stereoskopową, stereoparą lub stereogramem. Niewielkie stereogramy można obserwować nawet gołymi oczami, choć przeważnie używa się odpowiedniego sprzętu. Aby zdjęcia lotnicze poprawnie obserwować stereoskopowo, muszą być spełnione odpowiednie kryteria obserwacji. Obiekty zarejestrowane na obu zdjęciach powinny być odwzorowane w podobnej skali, a oglądane zdjęcia zajmować takie położenie, jakie zajmowały w momencie fotografowania (obiekty obserwuje się w ich płaszczyznach rdzennych, czyli w płaszczyznach wyznaczonych przez obydwa środki rzutów i obserwowany obiekt). Aby model stereoskopowy przedstawiał, podobnie jak w rzeczywistości, wzniesienia terenu wypukłościami do obserwatora, należy lewym okiem obserwować zdjęcie lewe, a prawe – prawym (efekt ortoskopowy). Efekt odwrotny, z odwróconym mo-

delem terenu, nosi nazwę efektu pseudoskopowego. W odniesieniu do drzewostanów zróżnicowanych wysokościowo stereoskopowa obserwacja i interpretacja zdjęć umożliwia uzyskanie dokładniejszych i bardziej szczegółowych wyników w porównaniu do obserwacji pojedynczego zdjęcia. /*E. Wiśniewska*/

stereoskopowy model; stereomodel
Widziany w stereoskopie obraz terenu uzyskany ze stereopary, dający złudzenie plastyczności terenu oraz pozwalający na uzyskanie większej liczby i lepszej jakości informacji niż samo zdjęcie lotnicze. /*K. Okła*/

stół digitizerski – *patrz:* digitizer

strony świata; kierunki geograficzne
Kierunki wyznaczone na powierzchni kuli ziemskiej. Wyróżnia się cztery kierunki główne związane z właściwościami ruchu obrotowego Ziemi: północ (N) – azymut 0° (lub 360°) i południe (S) – azymut 180°, których wyobrażenie graficzne wskazują linie południków, oraz wschód (E) – azymut 90° i zachód (W) – azymut 270°, których wyobrażenie graficzne wskazują linie równoleżników, oraz 32 kierunki pośrednie (wg skali rumbowej). /*K. Okła*/

struktura bazy geometrycznej
Szczegóły składające się na bazę geometryczną, zdefiniowane pod względem kartograficznym, geograficznym, bazodanowym i informatycznym. /*K. Okła*/

struktura danych
Forma i sposób uporządkowania informacji w bazie danych, ułatwiające ich przeglądanie i edycję oraz przyspieszające przetwarzanie danych. /*K. Okła*/

stykanie
Pojęcie z zakresu analizy przestrzennej, które oznacza, że jeden obiekt sąsiaduje bezpośrednio (styka się) z obszarem zajmowanym przez obiekt drugi. /*K. Okła*/

SWING (akronim: **S**tandard **W**ymiany **IN**formacji **G**eodezyjnej**)**
Format pliku tekstowego danych geodezyjnych (dotyczących geometrii obiektów przestrzennych i ich opisów), służący do wymiany danych pomiędzy bazami danych różnych systemów informatycznych SIT. /*K. Okła*/

symulacje przestrzenne
Analizy przestrzenne informacji, na podstawie których można odpowiedzieć na pytanie, co będzie za jakiś czas lub jaki może być kierunek określonych procesów. /*R. Wójcik*/

system ekspertowy (SE); program ekspercki
Zaliczany do sztucznej inteligencji system komputerowy, którego działanie jest wzorowane na sposobie rozwiązywania problemów stosowanym przez lu-

dzi, stosowany, gdy informacja (wiedza) o rozwiązywanym zagadnieniu jest niepewna lub niekompletna albo niesformalizowana w sposób jednoznaczny, czyli nie istnieje model matematyczny bądź algorytmy rozwiązujące zadania danego zagadnienia. Zapisana w SE wiedza człowieka-eksperta z wybranej dziedziny może być wielokrotnie używana w sposób ekonomicznie efektywny, gdyż nie jest przy tym wymagana obecność eksperta. W jednym SE dobrej jakości możliwa jest agregacja specyficznej wiedzy zespołu ekspertów oraz rozpowszechnienie jej do wielu miejsc, w których realizuje się działania wymagające wykorzystania tej wiedzy. /*W. Tracz*/

System Identyfikacji Działek Rolnych – LPIS (akronim z ang.: **L**and **P**arcel **I**dentification **S**ystem)

Baza danych utworzona na podstawie ewidencji gruntów w ramach projektów prowadzonych przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz Główny Urząd Geodezji i Kartografii, w związku z dokonywaniem dopłat dla rolników z funduszy pomocowych Unii Europejskiej. LPIS jest częścią Zintegrowanego Systemu Zarządzania i Kontroli **IACS** (akronim z ang.: **I**ntegrated **A**dministration and **C**ontrol **S**ystem), którego celem jest identyfikacja, określenie położenia i kontrola deklarowanych przez rolników działek rolnych. Na potrzeby bazy LPIS wykonywane są m.in. ortofotomapy, z których często korzystają też Lasy Państwowe. /*H. Olenderek*/

System Informacji Geograficznej – GIS – *patrz:* System Informacji Przestrzennej – SIP

System Informacji o Terenie – *patrz:* System Informacji Terenowej

System Informacji Przestrzennej – SIP (ang.: *Spatial Information System*)

Komputerowe systemy gromadzenia, analizowania, przetwarzania i prezentowania danych o położeniu i relacjach pomiędzy obiektami i zjawiskami zlokalizowanymi przestrzennie, czyli forma manipulowania danymi zorientowanymi w trójwymiarowej przestrzeni (współrzędne *X, Y, Z*) z uwzględnieniem czwartego elementu, jakim jest czas. Kiedy dokładność danych źródłowych odpowiada małym skalom map, mówimy o **GIS** (akronim z ang.: **G**eographic **I**nformation **S**ystem) – **Systemie Informacji Geograficznej**, natomiast wśród geodetów funkcjonuje pojęcie **System Informacji Terenowej SIT** (z ang.: – **LIS** Land Information System) i odnosi się do przetwarzania danych odpowiadających dokładności map wielkoskalowych. /*J. Mozgawa, H. Olenderek, D. Korpetta*/

System Informacji Terenowej; System Informacji o Terenie – SIT; LIS (akronim z ang.: **L**and **I**nformation **S**ystem)

Baza danych przestrzennych dotycząca określonego obszaru oraz procedury i techniki służące systematycznemu zbieraniu, aktualizowaniu i udostępnianiu danych. Prowadzenie SIT jest przypisane prawnie administracji rządowej. Dane zawarte w ewidencji gruntów i budynków, ewidencji sieci uzbrojenia

terenu oraz w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym stanowią podstawę do założenia krajowego systemu informacji o terenie. /*Ustawa prawo geodezyjne…*/

System Informatyczny Lasów Państwowych – SILP
Opisowa baza danych obejmująca całą działalność nadleśnictwa, w tym działalność gospodarczą w pododdziałach i wydzieleniach (podstawowych jednostkach adresowych) posiadających pełny opis elementów taksacyjnych oraz planowanych i wykonanych zadań gospodarczych. SILP powstał w celu zagwarantowania jednolitego, uporządkowanego zbioru aktualnych informacji przyrodniczo-leśnych i techniczno-ekonomicznych, niezbędnych do prawidłowego prowadzenia i zarządzania gospodarką leśną na szczeblu nadleśnictwa, Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych i Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych. /*H. Olenderek, D. Korpetta*/

system kartowania mobilnego – MMS (akronim z ang.: **M**obile **M**apping **S**ystem)
System będący polskim patentem (powstały w Polskim Przedsiębiorstwie Wydawnictw Kartograficznych – PPWK), oparty na technologii szybkiego i efektywnego pozyskiwania danych przestrzennych obejmujących pas drogowy wraz z jego najbliższym otoczeniem. Na system składa się samochód pomiarowy wyposażony w zestawy kamer dostarczających obrazy o pokryciu stereoskopowym (oraz opcjonalnie skanery laserowe) i komponent programowy do zbierania danych przejazdu samochodu, a także moduł przetwarzania fotogrametrycznego (prace kameralne). Do precyzyjnej nawigacji stosuje się system pozycjonowania globalnego GPS, nawigacyjny system inercyjny INS oraz precyzyjny odometr. Większość stosowanych systemów MMS wyposażonych jest w skanery pozwalające zbierać chmury punktów laserowych i cechuje się znacznym zasięgiem (do 300 m) oraz możliwością rejestracji nieograniczonej liczby odbić pośrednich promienia laserowego. W pomiarach prowadzonych w Lasach Państwowych dane pochodzące z MMS dobrze integrowały się z danymi ze zdjęć lotniczych i lotniczego skaningu laserowego, co pozwoliło na zbudowanie zestawu danych wieloźródłowych. /*A. Choromański*/

system nawigacji satelitarnej
System nawigacyjny oparty na satelitach poruszających się po ściśle wyznaczonych orbitach, umożliwiający wyznaczenie położenia punktu lub poruszających się obiektów w trzech wymiarach w dowolnej części Ziemi. /*J. Prengel*/

system odniesienia WGS 84 (akronim z ang.: **W**orld **G**eodetic **S**ystem 19**84**)
Geodezyjny system odniesienia opracowany przez DMA (Defense Mapping Agency) – amerykańską Wojskową Agencję Kartograficzną. Powstał w wyniku niewielkiej modyfikacji systemu GRS-80, stosowany do określania parametrów orbit satelitów i współrzędnych punktów w systemie GPS. /*K. Okła*/

system pozycjonowania satelitarnego – GPS – *patrz:* GPS

system zarządzania bazą danych (ang.: Database Management System – DBMS)

Program komputerowy ułatwiający manipulowanie bazą danych i spełniający w tym celu następujące funkcje: tworzenie, modyfikacja i usuwanie struktur danych w bazie; dodawanie, modyfikacja i usuwanie rekordów z tabel bazy danych; pobieranie informacji z bazy; obsługa transakcji; zarządzanie bezpieczeństwem i integralnością danych; tworzenie i odtwarzanie kopii bezpieczeństwa; tworzenie własnych aplikacji. Od 1970 r. opracowane zastały następujące typy implementacyjnych modeli baz danych: hierarchiczny, sieciowy, relacyjny, obiektowy, obiektowo-relacyjny. Zrozumienie sposobu zorganizowania bazy relacyjnej, obiektowej i połączenia tych dwóch – bazy relacyjno-obiektowej – pozwala na poznanie zasady funkcjonowania geobazy, najbardziej przyszłościowej technologii tworzenia rozbudowanych systemów informacji przestrzennej. /*A. Konieczny*/

systemy obiektowe

Programy GIS, które nie wymagają tworzenia warstw, ale dają możliwość wyświetlania poszczególnego rodzaju obiektów. Umożliwiają prezentację na ekranie wszystkich obiektów bez ich warstwowania, z jednoczesną możliwością manipulowania każdym obiektem z osobna lub grupą dowolnie wybranych obiektów, nazywanych obiektami złożonymi. /*K. Okła*/

szerokość geodezyjna

Kąt dwuścienny zawarty pomiędzy płaszczyzną równika elipsoidy a normalną (prostopadłą) do powierzchni elipsoidy. /*W. Karaszkiewicz*/

szerokość geograficzna

Kąt zawarty pomiędzy kierunkiem pionu w danym punkcie na Ziemi a płaszczyzną równika, oznaczany symbolem φ. /*K. Okła*/

szrafura; deseń; kreskowanie

Kreski równoległe lub przecinające się albo dowolny inny deseń, stosowane w kartografii do wyróżnienia elementów powierzchniowych na mapach tematycznych. /*K. Okła*/

sztuczna inteligencja

Realizacja za pomocą komputera zadań, które w przypadku człowieka nazywane są działaniem inteligentnym. Sposób działania sztucznej inteligencji polega na rozwiązywaniu przez komputer trudnych zadań, często przy niekompletnej i niepewnej informacji. Zadania trudne to takie, do których rozwiązania nie dają się skutecznie zastosować tradycyjne metody analizy danych. Do metod sztucznej inteligencji zalicza się: sztuczne sieci neuronowe, systemy ekspertowe, algorytmy genetyczne, przetwarzania oparte na logice rozmytej, robotykę, uczenie się maszyn, inżynierię wiedzy. /*W. Tracz*/

sztuczna sieć neuronowa – *patrz:* sieć neuronowa

tabela
Element większości baz opisowych przedstawiony w formie arkusza, zawierający opis poszczególnych danych (najczęściej liczbowych), uporządkowany w określony sposób (w polach i rekordach). /*K. Okła*/

tabela atrybutów
Element bazy geometrycznej zawierający opis poszczególnych obiektów geometrycznych, uporządkowany w pola i rekordy. /*K. Okła*/

TBD – *patrz:* Baza Danych Topograficznych – TBD

techniki teledetekcyjne aktywne
Techniki teledetekcyjne bazujące na własnym „oświetleniu" obiektów. Teledetekcja aktywna polega na wysyłaniu wiązki promieniowania, a następnie rejestracji fal odbitych; często przy tym oblicza się czas, kąt i intensywność wiązki zwrotnej. Do aktywnych technik teledetekcji zalicza się zdjęcia radarowe i zdjęcia lidarowe. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

techniki teledetekcyjne pasywne
Techniki teledetekcyjne uzależnione od zewnętrznego źródła promieniowania (np. odbite promieniowanie Słońca, emisja cieplna, emisja mikrofalowa). Zalicza się do nich zdjęcia: panchromatyczne, w barwach naturalnych, podczerwone, termalne, wielospektralne, hemisferyczne, wideo. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

tekst
Napisy przypisane do obiektów graficznych lub stanowiące osobne obiekty, o treści niezależnej od informacji opisowej. /*K. Okła, R. Smoliński*/

teledetekcja
Jedna z technologii geomatyki, zajmująca się pozyskaniem, przetwarzaniem i interpretowaniem danych przestrzennych w postaci informacji obrazowej, otrzymywanej w rezultacie rejestracji promieniowania elektromagnetycznego odbitego lub emitowanego przez różnego rodzaju obiekty środowiskowe. /*J. Mozgawa*/

terenowa wielkość piksela
Odległość pomiędzy punktami terenowymi reprezentowanymi przez środki sąsiednich pikseli obrazu cyfrowego. /*Rozporządzenie…*/

terenowy skaning laserowy – *patrz:* lidar naziemny – TLS

TERYT2
Propozycja integracji rejestru TERYT prowadzonego przez GUS z Państwowym Rejestrem Granic i EGiB (bazą danych ewidencji gruntów i budynków). /*H. Olenderek*/

TLS – *patrz:* lidar naziemny – TLS

topografia
Dział geodezji i kartografii obejmujący zasady pomiarów terenowych, zajmujący się wykonywaniem takich pomiarów i sporządzaniem map topograficznych.

Topograficzna Baza Danych – *patrz:* Baza Danych Topograficznych

topologia
Informacja o przestrzennych obiektach wektorowych i ich sąsiedztwie, rozmieszczeniu wzajemnym względem innych obiektów i zależnościach między nimi. /*K. Okła*/

topologiczny model danych wektorowych
Oprócz położenia obiektu definiowany jest jego związek z innymi obiektami. Do opisu przestrzeni trzeba: podać położenie punktów węzłowych (współrzędne); określić przebieg linii między węzłami; opisać powierzchnie znajdujące się po obu stronach linii, a w odniesieniu do linii, które pomiędzy węzłami mają dodatkowe punkty załamania, podać położenie tych punktów. W modelu topologicznym definiowany jest zwrot linii – zmiana zwrotu powoduje konieczność zmiany definicji obszarów położonych po jej lewej i prawej stronie. /*D. Korpetta*/

transformacja
Operacja przekształcania danych przestrzennych do żądanego odwzorowania kartograficznego. Rozróżniamy trzy warianty transformacji: Helmerta, afiniczną i wielomianową. /*K. Okła*/

układ odniesień przestrzennych – *patrz:* układ współrzędnych

układ WGS 84 – *patrz:* system odniesienia WGS 84
Układ współrzędnych geodezyjnych wprowadzony w Polsce w latach 70. XX w. na potrzeby cywilne (mapy układu współrzędnych Pułkowo 1942 były tajne), w celu udostępnienia map topograficznych użytkownikom gospodarki narodowej, w tym na potrzeby geodezji powszechnej. Za powierzchnię odniesienia obliczeń geodezyjnych przyjęto elipsoidę Krasowskiego. W celu zminimalizowania zniekształceń odwzorowawczych terytorium Polski zostało podzielone na pięć niezależnych stref. /*W. Karaszkiewicz*/

układ współrzędnych; układ odniesień przestrzennych
Zdefiniowany zestaw liczb oznaczających współrzędne geograficzne, jednoznacznie określających pozycję danego punktu lub zbioru punktów na powierzchni Ziemi. W Polsce od 2010 r. obowiązują dwa systemy współrzędnych: układ PUWG 1992 – do opracowań topograficznych oraz układ PUWG 2000 – do opracowań wielkoskalowych, jednak ze względu na zgromadzony duży za-

sób kartograficzny wykorzystuje się jeszcze stare układy, w tym układ 1942, PUW 1965 oraz układy lokalne. /*K. Okła*/

układ współrzędnych Pułkowo 1942

Układ współrzędnych geodezyjnych wprowadzony w 1952 r. we wszystkich krajach socjalistycznych jako podstawa do wszelkich prac geodezyjnych i kartograficznych. Za matematyczną powierzchnię odniesienia przyjęto elipsoidę obrotową Krasowskiego z punktem przyłożenia do geoidy w obserwatorium astronomicznym w Pułkowie (dzielnica Leningradu, obecnie Petersburga). W celu odwzorowania powierzchni elipsoidy na płaszczyznę mapy przyjęto metodę Gaussa-Krügera. Na obszarze Polski mieszczą się dwie strefy o południkach osiowych 15° i 21° oraz mały fragment wschodnich krańców państwa w strefie o południku osiowym 27°. /*W. Karaszkiewicz*/

układ współrzędnych PUWG 1992

Układ współrzędnych geodezyjnych wprowadzany do użytku cywilnego od 1992 r. Powierzchnią odniesienia jest geocentryczna, globalna elipsoida GRS'80, przyjęta przez podkomisję EUREF (IAG) w 1992 r. na sympozjum w Bernie do stosowania w pracach geodezyjnych i kartograficznych. Parametry elipsoidy zostały wyznaczone za pomocą technik satelitarnych (pomiary dopplerowskie i GPS). Są dwa warianty nowego układu: 1) dla map wielkoskalowych (skale od 1:500 do 1:5000) – cztery strefy odwzorowawcze; 2) dla map drobnoskalowych (skale 1:10 000 i mniejsze) – jedna strefa odwzorowawcza. Układ 1992 przyjęto do stosowania w Standardzie leśnej mapy numerycznej. /*W. Karaszkiewicz*/

układ współrzędnych „PUWG 2000"

Układ współrzędnych geodezyjnych zaprojektowany do zastosowań wielkoskalowych (głównie mapy o charakterze zasadniczym w skalach od 1:500 do 1:5000). Obszar Polski podzielony jest na cztery trzystopniowe strefy odwzorowawcze, tworzące cztery odrębne układy współrzędnych płaskich: 2000/15, 2000/18, 2000/21 oraz 2000/24. Strefy odwzorowawcze zostały ponumerowane (licząc od zachodu): 5, 6, 7, 8. W każdej strefie południk środkowy odwzorowuje się na pobocznicy walca siecznego (współczynnik zmiany skali na południku wynosi 0,999923). Podobnie jak w układzie PUWG 1992, powierzchnią odniesienia jest układ ETRF'89. /*W. Karaszkiewicz*/

usługi danych przestrzennych

Usługi będące operacjami, które mogą być wykonywane przy użyciu oprogramowania komputerowego na danych zawartych w zbiorach danych przestrzennych lub powiązanych z nimi metadanych. /*Ustawa IIP…*/

V mapa – *patrz:* mapa wektorowa poziomu drugiego

Video Stereo Digitizer – VSD

Narzędzie służące do fotointerpretacji zdjęć lotniczych. Wyświetlane na ekranie jednocześnie dwa obrazy, uzyskane przez skanowanie odpowiednich fragmentów zdjęć lotniczych, obserwuje się przez stereoskop lustrzany. W polu widzenia modelu stereoskopowego umieszczony jest znaczek pomiarowy, sterowany za pomocą myszy lub klawiatury. Po zorientowaniu modelu położenie znaczka pomiarowego może być zarejestrowane w układzie trzech współrzędnych terenowych (*x, y, z*). Wyniki opracowania są zapisywane w pliku zawierającym elementy punktowe i liniowe. Wyniki tej fotointerpretacji w postaci warstwy wektorowej mogą być wczytane na odpowiednią warstwę leśnej mapy numerycznej. Zebrane dane mogą być wymieniane z innymi systemami. /*E. Piekarski*/

warstwa mapy numerycznej

Zdigitalizowany lub – stosowany jako podkład – rastrowy obraz jednego rodzaju informacji, ułatwiający orientację i poruszanie się w strukturze mapy. Rozróżnia się **warstwy informacyjne** – warstwy bazy geometrycznej i **warstwy tematyczne** – powstające przez wygenerowanie wyselekcjonowanych informacji z bazy opisowej. Istotną cechą warstw jest możliwość ich edycji. /*K. Okła*/

warstwica; poziomica; izohipsa

Linia krzywa na mapie, łącząca sąsiadujące punkty o jednakowej wysokości względem przyjętego poziomu odniesienia, najczęściej względem poziomu morza. /*K. Okła*/

Web GIS

System informacji przestrzennej o architekturze zorientowanej serwerowo funkcjonujący w sieci Internet. /*D. Korpetta*/

wektor

Metoda reprezentacji cyfrowej danych przestrzennych, w której wszystkie linie składają się z bezwymiarowych punktów połączonych jednowymiarowymi odcinkami. /*K. Okła*/

wektoryzacja

Proces zamiany danych rastrowych do postaci wektorowej. /*K. Okła*/

wektoryzacja automatyczna

Odmiana wektoryzacji realizowana w jednym procesie obliczeniowym, w którym wszystkie elementy rastra zamieniane są automatycznie na obiekty wektorowe. Nie zapewnia zwykle zadowalających rezultatów, zwłaszcza w przypadku analogowych map leśnych, których ręczny opis praktycznie uniemożliwia automatyczną filtrację tekstu. /*D. Korpetta*/

wektoryzacja manualna, ręczna
Odmiana wektoryzacji prowadzona interaktywnie (myszką) na ekranie komputera z wyświetlonym w tle zeskanowanym obrazem rastrowym mapy analogowej. /*R. Smoliński, K. Okła*/

wektoryzacja półautomatyczna
Odmiana wektoryzacji manualnej wspomaganej przez operatora, który proponuje przebieg niektórych linii. /*D. Korpetta*/

węzły; werteksy; punkty pośrednie
Punkty współrzędnych tworzące kolejne złamania obiektów jedno- i dwuwymiarowych. Kolejność węzłów decyduje o kierunku linii i obwodnicy poligonu. /*R. Smoliński*/

wideografia lotnicza
Technika teledetekcji wykorzystująca magnetyczny zapis obrazu. Stosowana w wielu wariantach, wykorzystujących zarówno zakresy widzialne, jak i zakres podczerwieni. Najpopularniejsza w zastosowaniach praktycznych jest wersja techniki wideo w barwach naturalnych, traktowana jako substytut filmów barwnych w barwach naturalnych. Wadą techniki wideo jest niestabilność kolorystyczna zapisu magnetycznego oraz brak możliwości pogodzenia sprzecznych postulatów pokrycia pełnym zobrazowaniem dużego obszaru i konieczności zachowania odpowiedniej geometrycznej rozdzielczości obrazu. Wideografia lotnicza jest powszechnie wykorzystywana w teledetekcji lasów w Stanach Zjednoczonych. /*J. Mozgawa*/

widok perspektywiczny NMT
Specjalna prezentacja Numerycznego Modelu Terenu umożliwiająca ogląd danego terenu w różnych rzutach perspektywicznych. Kształt widoku zależy od azymutu i kąta obserwacji oraz przyjętego współczynnika przewyższenia (przerysowania) modelu, który wyraża stopień zwiększenia skali pionowej względem skali poziomej modelu. Widoki perspektywiczne mogą być uzupełnione obrazami satelitarnymi lub lotniczymi, mogą być na nie nałożone warstwy kodujące wartości wysokości terenu za pomocą odpowiednio dobranej legendy barwnej. W celu uwypuklenia rzeźby terenu stosuje się cieniowanie. Różne odcienie koloru są przypisywane do stref wysokości lub do wystawy względem stron świata. /*K. Będkowski*/

wieloboki – *patrz:* poligony

wiersz tabeli – *patrz:* rekord

wschód
Nazwa jednej z czterech głównych stron świata mająca wartość azymutu 90°, odnosząca się do kierunku widnokręgu wskazywanego przez wschodzące Słońce w dniu równonocy, w kartografii oznaczana zazwyczaj skrótem **E** (z ang.: *East*). /*K. Okła*/

współrzędne geodezyjne

Miary kątowe na elipsoidzie obrotowej (L, B): **L** (**długość geodezyjna**) – kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną zawierającą południk zerowy L_0 a płaszczyzną zawierającą południk wyznaczanego punktu P – L_P; **B** (**szerokość geodezyjna**) – kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną równika elipsoidy a normalną (prostopadłą) do powierzchni elipsoidy w punkcie P. Posługiwanie się **współrzędnymi elipsoidalnymi** jest niewygodne ze względu na skomplikowane algorytmy obliczeniowe miar charakteryzujących kształt i rozmieszczenie prezentowanych zjawisk i obiektów, dlatego w praktyce używa się **współrzędnych płaskich** *X,Y* rzutowanych na płaszczyznę arkusza mapy.
/*W. Karaszkiewicz*/

współrzędne geograficzne

Sferyczne współrzędne punktów na Ziemi, opisane długością i szerokością geograficzną. /*K. Okła*/

wybór SQL – *patrz:* zapytanie SQL

wykres

Forma graficznej prezentacji wzajemnych zależności danych ilościowych. /*T. Olenderek*/

wykres rozrzutu

W geostatystyce – wykres wszystkich pomierzonych wartości jednej cechy zregionalizowanej w danym punkcie oraz punktach o określonym kierunku w przestrzeni geograficznej. /*W. Tracz*/

wyplot (wyrażenie potoczne)

Wydruk zawartości pliku komputerowego (np. mapy numerycznej) na ploterze. /*K. Okła*/

wysokość bezwzględna – *patrz:* wysokość nad poziomem morza

wysokość lotu fotogrametrycznego

Wysokość, z jakiej wykonywane są zdjęcia lotnicze, mająca istotny wpływ na wielkość różnicy paralaks podłużnych, a w związku z tym także na plastyczność modelu stereoskopowego. Do celów taksacji leśnej zdjęcia nie powinny być wykonywane z wysokości większych od 2000 m.
/*E. Piekarski*/

wysokość nad poziomem morza

Wysokość punktu położonego na powierzchni prostopadłej do siły ciężkości Ziemi odniesiona do poziomu, gdzie morze styka się z lądem (linia brzegowa wyznacza poziomicę równą zeru), i który wyznaczony jest przez średnie położenie wód morskich między przypływem i odpływem, z uwzględnieniem falowania, kształtu

geoidy Ziemi oraz efektów wywołanych lokalnymi anomaliami grawitacyjnymi, przyjmowana w kartografii za poziom odniesienia dla wysokości obiektów na lądzie i pod powierzchnią mórz (lub w depresji). Wysokość danego punktu względem poziomu określa się nazwą **wysokości bezwzględnej** i oznacza skrótem **n.p.m.** (nad poziomem morza) lub **p.p.m.** (poniżej poziomu morza). Wysokość punktu względem punktu odniesienia innego niż poziom morza nazywa się **wysokością względną** i stosuje najczęściej w odniesieniu do wysokości szczytów górskich lub jaskiń wobec poziomu dna doliny. W Polsce średni poziom morza wyznaczony jest na podstawie wskazań mareografu w Kronsztadzie (w okolicy Sankt Petersburga w Rosji). W Europie wykorzystywanych jest obecnie ok. 15 lokalnych systemów wysokościowych, ale planuje się wprowadzenie jednego Europejskiego Wysokościowego Systemu Odniesień (EVRS). Na planetach oraz obiektach kosmicznych niemających pokrywy wodnej tzw. poziom morza oblicza się jako średnią wysokości wszystkich punktów ich powierzchni. /*K. Okła*/

wysokość względna – *patrz:* wysokość nad poziomem morza

wystawa terenu; **ekspozycja**
Kierunek nachylenia zbocza, określony stronami świata. /*K. Okła*/

wzmacniacz optyczny – *patrz:* laser

wzmocnienia obrazów cyfrowych
Procedury teledetekcyjne stosowane w celu optymalnego przygotowania obrazów do interpretacji tematycznych lub uzyskania danych liczbowych istotnych dla użytkownika. Ten typ przetworzeń jest często utożsamiany z całym procesem cyfrowego przetwarzania obrazów teledetekcyjnych. Wyróżnia się grupy przetworzeń: zmiany jasności i kontrastu, filtracje cyfrowe, nakładanie obrazów (tzw. merging), operacje międzykanałowe. /*J. Mozgawa*/

zachód
Nazwa jednej z czterech głównych stron świata mająca wartość azymutu 270°, odnosząca się do kierunku widnokręgu wskazywanego przez zachodzące Słońce w dniu równonocy, w kartografii oznaczana zazwyczaj skrótem **W** (z ang.: *West*). /*K. Okła*/

zakres optyczny spektrum elektromagnetycznego
Zakres spektrum elektromagnetycznego pomiędzy 0,3 μm a 22 μm (bliski ultrafiolet, światło widzialne i podczerwień), do którego rejestracji stosuje się sensory optyczne (kamery, skanery, lidary).
/*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

zapytanie SQL; wybór SQL
Najczęściej używana instrukcja języka SQL. Proste zapytanie składa się z trzech podstawowych składników: wyrażenia SELECT... FROM, klauzuli WHERE

oraz klauzuli ORDER BY. Nazwy pól, jakie zapytanie ma zwracać, są wpisane po słowie kluczowym SELECT, a tabele, do których te pola należą – po słowie FROM. Następnie do jednego lub większej liczby pól można zastosować kryteria wyboru wpisane w klauzuli WHERE, a wyniki posortować wg zawartości dowolnego pola (lub pól), stosując klauzulę ORDER BY. /*A. Konieczny*/

zastosowania zdjęć mikrofalowych w lasach
Zdjęcia mikrofalowe mogą być wykorzystywane do identyfikacji i określania zasięgu pokrywy leśnej, rozpoznawania typów lasu i dominujących w nim gatunków, określania struktury przestrzennej lasu i klasyfikacji grup wiekowych drzewostanów. Powstały modele zależności sygnału mikrofalowego od różnych parametrów drzewostanów: wysokości, liczby pni, zwarcia koron, zasobności. Poprzez analizy prowadzone na zdjęciach mikrofalowych można też wyznaczać miąższość pni. /*K. Stankiewicz*/

zawieranie
Pojęcie z zakresu analizy przestrzennej – jeden obiekt w całości znajduje się (zawiera) w obszarze zajmowanym przez obiekt drugi. /*K. Okła*/

zbiór
Uporządkowane nagromadzenie danych jednorodnych pod względem reprezentowanej struktury bazodanowej. /*K. Okła*/

zbiór danych przestrzennych
Rozpoznawalny ze względu na wspólne cechy zestaw danych przestrzennych. /*Ustawa IIP…*/

zdjęcia barwne w barwach naturalnych – *patrz:* zdjęcia panchromatyczne

zdjęcia barwne w barwach umownych – *patrz:* zdjęcia spektrostrefowe

zdjęcia barwne z zakresem podczerwieni – *patrz:* zdjęcia spektrostrefowe

zdjęcia cyfrowe
Zdjęcia rejestrowane przez skanery w sposób dyskretny. Skanery zapisują promieniowanie elektromagnetyczne w postaci matrycy pikseli – podstawowych elementów obrazu. Każdy z pikseli ma wartość odpowiadającą zarejestrowanej intensywności światła, ciepła lub innego zakresu promieniowania elektromagnetycznego. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

zdjęcia czarno-białe – *patrz:* zdjęcia panchromatyczne

zdjęcia fotograficzne
Zdjęcia rejestrowane w sposób ciągły przez kamery na błonach fotograficznych. /*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

zdjęcia fotogrametryczne

Rodzaj zdjęć podlegających zasadom wykonywania prac fotolotniczych. Muszą być wykonane z pokładu specjalnie adoptowanego środka latającego wyposażonego w oprzyrządowanie nawigacyjne, kamerę pomiarową i przyrządy pomocnicze. Konstrukcja aparatu fotograficznego powinna gwarantować zachowanie niezmiennych (stałych) elementów orientacji wewnętrznej, kamery muszą mieć aktualne metryki kalibracji, a lot fotogrametryczny należy realizować zgodnie z projektem nalotu i jego uwarunkowaniami technicznymi. Lotnicze zdjęcia fotogrametryczne mogą być wykorzystywane jako materiał podstawowy dla wykonawców zadań geodezyjnych i kartograficznych.
/*E. Wiśniewska*/

zdjęcia hemisferyczne

Metoda wykorzystująca zdjęcia wykonywane za pomocą obiektywu typu „rybie oko" (ang. *fisheye*), zapewniającego w pełni koliste odwzorowanie całej hemisfery poprzez rejestrowanie obrazu przestrzeni w zakresie 180°. W leśnictwie metoda wykorzystywana do pomiarów parametrów koron drzew i określania: stopnia ażurowości, charakterystyki koron i oceny stanu aparatu asymilacyjnego – bardzo ważnych parametrów w analizie zdrowotności drzewostanów – oraz indeksu powierzchni liściowej LAI (akronim z ang. *leaf area index*), służącego do szacowania biomasy aparatu asymilacyjnego oraz wielkości promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, które ma wpływ na wzrost i rozwój drzewek w warstwie nalotu i podrostu.
/*P. Strzeliński*/

zdjęcia hiperspektralne

Rodzaj zdjęć wielospektralnych pozyskiwanych dla obszaru odfotografowywanego równocześnie w przeszło 10 zakresach (kanałach) spektralnych.
/*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

zdjęcia mikrofalowe; zdjęcia radarowe

Radar (akronim z ang.: **RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging) jest aktywnym systemem teledetekcyjnym wysyłającym promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie mikrofalowym oraz rejestrującym powracającą wiązkę (zwaną echem radaru) po jej odbiciu od obiektów znajdujących się na drodze wysłanych fal. Technika uniezależnia pozyskiwanie danych od światła słonecznego, które jest podstawą rejestracji zdjęć przez urządzenia optyczne, umożliwiając rejestrację obrazu zarówno w dzień, jak i w nocy. Największym atutem teledetekcji radarowej jest przenikanie promieniowania mikrofalowego przez pokrywę chmur, dzięki czemu można pozyskiwać dane niezależnie od warunków pogodowych.
/*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

zdjęcia niemetryczne; zdjęcia niefotogrametryczne

Zdjęcia wykonane kamerami niespełniającymi wymogów kamer metrycznych, prezentujące najczęściej zjawiska i zmiany na niedużych obszarach, trudnodo-

stępnych lub rozproszonych. Takie zobrazowania nie gwarantują tak wysokiej jakości i kartometryczności jak zdjęcia w pełni fotogrametryczne, ale pozwalają na szybką wizualizację zjawisk i analizę zmian na sfotografowanym obszarze.
/*K. Okła*/

zdjęcia panchromatyczne; zdjęcia czarno-białe; **zdjęcia barwne w barwach naturalnych**

Zdjęcia lotnicze czarno-białe lub barwne, powszechnie stosowane we wszelkich pracach fotogrametrycznych. Do początku lat 90. XX w. zdjęcia czarno-białe były główną techniką fotograficzną, pomocną w tworzeniu map topograficznych. Obecnie są wyjątkowo rzadko używane do rejestracji stanu środowiska, zastąpiono je filmami barwnymi w barwach naturalnych i umownych, ale stanowią cenny materiał archiwalny, możliwy do wykorzystania w analizach retrospektywnych. Zdjęcia barwne w barwach naturalnych są obecnie najczęściej wykonywanymi zdjęciami lotniczymi, wykorzystującymi do rejestracji odbitego od obiektów terenowych promieniowania elektromagnetycznego wielowarstwowe materiały filmowe negatywowe lub diapozytywowe. Warstwy emulsji filmów barwnych rejestrują zakresy promieniowania w przybliżeniu odpowiadające zakresom, na które wyczulony jest wzrok człowieka. Istotną wadą jest rejestracja promieniowania z zakresu niebieskiego, silnie rozpraszanego przez atmosferę. Zjawisko powoduje, że przy fotografowaniu obiektów z dużej wysokości na filmach barwnych występuje efekt niebieskawego zabarwienia obiektów.
/*J. Mozgawa*/

zdjęcia radarowe – *patrz:* zdjęcia mikrofalowe

zdjęcia spektrostrefowe; zdjęcia barwne w barwach umownych; zdjęcia barwne z zakresem podczerwieni

Zdjęcia w barwach nienaturalnych, często stosowane do inwentaryzacji obiektów o dużej przestrzennej zmienności przyrodniczej. Rejestrują z reguły dwa lub jeden z zakresów widzialnych promieniowania i zawsze zakres promieniowania podczerwonego, do długości fal rzędu 0,8–0,9 μm. Zielone części roślin sfotografowane na filmach spektrostrefowych są odwzorowywane w barwach czerwonych, z uwagi na silne odbicie promieniowania podczerwonego od organów asymilacyjnych.
/*J. Mozgawa*/

zdjęcia termalne

Zdjęcia teledetekcyjne pasywne w podczerwieni rejestrujące emisję w zakresach okien atmosferycznych: 3–5 μm oraz 8–14 μm. Nie są zobrazowaniami fotograficznymi – detektor rejestruje sygnał, który po przetworzeniu może być jednak przedstawiony w postaci obrazowej.
/*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

zdjęcia wideo – *patrz:* wideografia lotnicza

zdjęcia wielospektralne
Zdjęcia pozyskiwane dla obszaru odfotografowywany równocześnie w kilku, kilkunastu lub nawet kilkuset zakresach (kanałach) spektralnych. Standardowa fotografia wielospektralna obejmuje zdjęcie wykonane w zakresach: niebieskim, zielonym, czerwonym i bliskiej podczerwieni.
/*T. Zawiła-Niedźwiecki*/

zdjęcie lotnicze; fotografia lotnicza
Obraz fragmentu powierzchni Ziemi, zarejestrowany z pokładu statku powietrznego na emulsji fotograficznej lub nośniku cyfrowym. W leśnictwie wykorzystywane głównie w kartografii leśnej, taksacji wraz z inwentaryzacją zapasu i w ocenie stanu sanitarnego lasu. Uzupełniając informacje uzyskane na gruncie, ułatwiają i zwiększają dokładność opracowań. Informacje ze zdjęć lotniczych otrzymuje się w procesie fotointerpretacji. Zdjęcia spektrostrefowe do celów taksacji leśnej należy wykonywać w przybliżonej skali ok. 1:8000 i w pełni sezonu wegetacyjnego, kiedy najłatwiej jest opracować klucz fotointerpretacyjny.
/*E. Piekarski, K. Okła*/

zdjęcie satelitarne – *patrz:* zobrazowanie satelitarne

zmiany jasności i kontrastu obrazów cyfrowych
Procedury teledetekcyjne cyfrowego przetwarzania obrazów w poszczególnych kanałach rejestrowanego promieniowania. Stosowane, gdy w oryginalnych obrazach, po ich wizualizacji, stwierdza się niewielki zakres radiometrycznej jasności pikseli. Zmiany jasności i kontrastu przetransformowują zakres jasności pikseli obrazu oryginalnego na inne zakresy jasności w wizualizowanym obrazie na ekranie komputera. /*J. Mozgawa*/

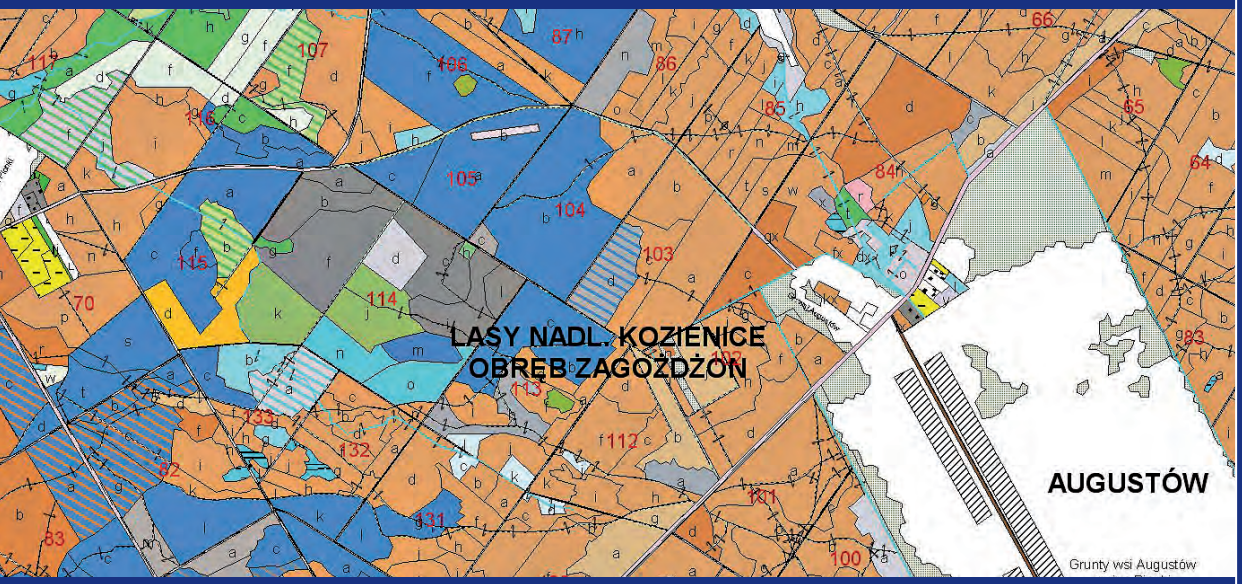
zmienne zregionalizowane
Zmienne związane z położeniem w przestrzeni geograficznej, które opisują wartości cechy występującej na określonym obszarze. /*W. Tracz*/

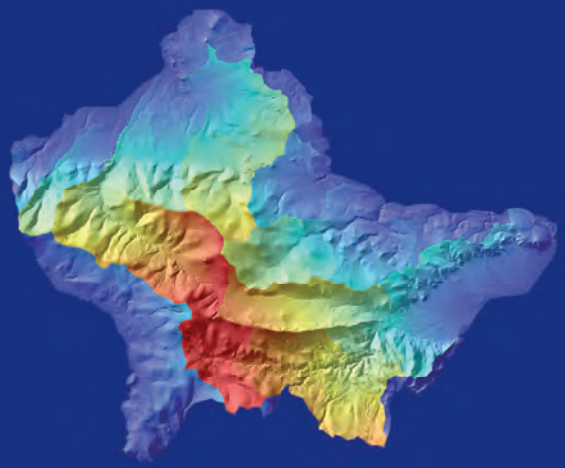
znaki geodezyjne
Znaki z trwałego materiału, określające położenie punktów osnowy geodezyjnej.
/*Ustawa prawo geodezyjne…*/

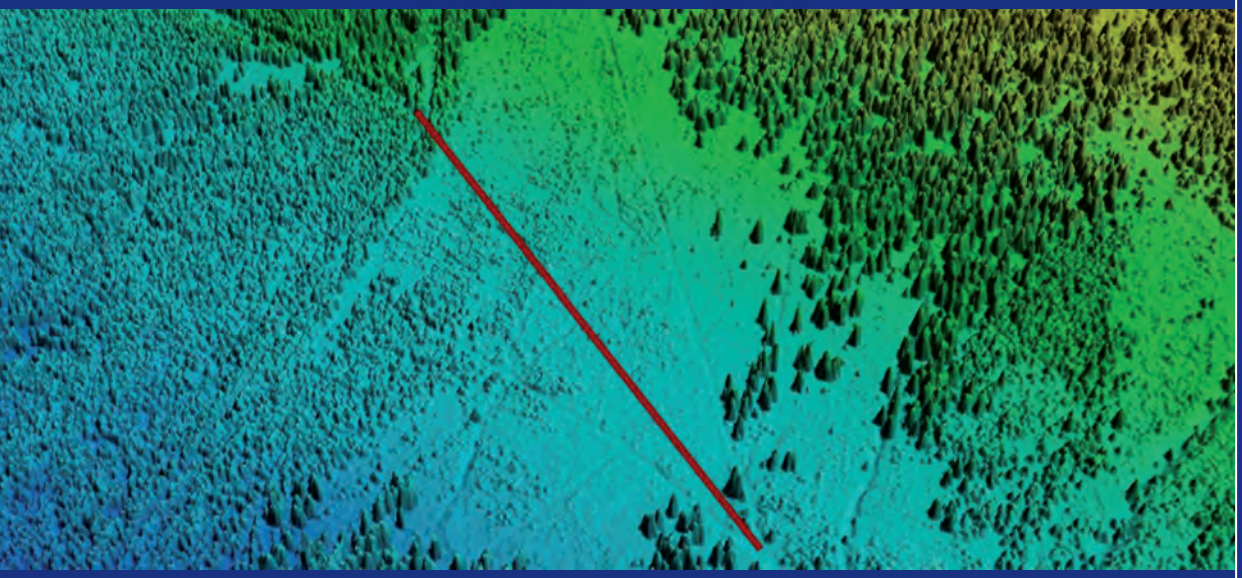
znaki kartograficzne – *patrz:* sygnatury

zobrazowanie satelitarne; scena satelitarna; zdjęcie satelitarne
Cyfrowy obraz teledetekcyjny powstały w wyniku pozyskania fotografii fragmentu powierzchni Ziemi poprzez wykonanie satelitarnych zdjęć spektrostrefowych lub zdjęć panchromatycznych. /*K. Okła*/

GEOMATYKA w Lasach Państwowych • Część II. PORADNIK PRAKTYCZNY







ISBN 978-83-61633-81-5