

Land Information System

PL. 9206-02-04/II

KOMPLEKSOWE WYKORZYSTANIE INFORMACJI ZE ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Część III

Szczegółowe aplikacje zdjęć lotniczych
w różnych dziedzinach gospodarki narodowej

Skrypt został przygotowany na zamówienie Głównego Geodety Kraju, w ramach projektu PHARE
PL. 9206-02-04/II, przez:

- ⇒ Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH w Krakowie;
- ⇒ Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej w Sieradzu
wchodzące w skład Konsorcjum „AEROFOTO 97”.

Kraków - Sieradz, maj 1998

SPIS TREŚCI:**Część III**

16. Ortofotomapa jako kartometryczny produkt przetwarzania zdjęć lotniczych oraz jako element bazowy systemów geoinformacyjnych	16-1
16.1 Wstęp - od fotomapy do wirtualnej ortofotomapy	16-1
16.2 Od przetwarzania strefowego do różniczkowego	16-1
16.3 Ortoorektifikacja, ortoobraz, ortofotomapa	16-3
16.4 Ortofotomapa w Polsce i wybranych krajach	16-7
16.4.1 Ortofotomapy w Austrii.....	16-7
16.4.2 Ortofotomapy w Szwecji.....	16-8
16.5 Ortofotomapa jako forma mapy i element systemu geoinformacyjnego w świetle tendencji rozwojowych geomatyki	16-9
16.6 Współczesne technologie wykonywania ortofotomapy	16-11
16.7 Systemy do opracowania i użytkowania cyfrowej ortofotomapy	16-12
16.8 Potrzeba aktualnej geoinformacji na bazie ortofotomapy	16-13
16.9 Ortofotomapa w systemach wspomagania decyzji.....	16-14
16.10 Analiza porównawcza ortofotomapy i ewidencji gruntów	16-14
16.11 Ćwiczenia	16-15
16.12 Warsztaty.....	16-17
16.13 Literatura.....	16-17
17. Interpretacja i pomiary obrazów stereoskopowych z użyciem fotogrametrycznej stacji cyfrowej VSD	17-1
17.1 Wprowadzenie	17-1
17.2 Sposób realizacji sztucznego efektu stereoskopowego w VSD.....	17-1
17.3 Obrazy cyfrowe w VSD.....	17-2
17.4 Organizacja dostępu do obrazów cyfrowych	17-3
17.5 Uruchomienie programu VSD i wybór pola roboczego	17-3
17.6 Stereopercepcja w VSD.....	17-4
17.7 Kursor i jego funkcje.....	17-5
17.8 Funkcje obrazowe VSD.....	17-7
17.9 Funkcje wektorowe	17-7
17.10 Wektoryzacja stereogramów.....	17-9
17.11 Import map wektorowych 2D i 3D oraz zapisanie wyników.....	17-10
17.12 Uwagi końcowe.....	17-13
17.13 Aktywne klawisze sterujące programem VSD - opcja stereo.....	17-15
18. Dostępność do biblioteki obrazów cyfrowych poprzez sieć komputerową. Kompresja i dekompresja obrazów	18-1

Zestaw A

A1. Administracja i zarządzanie	A1-1
A1.1 Potrzeby informacyjne w administracji i zarządzaniu	A1-1
A1.1.1 Zadania samorządu terytorialnego	A1-1
A1.1.2 Bariery informacyjne	A1-2
A1.1.3 System informacji o terenie jako narzędzie zarządzania.....	A1-3
A1.1.4 Zadania samorządów lokalnych wynikające z odpowiednich przepisów a zawartość informacyjna zdjęć lotniczych.....	A1-4
A1.2 Wprowadzenie do Komputerowych Systemów Wspomagania Decyzji	A1-6
A1.2.1 Uwagi ogólne	A1-6

A1.2.2 Definicje podstawowych pojęć	A1-7
A1.2.3 Rodzaje decyzji	A1-10
A1.2.3.1 Decyzje z uwzględnieniem wielu kryteriów	A1-10
A1.3 Literatura	A1-12
A1.4 Konspekt do ćwiczeń	A1-12
A1.4.1 Zadania dla bloku tematycznego A	A1-12
A1.4.2 Zadania dla bloku tematycznego B	A1-13
A2. Rolnictwo i użytkowanie gruntów	A2-1
1. Wprowadzenie	A2-1
1.1. Gleba jako zasadnicza, naturalna podstawa rolnictwa	A2-1
1.2. Centralne miejsce pedosfery	A2-1
A2.1. Użytkowanie rolnicze na podstawie zdjęć lotniczych	A2-2
A2.2. Ocena użytków zielonych i upraw rolniczych	A2-3
A2.3. Szacowanie degradacji gleb z powodu erozji powierzchniowej i liniowej, niszczenie dróg polnych	A2-4
A2.4. Warunki wodne w glebie i melioracje	A2-5
A2.5. Jakość użytków zielonych	A2-15
A2.6. Geoinformacyjne systemy wspomagania zarządzania i planowania na terenach rolniczych	A2-15
A2.7. Optymalizacja struktury przestrzennej terenów wiejskich	A2-15
A2.8. Ćwiczenia	A2-16
A2.9. Zajęcia warsztatowe	A2-16
Literatura	A2-17
A3. Leśnictwo i ochrona przyrody	A3-1
A3.1 Określenie zmian zachodzących w ekosystemach leśnych pod wpływem oddziaływania przemysłu	A3-1
A3.2 Zastosowanie zdjęć lotniczych w leśnictwie i ochronie przyrody (Lasy Państwowe, Parki Narodowe, Krajobrazowe, strefy chronione)	A3-6
A3.2.1 Historia zastosowań zdjęć lotniczych w leśnictwie	A3-6
A3.2.2 Zastosowania ortofotografii cyfrowej w leśnictwie	A3-7
A3.3 Wielkopowierzchniowy monitoring stanu zdrowotnego lasów przy wykorzystaniu spektrostrefowych zdjęć lotniczych	A3-10
A3.3.1 Krzywe spektrofotometryczne roślinności. Czynniki wpływające na przebieg krzywych	A3-10
A3.3.1.1 Odbicie promieniowania od liści i igieł	A3-11
A3.3.2 Ujęcie stanu zdrowotnego lasu na barwnych zdjęciach spektrostrefowych	A3-16
A3.3.2.1 Lotnicze zdjęcie spektrostrefowe	A3-16
A3.3.2.1.1 Czas wykonywania zdjęć	A3-16
A3.3.2.1.2 Film spektrostrefowy	A3-16
A3.3.2.1.3 Jakość radiometryczna zdjęcia lotniczego	A3-17
A3.3.2.1.3.1 Kontrast barw na zdjęciu lotniczym	A3-17
A3.3.2.1.3.2 Wskaźnik barw	A3-18
A3.3.2.1.4 Trasa nalotu	A3-18
A3.3.2.1.5 Obiektywy	A3-19
A3.3.2.1.6 Skala zdjęcia	A3-19
A3.3.2.1.7 Pokrycie terenu przez zdjęcia	A3-20
A3.3.2.2 Zalety zdjęć spektrostrefowych	A3-20
A3.3.3 Inwentaryzacja stanu zdrowotnego lasu	A3-20
A3.3.3.1 Siatka powierzchni próbnych	A3-20
A3.3.3.2 Jednostopniowy i wielostopniowy wybór powierzchni próbnej	A3-21
A3.3.4 Fotointerpretacja drzewostanów na zdjęciach lotniczych i kartowanie biotopów	A3-23
A3.3.5 Interpretacja wizualna zdjęć spektrostrefowych	A3-23
A3.3.6 Identyfikacja gatunku	A3-23
A3.3.7 Klucz fotointerpretacyjny uszkodzeń koron drzew	A3-24
A3.3.8 Wyniki interpretacji wzrokowej	A3-31
A3.4 Planowanie i estetyka krajobrazu. Projektowanie autostrady przez grunty leśne oraz zalesień terenów nieużytków i gruntów rolniczych	A3-34
A3.5 Literatura	A3-38

A4. Ewidencja gruntów i budynków	A4-1
A4.1 Podstawy prawne prowadzenia ewidencji gruntów i budynków	A4-1
A4.2 Charakterystyka istniejącego systemu ewidencji gruntów i budynków	A4-1
A4.3 Przekształcanie ewidencji gruntów i budynków w nowoczesny kataster nieruchomości	A4-3
A4.4 Kataster nieruchomości a zdjęcia lotnicze	A4-6
A4.5 Wykorzystanie zdjęć lotniczych i ortofotomap do porównania stanu własności lub władania (ewidencja) i faktycznego stanu użytkowania	A4-7
A4.6 Aktualizacja ewidencji gruntów i budynków na podstawie ortofotomapy cyfrowej	A4-7
A4.7 Wykrywanie samowoli budowlanej oraz budowli wzniesionych niezgodnie z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego	A4-9
A4.7.1 Zarys systemu planowania przestrzennego	A4-9
A4.7.2 Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego	A4-9
A4.7.3 Decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu	A4-9
A4.7.4 Pozwolenie na budowę	A4-11
A4.7.5 Geodezyjna dokumentacja powykonawcza - tryb wnoszenia budynków na mapę zasadniczą i mapę ewidencyjną	A4-12
A4.7.6 Wyszukiwanie w oparciu o ortofotomapę samowoli budowlanych oraz lokalizowanie budynków wzniesionych w terenach przeznaczonych w planie zagospodarowania przestrzennego na inne cele	A4-12
A4.7.6.1 Zadanie I	A4-12
A4.7.6.2 Zadanie II	A4-12

Zestaw B

B1. Administracja i zarządzanie	patrz A1-1
B2. Planowanie przestrzenne i urbanistyka	B2-1
B2.1 Wykorzystanie zdjęć lotniczych w planowaniu przestrzennym i urbanistyce	B2-3
B2.1.1 Zapotrzebowanie na materiały kartograficzne w planowaniu przestrzennym i urbanistyce	B2-7
B2.1.2 Zapotrzebowanie i wykorzystanie opracowań fotogrametrycznych	B2-7
B2.1.3 Wykorzystanie modelu stereoskopowego terenu otrzymanego ze zdjęć lotniczych	B2-14
B2.1.4 Wykorzystanie zdjęć lotniczych kolorowych	B2-14
B2.2 Inwentaryzacja terenu z wykorzystaniem zdjęć lotniczych dla obszarów małego i dużego inwestowania z wyróżnieniem zabudowy, użytkowania rolniczego, roślinności, wód, komunikacji, przemysłu, itp.	B2-14
B2.2.1 Studia dla potrzeb planowania przestrzennego	B2-14
B2.2.2 Określenie kierunku zmian i ich dynamiki	B2-14
B2.3 Zmiany użytkowania terenu oraz jego funkcji na podstawie multitemporalnych zdjęć lotniczych, wraz z określeniem tendencji tych zmian	B2-15
B2.4 Ocena koncepcji zagospodarowania terenu w oparciu o różne techniki fotointerpretacyjne, w aspekcie polityki środowiskowej	B2-21
B3. Inżynieria i budownictwo	B3-1
B3.1 Wykorzystanie zdjęć lotniczych i ortofotomap dla przygotowania podkładów do projektowania inwestycji budowlanych i inżynierskich	B3-1
B3.1.1 Sporządzanie projektów inwestycji budowlanych w świetle prawa budowlanego	B3-1
B3.1.2 Rola i miejsce zdjęć lotniczych w procesie projektowania inwestycji	B3-2
B3.1.3 Wykorzystanie zdjęć lotniczych przy projektowaniu dróg	B3-2
B3.1.4 Ćwiczenie I - Pomiar profilu terenu do próby projektu wysokościowego odcinka autostrady	B3-4
B3.2 Monitoring postępu realizacji inwestycji na podstawie cyklicznych zdjęć i produktów pochodnych	B3-5
B3.3 Ćwiczenie II - Odczytywanie budowli i urządzeń inżynierskich na zdjęciach w różnych skalach	B3-7
B3.4 Ocena stopnia zagrożenia obiektów inżynierskich deformacjami typu osuwiskowego	B3-7

B3.5 Pozyskiwanie danych do geoinformatycznych systemów wspomagających zarządzanie inwestycją	B3-8
B3.5.1 Składniki baz danych dla systemów informatycznych	B3-8
B3.5.2 Fotogrametria i teledetekcja jako podstawowe źródła danych do systemów informatycznych.....	B3-9
B4. Monitoring i ochrona środowiska	B4-1
B4.1 Wprowadzenie	B4-1
B4.2 Modele środowiska.....	B4-2
B4.3 Teledetekcyjny monitoring środowiska.....	B4-4
B4.3.1 Przykład teledetekcyjnego monitoringu środowiska.....	B4-8
B4.3.1.1 Wprowadzenie	B4-8
B4.3.1.2 Monitorowanie przekształceń środowiska rejonu składowiska fosfogipsów	B4-12
B4.3.1.3 Konkluzje	B4-14
Literatura	B4-14
B4.4 Ćwiczenie	B4-16
B4.5 Strefa brzegowa morza	B4-20
B4.5.1 Wiadomości ogólne	B4-20
B4.5.2 Elementy strefy brzegowej i ich wygląd na zdjęciach lotniczych	B4-21
Literatura	B4-31
B4.5.3 Ćwiczenia.....	B4-31
B4.5.4 Warsztaty	B4-31
Część informacyjna.....	i
informacje o autorach.....	i

16. ORTOFOTOMAPA JAKO KARTOMETRYCZNY PRODUKT PRZETWARZANIA ZDJĘĆ LOTNICZYCH ORAZ JAKO ELEMENT BAZOWY SYSTEMÓW GEOINFORMACYJNYCH

Ryszard Florek-Paszkowski, Krystian Pyka

16.1 WSTĘP - OD FOTOMAPY DO WIRTUALNEJ ORTOFOTOMAPY

Ortofotomapa jest mapą fotograficzną w postaci wydrukowanej bądź wirtualnej, powstałą w wyniku przetwarzania zdjęcia lotniczego. Przypomnijmy, że zdjęcie lotnicze wykonane jest w nieco losowej skali np. 1 : 9 853, nadto jest choć w niewielkim stopniu nachylone, zaś sfotografowany teren zazwyczaj wykazuje pewne zróżnicowanie wysokościowe. Natomiast od ortofotomapy oczekujemy, aby skala była ściśle określona, np. 1 : 10 000. Zatem musi być usunięty wpływ nachylenia zdjęcia na zróżnicowanie skali poprzez odpowiednią korekcję w procesie przetwarzania. Z kolei deniwelacje wysokościowe terenu powodują, że na zdjęciu występują przesunięcia radialne, a więc niepożądane błędy geometryczne obrazu. Również i te usterki należy skorygować w procesie opracowania ortofotomapy (rys. 1).

W następnych podrozdziałach odniesiono się do starszej technologii przetwarzania strefowego, podano stosowne definicje i ilustracje wyjaśniające istotę ortorektyfikacji w odniesieniu do powierzchni terenu a także obiektów wystających ponad teren jak np. budynki.

Dla porównania sytuacji w Polsce na tle innych krajów, przedstawiono wybrane aspekty wykonawstwa ortofotomap i ich stosowania w naszym kraju oraz w Austrii i Szwecji. Powszechność stosowania ortofotomap w krajach rozwiniętych skłania do działań upowszechniających ortofotomapę w Polsce.

Ortofotomapa zajmuje szczególną rolę nie tylko jako rodzaj mapy, ale także jako nowoczesny produkt wizualizacji informacji przestrzennej, będący elementem systemu geoinformacyjnego. Omówiono najważniejsze światowe trendy w modyfikowaniu definicji zawodów związanych z wykonawstwem map i obsługą systemów geoinformacyjnych. Cechy ortofotomapy cyfrowej, a przede wszystkim jej wirtualność czynią ją bazowym elementem otwartych systemów geoinformacyjnych, które mogą być konfigurowane w kierunku systemów wspomagania decyzji. Przedstawiono też wybrane aspekty współczesnych technologii ortorektyfikacji, wskazując na systemy stosowane w Polsce.

Dla lepszego zrozumienia powyżej przedstawionych zagadnień, pomocnym jest zapoznanie się najpierw z istotą technologii przetwarzania zdjęć lotniczych, prowadzącej do uzyskania ortofotomapy. W następnych podrozdziałach jest ta problematyka poruszona nie tylko od strony technologicznej ale również w aspekcie zarysowanych tendencji rozwojowych systemów geoinformacyjnych.

Na zakończenie podano najważniejsze wyniki analizy porównawczej ortofotomapy i ewidencji gruntów na przykładzie badań przeprowadzonych dla wybranej sekcji mapy 1:2000 okolicy cementowni w Nowej Hucie koło Krakowa.

16.2 OD PRZETWARZANIA STREFOWEGO DO RÓŻNICZKOWEGO

Historycznie rzecz biorąc pojęcie *przetwarzanie różniczkowe* czyli *ortorektyfikacja* jest konsekwencją udoskonalania koncepcji zawartej w *przetwarzaniu strefowym*. Ortorektyfikacja pozwala skutecznie przetworzyć zdjęcia terenów górzystych co nie da się zrealizować metodą przetwarzania strefowego. Strefa oznaczała pewien, stosunkowo znaczący fragment zdjęcia, najczęściej obejmujący kilkanaście-kilkadziesiąt procent. To znaczy, że w celu przetworzenia jednego zdjęcia lotniczego, było ono dzielone na kilka lub kilkanaście stref wysokościowych. Każda z tych stref była po kolei przetwarzana na przetworniku fotomechanicznym i poprzez

składanie wszystkich stref razem, otrzymywano przetworzone zdjęcie lotnicze. Bardzo interesującym etapem było właśnie owo *składanie* stref razem. Otóż stosowano w zasadzie dwa rodzaje technologii: składanie manualne i optyczne.

Technika składania manualnego polegała na naświetlaniu oddzielnie każdej strefy a następnie na zmontowaniu na wspólnym podkładzie wszystkich przetworzonych stref odpowiednio wyciętych z naświetlonych całych zdjęć. Linie łączeń poszczególnych stref były niestety miejscami widocznymi i wykazującymi pewne niewielkie przesunięcia względne szczegółów przechodzących ze strefy do strefy. Wynikało to zarówno ze skokowego sposobu zmiany parametrów przetwarzania przy przejściu ze strefy niższej do wyższej, jak i ze stosunkowo małej dokładności manualnego montowania stref na wspólnym podkładzie (rzędu 0,5 mm).

Składanie optyczne polegało na naświetlaniu poszczególnych stref wysokościowych zdjęcia lotniczego na jeden papier fotograficzny, zmieniając dla każdej strefy nastawy geometryczne przetwornika fotomechanicznego. Podczas naświetlania danej strefy, wszystkie pozostałe były przysłonięte czarnym papierem. Uzyskiwano to poprzez wcześniejsze przygotowanie odpowiednio pociętych czarnych masek, które umożliwiały naświetlanie tylko wybranej strefy.

Obie metody były żmudne i pracochłonne, dawały jednak w efekcie końcowym bardzo użyteczny produkt jakim była fotomapa. Łącząc bowiem odpowiednio przetworzone zdjęcia lub ich fragmenty razem do układu sekcyjnego, otrzymywano fotomapę czyli mapę fotograficzną.

Naturalną konsekwencją rozwoju przetwarzania fotomechanicznego były dążenia do podzielenia zdjęcia lotniczego na coraz to mniejsze strefy wysokościowe, w myśl zasady, że im mniejsze strefy wysokościowe tym dokładniejsze przetwarzanie i lepsza fotomapa. Nie było to możliwe do zrealizowania w klasycznym przetwarzaniu fotomechanicznym, gdyż zbyt duża liczba stref wysokościowych powodowała ogromny wzrost pracochłonności. Nieprzekraczalną barierą była także niska dokładność montażu zarówno manualnego jak i optycznego.

Powstanie w latach 60-tych pierwszych użytecznych produkcyjnie ortoprojektorów, do analogowego jeszcze przetwarzania zdjęć lotniczych, można określić pokonaniem bariery dotychczasowych ograniczeń przetwarzania fotomechanicznego. W ortofotografii analogowej następowało ciągle przenoszenie obrazu optycznego fragmentu zdjęcia lotniczego na błonę fotograficzną umieszczoną w kasie ortoprojektora. W trakcie przenoszenia obrazu ze zdjęcia na błonę zmieniana była skala, odpowiednio do terenowej wysokości danego fragmentu. Proces przenoszenia odbywał się pasmowo, przy czym szerokość pasma wahała się od 16 i 8 mm dla terenów płaskich do 4, 2 mm i mniej dla terenów pofałdowanych. Szerokość szczeliny przetwarzania zależała także od rodzaju materiału światłoczułego. Przy stosowaniu błon barwnych stosowano mniejsze szczeliny.

Tryb on-line lub off-line oznacza, jak pobierana jest informacja do korekcji geometrycznej. W trybie on-line, w trakcie wykonywania ortofotomapy analogowej informacja do zasadniczej korekcji geometrycznej a więc skalowania z tytułu lokalnej wysokości terenu pobierana jest bezpośrednio ze sprzężonego z ortoprojektorem stereorestytutora fotogrametrycznego, poprzez utrzymywanie przez operatora znacznika mierzącego na powierzchni modelu fotogrametrycznego. Skanowanie nie może odbywać się zbyt szybko bo operator nie nadąża utrzymywać położenie znacznika pomiarowego na powierzchni oglądanego modelu.

Problem przekroczenia wydolności fizjologicznej operatora w trybie on-line został rozwiązany w systemach ortofotografii analogowej w trybie off-line, stosowanej zresztą jeszcze do dziś w wielu krajach. Rozwiązano to w ten sposób, że ortoprojektor pobiera dane wysokościowe do przetwarzania z wcześniej przygotowanych profili wysokościowych, zgodnych z przebiegiem pasm skanowania zdjęcia. Okazało się, że na jeden ortoprojektor musi przygotowywać profile wysokościowe przynajmniej trzech operatorów na oddzielnych stereorestytutorach aby nadążyć do wydajności ortoprojektora. Tutaj warto podkreślić, że ortofotografia

analogowa w trybie off-line okazała się tak efektywna i dobra jakościowa, że do dziś jest z powodzeniem stosowana w wielu krajach, zwłaszcza członków wspólnoty Commonwealth. Z ekonomicznego punktu widzenia, trudno jest po prostu zastąpić dobrze pracujące ortoprojektory off-line sprzętem nowszej generacji i innej już koncepcji pracy. Niewątpliwie jest to stopniowy proces wyłączania zużytego sprzętu z wykonawstwa i zastępowanie go najnowszymi technologiami cyfrowymi.

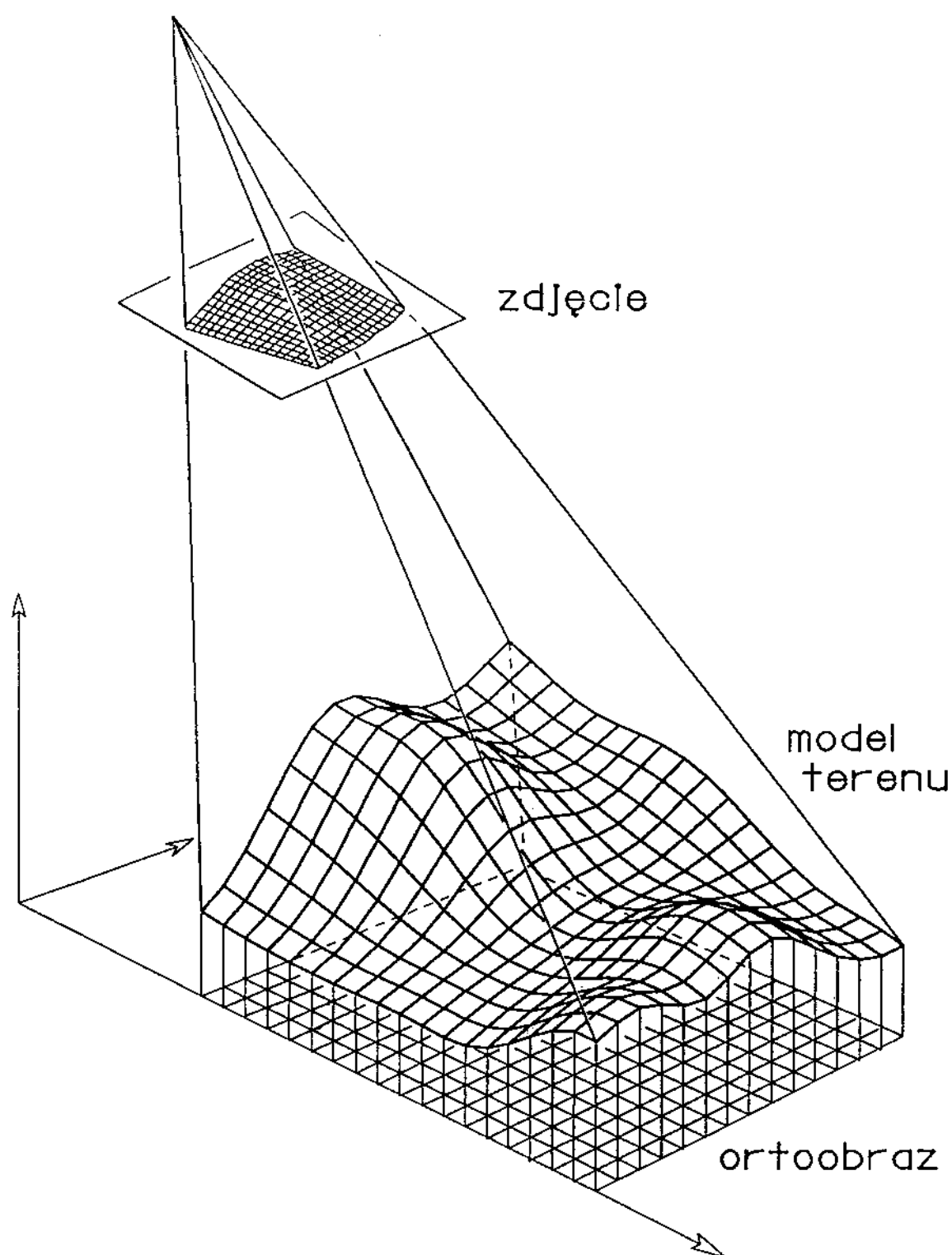
Następnym etapem w rozwoju przetwarzania zdjęć było zastosowanie już *prawdziwie różniczkowego* przetwarzania zdjęć fotogrametrycznych czyli ortorektyfikacja cyfrowa dająca jako produkt podstawowy ortoobraz cyfrowe lub inaczej mówiąc ortofotografie cyfrowe w formie plików komputerowych. Metoda ortorektyfikacji cyfrowej operuje pikselem. Piksel jako najmniejszy element powierzchniowy zdjęcia, ma swoje wymiary uzasadnione parametrami geometrycznymi produktu końcowego. Natomiast, bardzo małe wymiary piksela (mikrometry) w stosunku do wymiarów całego obrazu, nasuwają skojarzenie z różniczką operującą przyrostami *dowolnie małymi*. Przetwarzanie zdjęcia czyli ortorektyfikacja dokonuje się poprzez korekcję geometryczną (położenie) i radiometryczną (reprezentacja) każdego piksela. Względnie mały wymiar piksela o boku rzędu kilku, kilkunastu bądź kilkudziesięciu mikrometrów sprawia, że w porównaniu do wymiarów zdjęcia o boku rzędu 23 cm a więc 230 000 mikrometrów jest to faktycznie różniczkowe przełożenie. Konkluzja nasuwa się sama - skoro tak mały element zdjęcia podlega indywidualnej korekcji geometrycznej i radiometrycznej to produkt wynikowy, będący efektem złożenia pikseli, będzie reprezentował wysoką jakość, będącą konsekwencją bardzo szczegółowego przetwarzania. Dla przykładu i w pewnym uproszczeniu: zakładając kwadratowy kształt piksela o boku 20 mikrometrów, przy przetwarzaniu obszaru 200 x 200 mm jednego zdjęcia, dysponujemy liczbą pikseli $10k \times 10k = 100M$ a więc 100 milionami pikseli. Czyż nie jest to iście różniczkowe przełożenie? - z technologicznego punktu widzenia chyba bezspornie tak.

16.3 ORTOREKTYFIKACJA, ORTOOBRAZ, ORTOFOTOMAPA

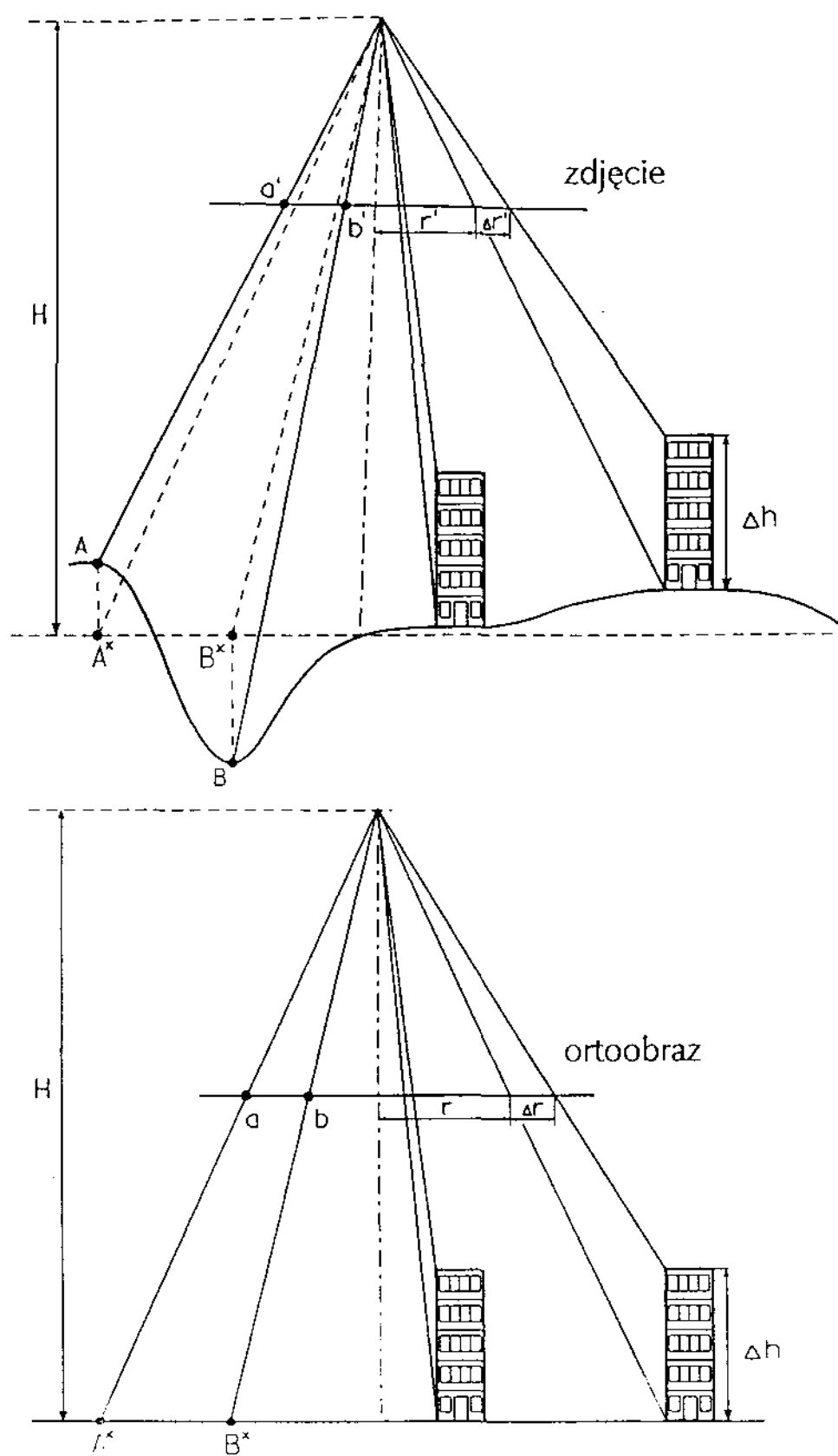
Termin ortofotomapa oraz pokrewne jak ortorektyfikacja, ortofotografia, ortofotogram, ortoobraz, itp. pojawiły się kilkakrotnie w rozdziałach wcześniejszych. Warto je usystematyzować, więc pozwólmy sobie w tym miejscu na uwagę terminologiczną. Otóż termin *ortofotografia* ma dwa znaczenia: określa sam produkt przetwarzania czyli *ortoobraz* (ortofotogram, ortozdjęcie) lub w drugim znaczeniu proces technologiczny różniczkowego przetwarzania zdjęcia. Proponuje się aby używać tego terminu wyłącznie w odniesieniu do produktu przetwarzania natomiast technikę przetwarzania różniczkowego nazywać *ortorektyfikacją*, ewentualnie z dodaniem przymiotnika *różniczkowa* bądź *cyfrowa* w zależności od tego co chcemy zaakcentować. Wydaje się być to bardziej zgodne z duchem języka polskiego i jego gramatyką.

Ortofotomapa natomiast to mapa fotograficzna opracowana techniką ortorektyfikacji i sporządzona z jednego lub zmontowana z kilku ortoobrazów w układzie sekcyjnym w danym odwzorowaniu.

Różnica pomiędzy odwzorowaniem perspektywicznym w jakim powstaje zdjęcie lotnicze oraz równoległym w jakim powstaje ortoobraz pokazana jest na rys. 1.



Rys. 1. Relacja pomiędzy projekcją w której powstaje zdjęcie lotnicze i ortoobraz



Rys. 2. Elementy poprawnie i „niepoprawnie” położone na ortofotomapie

Istotą ortorektyfikacji jest usunięcie zniekształceń zdjęcia lotniczego z tytułu jego nachylenia oraz deniwelacji terenowych (z reguły bardziej znaczący jest wpływ rzeźby terenu). Jak wyjaśniono w rozdziale 6 „Wykonywanie zdjęć lotniczych, podstawy fotografii i fotogrametrii”, pkt. 6.2.3 konsekwencją terenowych różnic wysokości są tzw. przesunięcia radialne na zdjęciu. Ich wielkość opisuje poniższa zależność (porównaj wzór 3 z pkt. 6.2.3):

$$\Delta r' = (r'/H) \times \Delta h = r' \times \Delta h / (m_z \times c_k) \quad (\text{wzór 1})$$

gdzie:

$\Delta r'$ - przesunięcie radialne na zdjęciu

r' - promień radialny punktu na zdjęciu

Δh - przewyższenie ponad poziom średni terenu

H - wysokość lotu

m_z - średnia skala zdjęcia

c_k - odległość obrazowa kamery

Wzór ten jest teoretycznie poprawny tylko dla zdjęć ściśle pionowych, ale spełnia praktyczne znaczenie do szacowania przesunięć radialnych. Można sobie zadać pytanie, po co mówimy o przesunięciach radialnych skoro ortofotomapa jest produktem pozbawionym zniekształceń?

Odpowiedź jest prosta. Załóżmy że zbudowaliśmy model terenu opisujący samą powierzchnię terenu a pomijający elementy wystające: budynki, drzewa, słupy, itp. Jeśli taki model terenu jest podstawą ortorektyfikacji, to elementy nad teren wystające nie podlegają korekcji. !!! Sytuację tę ilustruje rysunek 2. Przedstawia on sposób odwzorowania na zdjęciu i ortoobrazie:

- terenu reprezentowanego przez punkty A, B
- elementów wystających nad teren w postaci dwóch wysokich budynków

Zatrzymajmy się na chwile przy rysunku 2. Punkty a' i b' na zdjęciu są odwzorowaniem punktów terenowych A i B a nie ich rzutów na powierzchnię odniesienia, czyli punktów A^x , B^x . Dlatego ich położenie w relacji do mapy należy uznać za niewłaściwe. Inaczej jest na ortoobrazie. Punkty a , b są w tym przypadku właściwym odwzorowaniem punktów A^x , B^x , zrealizowanym w określonym pomniejszeniu, czyli skali. Zatem elementy leżące na terenie są na ortoobrazie poprawnie przedstawione. Natomiast elementy wystające ponad teren, tak jak przedstawione na rysunku dachy dwóch budynków, są odwzorowane z pewnym błędem, będącym funkcją ich przewyższenia w stosunku do terenu, ich odległości od punktu nadirowego zdjęcia i odległości obrazowej kamery. Pomiędzy podstawą budynku a jego dachem pozostaje przesunięcie radialne. Wynosi ono:

$$\Delta r = (r/H) \times \Delta h = r \times \Delta h / (m_z \times c_k) \quad (\text{wzór 2})$$

gdzie:

Δr - przesunięcie radialne na ortoobrazie

r - promień radialny punktu na ortoobrazie

Mierząc na ortoobrazie Δr , r i znając H można z powyższego wzoru łatwo obliczyć wysokość elementu nad poziom odniesienia, czyli Δh .

Jeśli ortofotomapa została zmontowana z kilku ortoobrazów, to niestety przesunięcia radialne wystąpią w kilku kierunkach, do poszczególnych punktów nadirowych.

16.4 ORTOFOTOMAPA W POLSCE I WYBRANYCH KRAJACH

Ortorektyfikacja jako technologia opracowania map nie rozwinęła się w Polsce tak, jak w wielu innych, nie tylko zachodnich krajach. Główną przyczyną takiego stanu rzeczy był brak odpowiedniego sprzętu, nie produkowanego w Polsce, oraz brak środków finansowych na import tych urządzeń. Z drugiej strony poważnym ograniczeniem były utrudnienia formalne pod wspólnym hasłem *tajności i podejrzliwości* w stosunku do potencjalnych użytkowników tych zdjęć.

Pierwsze ortofotomapy powstawały w Polsce na początku lat siedemdziesiątych a prekursorem był Zakład Fotogrametrii Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Na początku lat osiemdziesiątych w przedsiębiorstwach i instytucjach znajdowało się łącznie 11 ortoprojektorów, pracujących głównie w trybie on-line typu Topocart-Orthophot [JACHIMSKI 1990]. Technologia analogowa daje nieco gorszą jakość fotograficzną produktu w stosunku do wyjściowych zdjęć oryginalnych. A ponieważ same zdjęcia były często złej jakości, toteż niejednokrotnie ortofotomapy z nich zrobione nie reprezentowały odpowiedniej jakości. Trzeba tutaj zaznaczyć, że w owym czasie ortofotomapy analogowe o zadawalającej jakości, bo robione z bardzo dobrych zdjęć, były z powodzeniem użytkowane w wielu krajach świata.

W latach osiemdziesiątych zainteresowanie ortofotomapą w Polsce stopniowo malało. Przeszkody formalne, brak odpowiedniej jakości zdjęć, brak zamówień, doprowadziły w konsekwencji do zaniechania produkcji na skalę użytkową i wyłączanie z eksploatacji posiadanego sprzętu produkcyjnego.

Jak zatem wygląda sytuacja w tej dziedzinie dziś ?

Wydaje się, że można mówić o renesansie ortofotomapy, wykonywanej już w technologii cyfrowej. Można spróbować wyjaśnić tę sytuację.

Wpłynęło na nią kilka korzystnych okoliczności:

- 1) zaczęła wreszcie być potrzebna informacja aktualna i obiektywna;
- 2) zdjęcia lotnicze Polski wykonane w ramach europejskiego programu PHARE są znakomitym materiałem do wykonywania ortofotografii na drodze cyfrowej zdjęcia te są materiałem dostępnym dla każdego użytkownika po kosztach udostępniania a nie wysokich kosztach wykonania;
- 3) ortofotografie cyfrowe są zbiorami informacji w formacie, który jest kompatybilny w komunikowaniu się z innymi systemami jak GIS, LIS czy CAD, często używanymi przez specjalistów różnych dziedzin.

Ortofotomapa oraz produkty towarzyszące, powstające w procesie technologicznym wytwarzania ortofotomapy jak np. numeryczny, wysokościowy model terenu NWMT (ang. DEM - *Digital Elevation Model*) stanowią swoisty fundament do budowania złożonych i wielozadaniowych systemów geoinformacyjnych. Nowe atrybuty współczesnej ortofotomapy sprawiają, że jest ona znacznie czymś więcej niż tylko mapą w dotychczasowym znaczeniu.

Zdjęcia wykonane w ramach projektu PHARE są już wykorzystywane do wytwarzania ortofotomap. Zauważyć można tendencję do zamawiania ortofotomap w skali 1 : 5k, najczęściej w układzie „65”, uzyskanych ze zdjęć 1 : 26k.

16.4.1 Ortofotomapy w Austrii

Ortofotomapa jest w Austrii zarówno produktem końcowym samym w sobie jako mapa fotograficzna, jak i punktem wyjścia dla wykonania innych opracowań i map tematycznych. Realizowany jest program pokrycia całej Austrii ortofotomapą w skali 1:10k (tzw. „austriacka mapa lotnicza” - OLK10). Poza treścią fotograficzną zawiera ona nazwy geograficzne oraz punkty wysokościowe. W niektórych rejonach Austrii jest wykonywana ortofotomapa 1 : 5k

jako jedna z warstw austriackiej mapy podstawowej. Innymi obligatoryjnymi warstwami są mapa katastralna i mapa wysokościowa.

Ortofotomapa 1 : 10k stanowi podstawowe źródło danych do nowego opracowania austriackiej mapy topograficznej 1 : 50k, natomiast do aktualizacji tej mapy topograficznej stosuje się ortofotomapę w skali 1 : 25k, która powstaje przez połączenie arkuszy ortofotomapy 1 : 10k i zmniejszenie rozmiaru piksela czyli przez przeskalowanie, powodujące naturalną generalizację. Zatem ortofotomapa w skali 1 : 10k ma wielostronne wykorzystanie.

Jednocześnie z programem OLK10 realizowane jest wykonywanie NWMT dla całej Austrii. Wykonano w pełni pierwszy etap polegający na zebraniu danych wysokościowych ze zdjęć lotniczych, poprzez pomiary w profilach z interwałem od 30 do 160 m. Dane te są zarządzane w systemie SCOP, niemieckim programie do opracowania NWMT, opracowanym w Stuttgarcie, bardzo popularnym w krajach niemieckojęzycznych. Od końca lat osiemdziesiątych prowadzona jest modernizacja austriackiego NWMT. Polega na uzupełniającym pomiarze linii strukturalnych takich jak linie grzbietowe, ściekowe, urwiska, itp. W związku z tą modernizacją, zwiększono skalę zdjęć z 1 : 30k, stosowaną wcześniej, na 1 : 15k. Zmieniono też rodzaj emulsji filmu na którym wykonywane są zdjęcia lotnicze - obecnie stosowany jest barwny film spektrostrefowy, z jedną z warstw uczuloną na podczerwień i zmienionymi barwami (*False Colour Infra Red*).

16.4.2 ORTOFOTOMAPY W SZWECJI

Rozwój fotogrametrii w Szwecji datuje się od 1901. Kraj ten posiada więc długą i niezakłóconą wojnami drogę rozwoju produkcji map ze zdjęć lotniczych. Gdy Polska była niszczone wojnami i obcymi okupacjami, Szwecja rozwijała swoją gospodarkę dzięki umiejętnym bogaceniu się na handlu z walczącymi stronami. Niezakłócony rozwój kraju umożliwił stabilny i konsekwentny rozwój w produkcji map i pomiarach kraju.

Obecnie funkcjonuje w Szwecji specjalny krajowy program wykonywania zdjęć lotniczych. Wykonywane są dwa rodzaje zdjęć lotniczych dla całej Szwecji z powtarzalnością co 10 lat:

- 1) czarno-białe z pułapu 4 600 m w skali 1 : 30k oraz z pułapu 9 200 m w skali 1 : 60k
- 2) spektrostrefowe z uczuleniem na podczerwień z pułapu 4 600 m, w skali 1 : 30k.

Od czterech lat program jest finansowany po połowie przez rząd i użytkowników tych zdjęć. Przy czym głównymi użytkownikami są specjaliści od roślinności i pokrewnych dziedzin. Zdjęcia lotnicze wykonywane są ze wspomaganie nawigacyjnym (zdjęcia celowane) i pozycyjnym (współrzędne środków rzutów) GPS. W obecnych archiwach Szwecji znajduje się około milion zdjęć.

W konsekwencji dysponowania dobrze zorganizowanym zasobem zdjęć lotniczych oraz programem ich regularnego wykonywania, zaistniały doskonałe możliwości do wykonywania ortofotomap. Opracowano ogólnoszwedzki program ortofotomapy. Wykonywane są ortofotomapy w trzech skalach z określonym przeznaczeniem:

- 1) 1 : 10k - 1 : 20k; dla mapy gospodarczej
- 2) 1 : 25k; dla opracowania i aktualizacji map 1 : 50k
- 3) 1 : 50k; dla opracowania i aktualizacji map 1 : 100k

Do wykonywania ortofotomap wykorzystywane są zdjęcia lotnicze z pułapu 4 600 w skali 1 : 30k i 9 200 m w skali 1 : 60k. Są one skanowane z rozdzielczością odpowiednio 30 i 15 mikrometrów co daje w przybliżeniu wymiar piksela w terenie 1 metr. Końcowy produkt jest udostępniany zarówno w wersji cyfrowej (na płytkach CD.) jak i wydrukowanej. Podstawowy NWMT zaprojektowany jest o oczkach 50m i średnim będzie wysokości 2,5 m.

Ortofotomapy wykorzystywane są w różnych dziedzinach przy czym najpowszechniej jako podkład do map tematycznych dla potrzeb leśnictwa, turystyki, transportu itp.

16.5 ORTOFOTOMAPA JAKO FORMA MAPY I ELEMENT SYSTEMU GEOINFORMACYJNEGO W ŚWIELE TENDENCJI ROZWOJOWYCH GEOMATYKI

W skali międzynarodowej ulega ciągłej modyfikacji definicja zawodu geodety, jego profilu i wymaganych kwalifikacji, dostosowanych do nowych światowych wymagań. Pojawiła się potrzeba nazwania dyscypliny obejmującej całokształt działań związanych z: pozyskiwaniem geodanych, ich przetwarzaniem, prezentowaniem i interpretacją oraz aktualizacją i udostępnianiem międzybranżowym. W nowych nazwach zawarte są takie terminy jak: *systemy informacji przestrzennej, inżynieria przestrzenna, geoinformatyka, geomatyka*. Ten ostatni termin zyskuje w świecie a zwłaszcza w krajach anglojęzycznych stosunkowo największą popularność jako najprostszy - bo krótki i jednowyrazowy - i wydaje się być dobrym uogólnieniem dla wyżej wymienionego zakresu działań.

Geomatyka jest dziedziną nauki i techniki, która systemowo integruje [FLOREK, 1994]:

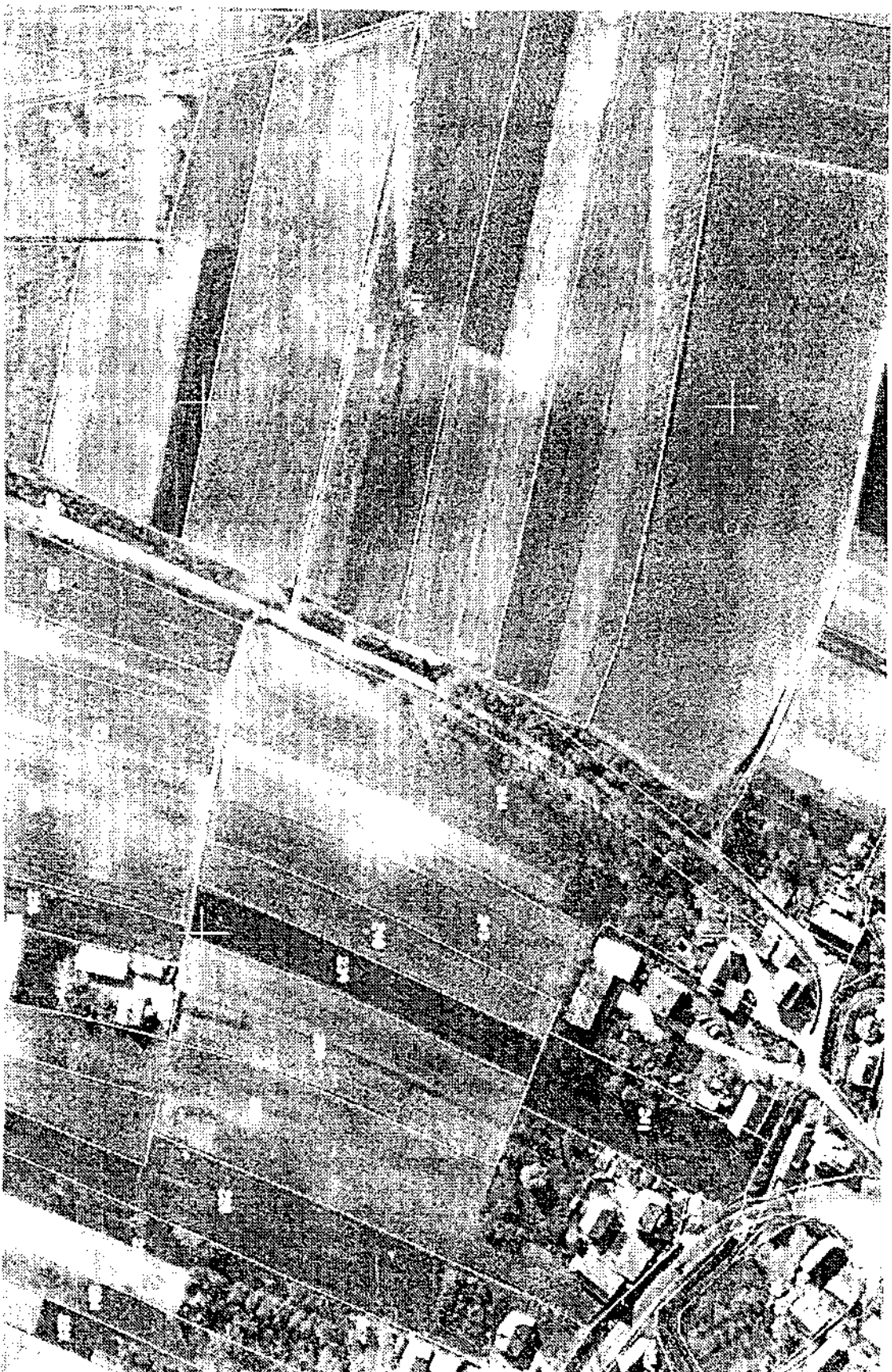
- 1) *pozyskiwanie informacji przestrzennej o terenie i obiektach;*
- 2) *przetwarzanie tej informacji poprzez jej interpretację, analizę i modyfikację;*
- 3) *prezentowanie przetworzonej informacji w postaci map i innych tematycznych wizualizacji oraz zestawień rezultatów przetwarzania;*
- 4) *zarządzanie informacją przestrzenną w tym zwłaszcza jej przechowywanie, udostępnianie i aktualizacja.*

W tym miejscu niezbędne jest zaznaczenie, że nowoczesna mapa jest zazwyczaj tematyczną wizualizacją podzbioru informacji przestrzennej w określonym odwzorowaniu kartograficznym. Wydaje się, że ze względu na wielką tradycję słowa mapa, lepiej unowocześnić znaczenie mapy niż zastępować ją nowym terminem. Niechże więc mapa koegzystuje z tematyczną wizualizacją jako łącznik pomiędzy historią, współczesnością i przyszłością w zakresie kartografii, geodezji i innych dziedzin.

Przygotowywanie i podejmowanie decyzji na wszystkich szczeblach wymaga dysponowania niezbędną informacją w przedmiocie zarządzania i planowania w skali miasta i regionu, przy czym potrzebna geoinformacja powinna nie tylko występować na nośniku danych, ale informacja ta powinna być wystarczająco aktualna, dostęp do tej informacji powinien być interaktywny w trybie on-line lub wystarczająco szybki, umożliwiając także analizę danych, modelowanie i symulację wariantową.

Ortofotomapa cyfrowa jest aktualną kartometryczną informacją o terenie dla potrzeb zarządzania i planowania i może być punktem wyjścia do projektowanego Geoinformacyjnego Systemu Wspomagania Decyzji w którym uwzględnia się wykorzystanie ortofotomapy cyfrowej jako podstawowej warstwy informacyjnej. Należy podkreślić, że ortofotomapa cyfrowa, z jednej strony jako produkt wyrafinowanej technologii, z drugiej strony jest nośnikiem aktualnej geoinformacji o terenie i infrastrukturze w bardzo przejrzystej i łatwo zrozumiałej dla każdego formie, zbliżonej do obrazu Ziemi z lotu ptaka.

Ortofotomapa cyfrowa jest rastrowym kartometrycznym produktem różniczkowej rektyfikacji zdjęć fotograficznych lub obrazów skanerowych. Kartometryczność ortofotomapy wynika z usunięcia w procesie ortorektyfikacji zniekształceń obrazu spowodowanych aberracjami i orientacją sensora oraz wpływem deniwelacji terenu, przy jednoczesnym doprowadzeniu obrazu do pożądanej skali.



Rys. 3. Ortofotomapa jako tło dla mapy ewidencyjnej

Ortorektyfikacji mogą podlegać wszystkie rodzaje zdjęć w tym także spektrostrefowe i wielospektralne. Tak więc, można wykonywać ortofotomapy czarno-białe, barwne, spektrostrefowe oraz będące kompozycjami wielospektralnymi.

Korekcja radiometryczna umożliwiła gładkie łączenie ortoobrazów zróżnicowanych tonalnie, w mozaikę o wyrównanych parametrach jakościowych obrazu.

W procesie tematycznej fotointerpretacji, w której stosujemy algorytmy klasyfikacji nadzorowanej i nienadzorowanej, dokonywać możemy wydzielenie rozpoznanych klas geoinformacji i w efekcie uzyskiwać nakładki tematyczne lub kompilacje wektorowo-rastrowe, takie jak np. ortofotomapa z napisami, znakami umownymi, granicami administracyjnymi lub katastralnymi, mapa użytkowania terenu, mapa hydrograficzna, mapa leśna itp.

Skala ortofotomapy cyfrowej może być rozważana jako porównawczy wskaźnik odpowiadający stopniowi szczegółowości wymaganemu dla odpowiadającej skalowo mapy topograficznej. Zmiana skali na ekranie powoduje automatyczną generalizację treści przy pomniejszaniu skali, oraz osiągnięcie maksimum skali przy zauważaniu pikselowej struktury obrazu.

Przeglądarki komputerowe i cyfrowe stacje fotogrametryczne umożliwiają dokonywanie płaskich i przestrzennych wizualizacji, łącznie z obrotami i zadaniem współrzędnych punktu z którego oglądamy teren i cyfrowy wysokościowy model terenu. Jest to przydatne dla prac projektowych i studialnych np. w projektowaniu tras i budowli inżynierskich.

16.6 WSPÓŁCZESNE TECHNOLOGIE WYKONYWANIA ORTOFOTOMAPY

Technologia wytwarzania ortofotomapy obejmuje kilka zasadniczych etapów, z których najważniejszymi są następujące:

- 1) wykonanie zdjęć lub zobrazowań;
- 2) skanowaniem zdjęć (dotyczy technologii cyfrowej, w przypadku technologii analogowo-cyfrowej może odbyć się później, np. przed pkt. 5);
- 3) pozyskanie NWMT (ang. *DEM*), czyli numerycznego wysokościowego modelu terenu;
 - a) metodą fotogrametryczną ze zdjęć lotniczych;
 - b) z dostępnego zasobu geodezyjno - kartograficznego;
- 4) określenie elementów orientacji zewnętrznej zdjęć, najczęściej na drodze aerotriangulacji;
- 5) ortorektyfikacja czyli przetworzenie różniczkowe zdjęć lub obrazów w technologii cyfrowej, poprzedzone ewentualnym;
- 6) redakcja ortofotomapy i uzupełniających informacji wektorowo - opisowych.

Nieustanny rozwój technologiczny i w konsekwencji podnoszenie jakości wykonywanych zdjęć lotniczych oraz udoskonalenie procesu skanowania, pozwoliły na stosowanie przekładni pomiędzy skalą zdjęć a skalą wykonywanej ortofotomapy, w sensie jej szczegółowości i dokładności, rzędu 1 : 10 a nawet przekraczającej tę wielkość. W przeszłości, jednym z zarzutów przeciwko ortofotomapie, wykonywanej wtedy w technice analogowej, był brak jednorodności, powodujący trudności interpretacyjne. Natomiast w technologii cyfrowej, korekcja radiometryczna stała się łatwo stosowalna i umożliwiła pozbycie się nieciągłości tonów i barw pomiędzy sąsiednimi ortofotografiami. Technologia cyfrowa umożliwiła także stworzenie jednorodnej reprezentacji barw dla dużych powierzchni geograficznych, co jest niezbędne do wytwarzania obrazów mozaikowych. Zasadnicze parametry fizyczne, które w fotografii lotniczej mają wpływ na oddawanie barw, są następujące:

- 1) Rodzaj i kierunek oświetlenia fotografowanych obiektów;
- 2) Warunki atmosferyczne w momencie obrazowania;
- 3) Odbicia od różnorodnych obiektów topograficznych i rozproszenia;
- 4) Położenie kamery względem fotografowanego terenu;
- 5) Odległość obrazowa kamery, parametry geometryczne skanera.

Z powyższych przyczyn fizyczna korekcja modeli radiometrycznych jest niemożliwa. Natomiast matematyczna korekcja, wprawdzie zajmuje znaczną część czasu przetwarzania, ale w efekcie wyraźnie poprawia jakość obrazu i uzyskuje się wtedy jednorodność fotograficzną niezbędną do mozaikowania.

Współczesne technologie wytwarzania ortofotomapy cyfrowej można w zasadzie podzielić na dwie kategorie:

- I. technologia w pełni cyfrowa, w której ortorektyfikacja wykonywana jest na zdjęciach uprzednio zeskanowanych lub obrazach pozyskanych w postaci cyfrowej;
- II. technologia analogowo - cyfrowa w której pozyskanie NWMT oraz określenie elementów orientacji zewnętrznej zdjęć przy użyciu zdjęć fotograficznych, dopiero ortorektyfikacja realizowana jest cyfrowo (przed tym etapem zdjęcia muszą być zeskanowane);
- III. technologia analogowo - cyfrowa, w której czynności wstępne wykonywane są na optycznym modelu utworzonym ze zdjęć analogowych (niezeskanowanych) w autografii analitycznym, a w trakcie ortorektyfikacji odbywa się sukcesywne skanowanie kolejnych fragmentów poddawanych korekcji.

Stosowane aktualnie w Polsce na skalę produkcyjną technologie wytwarzania ortofotomapy bazują na technologii w pełni cyfrowej z wykorzystaniem sprzętu firm INTERGRAPH, LEICA - HELVA i innych [Kaczyński 1995]. W chwili obecnej linie technologiczne INTERGRAPH znajdują się w trzech przedsiębiorstwach komercyjnych.

16.7 SYSTEMY DO OPRACOWANIA I UŻYTKOWANIA CYFROWEJ ORTOFOTOMAPY

Na wstępie warto pokreślić, że systemy do opracowania i do użytkowania cyfrowej ortofotomapy różnią się wymaganiami i możliwościami sprzętu, a w konsekwencji stosunkiem ceną rzędu nawet 50 : 1. Linia technologiczna do wytwarzania ortofotomapy cyfrowej jest złożonym systemem komputerowym bazującym na skanerze i cyfrowej stacji fotogrametrycznej (CSF).

CSF jest komputerem o wysokiej wydajności, wyposażonym w bardzo szybką kartę graficzną, system obserwacji stereoskopowej, możliwość kompresji plików. Oprogramowanie CSF to z reguły wielomodułowy pakiet specjalistycznych wielozadaniowych programów do wykonywania poszczególnych etapów technologii produkcji ortofotomapy.

Wśród takich stacji wyróżnia się Image Station Z610 firmy INTERGRAPH, gdyż jest to pierwsze rozwiązanie wykorzystujące dla profesjonalnej CSF system operacyjny Windows NT, zamiast dominującego do tej pory systemu UNIX. Stacja ta ma cztery procesory PENTIUM 200, dyski o dużej pojemności 12 GB, akcelerator grafiki, promiennik podczerwieni do obserwacji stereoskopowej przez specjalne okulary. System taki omówiono w rozdz. 6 pkt. 6.4.4 „Sposoby obserwacji stereoskopowej” (część I skryptu).

Fakt zastosowania Windows NT jako platformy programowej stacji ma kapitalne znaczenie dla kompatybilności z innym oprogramowaniem używającym środowiska Windows.

Image Station, także w starszej wersji unixowej, wyróżnia się sprzętowym wsparciem kompresji obrazu metodą JPEG. Rozwiązanie to pozwala pracować na obrazie skompresowanym, co umożliwia przechowywanie na dyskach dużej liczby zeskanowanych zdjęć.

Fotogrametryczne stacje cyfrowe umożliwiają opracowanie wektorowej mapy numerycznej lub ortofotomapy. Obserwacja stereoskopowa odbywa się z reguły w systemie polaryzacyjnym przez specjalne okulary. W zakresie standardowych możliwości takich stacji mieszczą się wszystkie zasadnicze etapy technologii fotogrametrycznej wytwarzania ortofotomapy w

wersji cyfrowej. Przy założeniu, że dysponujemy już zeskanowanymi zdjęciami, to są to następujące etapy:

- 1) pomiar do aerotriangulacji,
- 2) wyrównanie aerotriangulacji,
- 3) utworzenie modelu stereoskopowego i stereodigitalizacja,
- 4) automatyczne generowanie danych do NWMT,
- 5) opracowanie NWMT,
- 6) generowanie ortoobrazów,
- 7) łączenie obrazów w mozaiki, korekcja radiometryczna,
- 8) końcowa edycja ortofotomapy, dodanie treści alfanumerycznej i wektorowej.

Do renomowanych stacji fotogrametrycznych zaliczają się następujące modele:

ERDAS - Orthomax
EUDICORT firmy Eurosense
INTERGRAPH IS 6487, IS 6887, IS Z610
LEICA-HELAVA DPW 670/770
PHODIS ST ZEISS
PCI OrthoEngine
PRISM firmy International Imaging System

Wielu użytkowników cyfrowych obrazów i ortofotomap potrzebuje stosunkowo prostych narzędzi fotogrametrycznych umożliwiających przeglądanie, edycję i projektowanie. Przykładem jest program Iras /C firmy INTERGRAPH, który jest dostosowany do pracy w środowisku MicroStation. Jego zakres funkcjonalny jest bardzo szeroki przy czym nie umożliwia on obserwacji stereoskopowej.

Do kategorii uproszczonych CSF zaliczyć można rozwiązania typu DVP firmy Leica i VSD-AGH [Jachimski J, Boroń A, Zieliński J, 1994]. Pozwalają one na budowę pojedynczego modelu i stereodigitalizację. Bliższy opis VSD AGH podany jest w rozdziale 15 „Interpretacja i pomiary obrazów stereoskopowych z użyciem fotogrametrycznej stacji cyfrowej VSD”.

16.8 POTRZEBA AKTUALNEJ GEOINFORMACJI NA BAZIE ORTOFOTOMAPY

Jak to wynika z raportu Najwyższej Izby Kontroli z roku 1996, aktualna mapa zasadnicza o pełnej treści pokrywa tylko 16% powierzchni Polski. Nie nadąża się z aktualizacją mapy w stosunku do zmian zagospodarowania przestrzennego. Tylko 30% tej mapy odzwierciedla stan obecnej struktury gruntów i nieruchomości. Na domiar złego, z przeprowadzonych badań nad wykorzystaniem ortofotografii cyfrowej do aktualizacji gruntów, dostrzeżono znaczne różnice między warstwą ewidencji gruntów a granicami działek zidentyfikowanymi na ortofotografii cyfrowej. Świadczy to o niezgodności stanu użytkowania ze stanem władania. Budynki figurujące w warstwie ewidencyjnej wykazują odstępstwa rzeczywistego położenia od stanu uwidocznionego w ewidencji.

Mapy topograficzne większości województw naszego kraju aktualizowano ostatni raz 10-15 lat temu. Nie można w tej sytuacji myśleć o zaopatrzeniu gmin w aktualne mapy topograficzne, które mogłyby być podstawową informacją o terenie gminy dla potrzeb zarządzania i *miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego*.

Polska gmina, będąc gospodarzem swojego terenu, potrzebuje aktualnej, przejrzystej i łatwo dostępnej mapy swojego terenu na papierze i w komputerze. Te warunki spełnia cyfrowa ortofotomapa, gdyż wszystkie dane są w postaci numerycznej w komputerze. Wizualizacja

może dotyczyć wszystkich danych lub tylko poszczególnych warstw informacyjnych, takich jak np. budynki, lasy, wody, użytki rolne itd. Warstwy informacyjne mogą być analizowane indywidualnie lub w kombinacji warstw. Możliwym jest tworzenie stereoskopowych modeli przestrzennych terenu ułatwiających interpretację, pomiar i analizę w terenach pofałdowanych.

Konkludując, ortofotomapa jest aktualnym i zrozumiałym dla wszystkich podkładem bazowym do planowania przestrzennego w świetle ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym. Ortofotomapa może być pomocą dla każdej gminy jako informacja:

- a) aktualna,
- b) zrozumiała dla każdego,
- c) wiarygodna,
- d) o tym, co gmina posiada na swoim terenie.

16.9 ORTOFOTOMAPA W SYSTEMACH WSPOMAGANIA DECYZJI

Przygotowanie i podejmowanie decyzji na wszystkich szczeblach wymaga dysponowania niezbędną informacją o przedmiocie zarządzania i planowania w skali miasta i regionu, przy czym:

- a) informacja ta powinna być wystarczająco aktualna;
- b) dostęp do tej informacji powinien być interaktywny lub wystarczająco szybki, uwzględniając także analizę danych, modelowanie i symulację wariantową;
- c) forma danych wynikowych powinna być przejrzysta i przyjazna dla użytkownika;
- d) jakość i dokładność geoinformacji powinna wystarczać do modelowania stanów i zjawisk oraz ich lokalizowania dla planowania i zarządzania w skali miasta i regionu (1 : 10k, 1 : 5k, 1 : 2k).

Geoinformacyjny System Wspomagania Decyzji może wykorzystywać cyfrową ortofotomapę jako lokalizacyjną warstwę odniesienia. Ponadto rastrowy obraz ortofotomapy stanowi najłatwiejszą do zrozumienia formę reprezentacji powierzchni terenu dla decydentów.

Obecnie są prowadzone prace nad wykorzystaniem nowoczesnych źródeł informacji przestrzennej, jakim jest ortofotomapa cyfrowa do wspomagania procesu kształtowania i rozwoju obszarów wiejskich. Docelowo chodzi o opracowanie systemu wspomagającego zarządzanie i planowanie na szczeblu gminy.

16.10 ANALIZA PORÓWNAWCZA ORTOFOTOMAPY I EWIDENCJI GRUNTÓW

Badania przeprowadzono dla całej sekcji 1 130 okolicy Cementowni w Nowej Hucie koło Krakowa [Homa G. 1996]. Wykonano kameralne porównanie stanu użytkowania wynikającego z ortofotomapy w stosunku do sytuacji wykazanej w ewidencji gruntów. Następnie przeprowadzono sprawdzenie terenowe oraz analizę otrzymanych wyników oraz porównanie pomiędzy pomiarami terenowymi i kameralnymi. Na końcu sporządzono mapę ewidencji gruntów wraz z naniesionymi zmianami.

Kameralne sprawdzenie niezgodności pomiędzy ortofotomapą i nałożoną na nią warstwą ewidencji gruntów wykonano dwoma sposobami.

W pierwszym przypadku wykonano to poprzez nałożenie na ortofotomapę warstwy ewidencyjnej w skali 1 : 2 000 naniesionej na folii. Metoda ta, choć mało dokładna i żmudna, daje jednak całościowy i szybki wgląd w występujące różnice. W drugim sposobie wykorzystano VSD-AGH jako przeglądarkę do ortofotomapy w postaci cyfrowej. VSD-AGH może być używany nie tylko jako stereorestytutor pracujący na zdjęciach stereoskopowych, ale także jako mono- lub stereokomparator do pomiaru i wektoryzacji obrazów cyfrowych z dokładnością odpowiadającą ułomkom piksela.

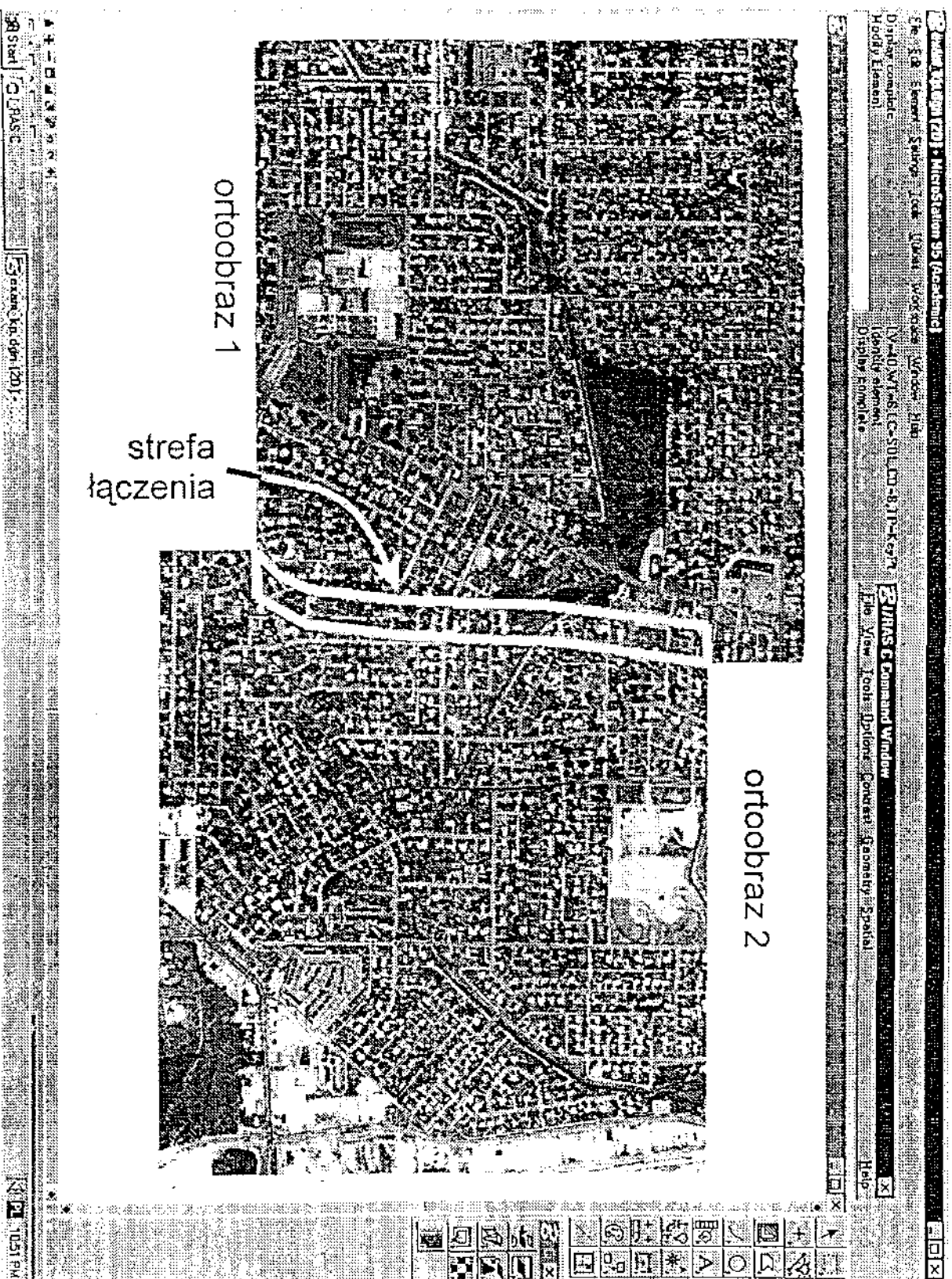
Ze względu na to, że VSD-AGH umożliwia wczytanie mapy wektorowej w formacie *.ABS lub *.MAP tylko w postaci linii poligonów i wektoryzację w takiej postaci, dalszą obróbkę zapisanej przez VSD mapy w formacie *.DXF przeprowadzono w programie MicroStation. Pozwoliło to na dodanie warstw z numerami działek i numerami punktów załamania granic działek. Analizując wielkość różnic powierzchni działek pomiędzy ortofoto i ewidencją, stwierdzono niezgodność stanu użytkowania w stosunku do ewidencji gruntów. Suma całkowita powierzchni różnicowej wynosi ponad 50 arów tylko na powierzchni jednej sekcji 1 600 na 1 000 metrów.

W sprawdzeniu terenowym porównano wyniki pomiarów wykonanych na VSD-AGH odległości pomiędzy punktami z pomiaru terenowego a punktami odczytanymi z ortofotomapy, a następnie z istniejącej warstwy ewidencji gruntów. Pomiarów terenowych wykazały przydatność ortofotomapy do aktualizacji katastru gruntowego, bowiem różnice odległości pomiędzy pomiarem terenowym a współrzędnymi odczytanymi z ortofotomapy średnio wyniosły 0,33 metra, podczas gdy średnia różnica współrzędnych między punktami z pomiaru a warstwą ewidencyjną wyniosła 0,36 metra.

Z przeprowadzonych badań wynikało, że ortofotomapa w technologii cyfrowej jest materiałem przydatnym do aktualizacji ewidencji gruntów, wykrywania zmian i rozbieżności, a w konsekwencji stwierdzenia z jakich przyczyn powstały niezgodności pomiędzy stanem użytkowania a ewidencją. Narzędziem przydatnym do wizualizacji pomiarów i kreślenia mapy z ortofotomapy cyfrowej jest VSD-AGH, a wynika to z łatwości obsługi tej stacji, uzyskiwanych dokładności i szerokich możliwości innych zastosowań geomatycznych.

16.11 ĆWICZENIA

1. Podstawowe operacje edycji rysunku w programie MicroStation
2. Podstawowe operacje wyświetlania, zmiany kontrastu w programie IRAS /C
3. Połączenie ortoobrazów (mozaikowanie) i kadrowanie arkusza ortofotomapy
4. Wektoryzacja wybranej treści ortofotomapy
5. Pomiar odległości i powierzchni na ortofotomapie
6. Opracowanie fotomapy metodą cyfrową



Rys. 4. „Mozaikowanie” ortofotobrazów za pomocą programu ICRAS /C firmy Intergraph

16.12 WARSZTATY

Analiza stanu aktualności mapy topograficznej 1 : 10 000 na podstawie porównania z ortofotomapą (fotomapą)

16.13 LITERATURA

1. FLOREK R, 1994. Continuous Updating the Syllabuses of Geomatics Courses, *Proceedings of the Second Workshop on Surveying Education in Southern Africa*, UCT, Cape Town, pp.59-64.
2. FLOREK-PASZKOWSKI R, 1996. Ortofotomapa cyfrowa jako źródło aktualnych danych o terenie. *Materiały na spotkanie wójtów gmin województwa krakowskiego z Wojewodą Krakowskim i Wójtami Gmin*. 3s.
3. FLOREK-PASZKOWSKI R, WĘGRZYN Z, HOMA G, 1997. Ortofotografia cyfrowa - wybrane aspekty wytwarzania i zastosowań w Polsce. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*. Kraków, Vol.6, s.87-96.
4. GAGNON P, COLEMAN D J, 1990. Geomatics, An Integrated Systemic Approach to Meet the Needs for Spatial Information. *CISM Journal ACSGC*, Canada, Vol. 44, No 4, pp. 377-382.
5. HOMA G, 1996. *Wybrane aspekty wykonywania i wykorzystania ortofotografii cyfrowej w Polsce*. Praca dyplomowa magisterska, AGH, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej, Kraków.
6. JACHIMSKI 1990: Możliwości wykonania ortofotografii w Polsce, *Fotogrametria i teledetekcja w rolnictwie*, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Vol.5, s.13-27.
7. JACHIMSKI J, BORON A, ZIELIŃSKI J, 1994. Video Stereo Digitizer i wstępna ocena dokładności pomiaru wielkoskalowych zdjęć lotniczych. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Kraków, Vol. 1, s.11.1 - 11.13.
8. KACZYŃSKI R, 1995. Mapy cyfrowe ze zdjęć satelitarnych i lotniczych, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Kraków, Vol. 3, s.61-66.
9. WĘGRZYN Z, 1994. Określenie współrzędnych z ortofotografii cyfrowej przy użyciu VSD - AGH, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Kraków, Vol. 1, s.12.1 - 12.5.

17. INTERPRETACJA I POMIARY OBRAZÓW STEREOSKOPOWYCH Z UŻYCIEM FOTOGRAMETRYCZNEJ STACJI CYFROWEJ VSD

Józef Jachimski, Adam Boroń

17.1 WPROWADZENIE

Zdjęcie lotnicze niesie w sobie zasoby szczegółowych informacji o sposobie użytkowania terenu, które są znacznie bardziej zróżnicowane, niż informacje zawarte na mapie w podobnej skali. Wiele szczegółowych informacji zawartych na zdjęciu lotniczym, takich jak np. kształt korony drzewa, wysokość drzewa, lub kształt powierzchni topograficznej, można zinterpretować dokładniej na stereogramie niż na pojedynczym zdjęciu. Stereogramy, czyli pary zdjęć wykonanych z różnych punktów przestrzeni, ale przedstawiających ten sam fragment terenu, umożliwiają uzyskanie wrażenia efektu przestrzennego. Obserwator może ułożyć pod stereoskopem dwie odpowiadające sobie fotograficzne odbitki zdjęcia lotniczego, lub może posłużyć się wprost negatywami lub diapozytywami zarejestrowanymi na przeźroczystej folii. Rozpoczęcie obserwacji takich materiałów wymaga jednak pewnych przygotowań, które znacznie się upraszczają w przypadku, gdy obraz lotniczy wyświetlany jest na monitorze komputera.

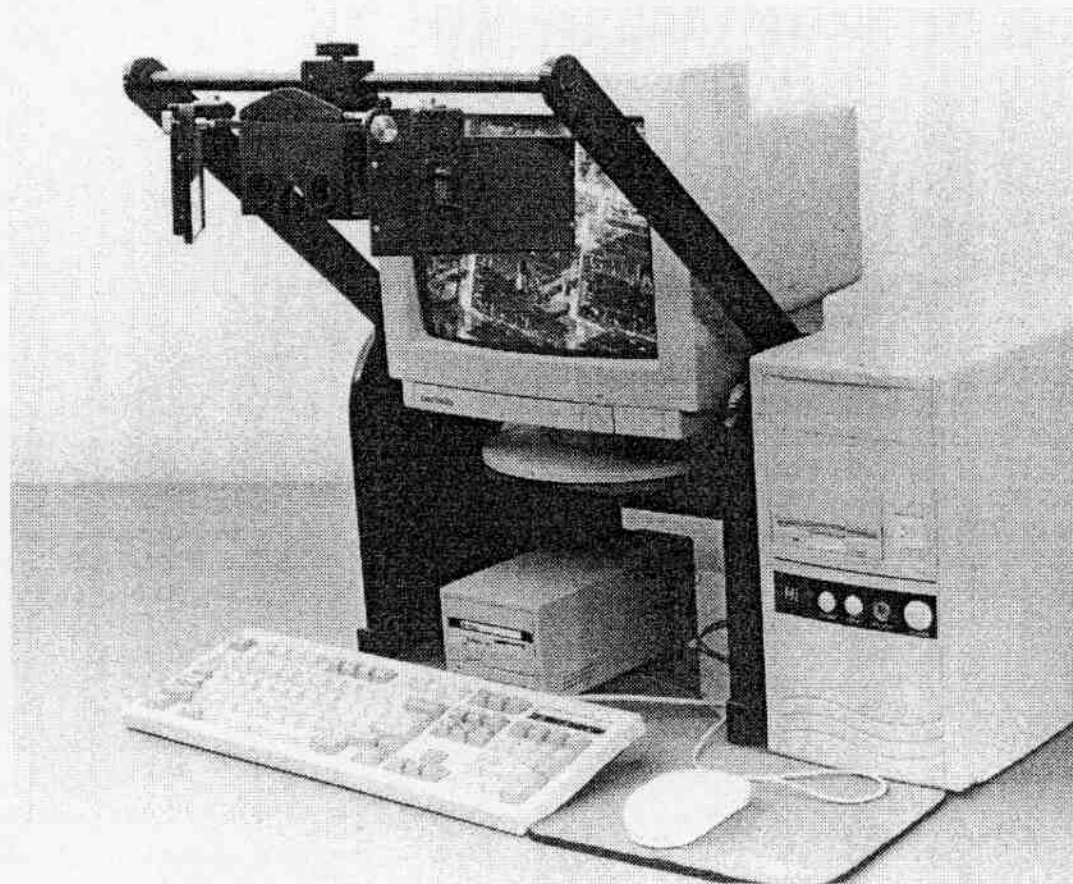
Upraszcza się znacznie procedura umożliwiająca odnalezienie obrazu interesującego nas fragmentu powierzchni terenu, a także uprościć się może procedura doboru pożądanego współczynnika powiększenia obrazu.

Szczególnie ułatwione staje się porównywanie treści istniejącej cyfrowej mapy wektorowej z treścią cyfrowego obrazu półtonalnego. Porównanie takie możemy chcieć wykonać np. nakładając linie granic katastralnych, lub granic użytków na zdjęcie lotnicze, które wyświetlane jest na ekranie. Można w ten sposób łatwo stwierdzić, które domy widoczne na zdjęciu lotniczym wybudowano po ostatniej aktualizacji mapy wektorowej (mapy kreskowej), jakie obszary lasu zostały wycięte, lub na których porębach posadzono drzewka. Można łatwo wykryć i zlokalizować dzikie wysypiska śmieci, lub nowe drogi polne, można też wykryć i zlokalizować zmiany przebiegu koryta rzeki lub strumienia.

17.2 SPOSÓB REALIZACJI SZTUCZNEGO EFEKTU STEREOSKOPOWEGO W VSD

Istnieje kilka systemów umożliwiających przeglądanie cyfrowych stereogramów na ekranie monitora komputerowego. Niektóre z nich pozwalają również nakładać wektorowe mapy na półtonalny model stereoskopowy, a nawet wykonywać zmian treści tych map wektorowych (usuwanie lub dodawanie wektorowych linii konturowych). Jednym z takich systemów jest Video Stereo Digitizer (VSD) produkcji krajowej, z którego użyciem zapoznać się Państwo w ramach ćwiczeń praktycznych.

W VSD dwa obrazy cyfrowe stanowiące stereogram wyświetlane są odpowiednio na lewej i prawej połowie ekranu monitora. Stereoskopową wizję przestrzenną uzyskuje się w ten sposób, że lewym okiem należy obserwować lewą połówkę ekranu, a prawą połówkę ekranu należy obserwować prawym okiem. Oczywiście obserwacja taka gołymi oczyma nie byłaby łatwa. Aby umożliwić komfortową obserwację stereoskopową stosuje się w VSD tzw. stereoskop zwierciadlany (rys 1). Odpowiednio ustawione lustra powodują, że każde z oczu obserwatora widzi tylko połowę ekranu monitora. Dwa odpowiadające sobie obrazy kojarzone są w mózgu obserwatora w jedną przestrzenną wizję obszaru objętego zdjęciami. Podobnie jak w przypadku oglądania stereoskopowych odbitek zdjęć lotniczych lub diapozytywów, uzyskuje się wyraźnie widoczny przestrzenny model terenu, na którym dostrzegamy przestrzenne kształty obiektów i ich rozmieszczenie w przestrzeni.



Rys. 1. Fotogrametryczna stacja cyfrowa VSD ze stereoskopem zwierciadlanym

17.3 OBRAZY CYFROWE W VSD

Przedmiotem obserwacji stereoskopowej na ekranie VSD mogą być obrazy cyfrowe uzyskane na drodze laboratoryjnej, skanowania lotniczych zdjęć fotograficznych, lub obrazy pozyskane wprost z wykorzystaniem skanera lotniczego lub satelitarnego. Najłatwiej jest interpretować model przestrzenny w barwach naturalnych, i takich obrazów dostarczają nam loty fotogrametryczne wykonane w ramach programu PHARE. Często jednak mamy do czynienia również z czarno-białymi zdjęciami półtonalnymi (panchromatycznymi), w postaci cyfrowych diapoztywów, a czasem negatywów; obrazy panchromatyczne charakteryzuje wysoka selektywność półtonów szarości i bardzo dobra ostrość wizji stereoskopowej, co ułatwia identyfikację nawet bardzo drobnych obiektów terenowych i poprawną interpretację przestrzeni. Treści specjalne, trudno widoczne na obrazach w kolorach naturalnych lub na obrazach panchromatycznych, można interpretować na obrazach spektrostrefowych (obrazy w kolorach zafałszowanych komponowane sztucznie na ogół z wykorzystaniem wyciągów spektralnych rejestrowanych w podczerwieni), ale przestrzenna interpretacja tych obrazów wymaga specjalnego treningu.

W przypadku nakładania wektorowych warstw tematycznych (konturów liniowych) na stereoskopowe obrazy lotnicze, kolor może stać się istotnym czynnikiem pozwalającym rozróżniać linie reprezentujące różne treści (np. granice własności, drogi, wody, itp.). W takich przypadkach kolorowe linie konturowe lepiej widać na tle czarno-białych obrazów półtonalnych (panchromatycznych). Łatwo można pozyskać obrazy panchromatyczne na podstawie oryginalnych wyciągów spektralnych RGB stanowiących materiał wyjściowy też do tworzenia

indeksowanych cyfrowych obrazów w barwach naturalnych, do których przystosowany jest program VSD.

17.4 ORGANIZACJA DOSTĘPU DO OBRAZÓW CYFROWYCH

Stanowisko komputerowe na którym zainstalowano przeglądarkę lotniczych obrazów cyfrowych musi posiadać dostęp do komputerowego zasobu obrazów. Najlepiej, jeśli obrazy cyfrowe zmagazynowane są na dużym twardym dysku, bowiem w takim przypadku dostęp do zasobu jest bezpośredni i ma charakter wyłącznie programowy: operator wskazuje właściwy obraz lub stereogram wpisując jego nazwę z klawiatury komputera. Cyfrowe obrazy lotnicze są jednak zbiorami o dużej pojemności, a co za tym idzie tylko bardzo duże twarde dyski mogą pomieścić zasób obrazów cyfrowych pokrywających obszar nawet niewielkiej jednostki administracyjnej. Biura wyposażone w komputery typu PC, nawet bardzo rozbudowane, nie będą na ogół chciały magazynować obrazów na posiadanych stosunkowo niewielkich twardych dyskach. W takim przypadku najlepiej przechowywać obrazy cyfrowe na wymiennych dyskach typu CD ROM. Na każdym takim dysku można pomieścić co najmniej 8 półtonalnych obrazów lotniczych o dobrej użytkowej rozdzielczości (np. 1 000 dpi). Korzystanie z tak zorganizowanego zasobu obrazów wymaga wyszukania właściwego krążka CD i włożenia go do komputerowego czytnika dysków CD. Wybór interesującego nas obrazu z krążka CD wykonuje się przez wpisanie z klawiatury numeru wybranego stereogramu. Numer stereogramu obejmującego obszar naszego zainteresowania (oraz numer dysku CD na którym ten stereogram jest zapisany) trzeba jednak wcześniej odszukać na odpowiedniej papierowej lub wirtualnej mapie przeglądowej.

17.5 URUCHOMIENIE PROGRAMU VSD I WYBÓR POLA ROBOCZEGO

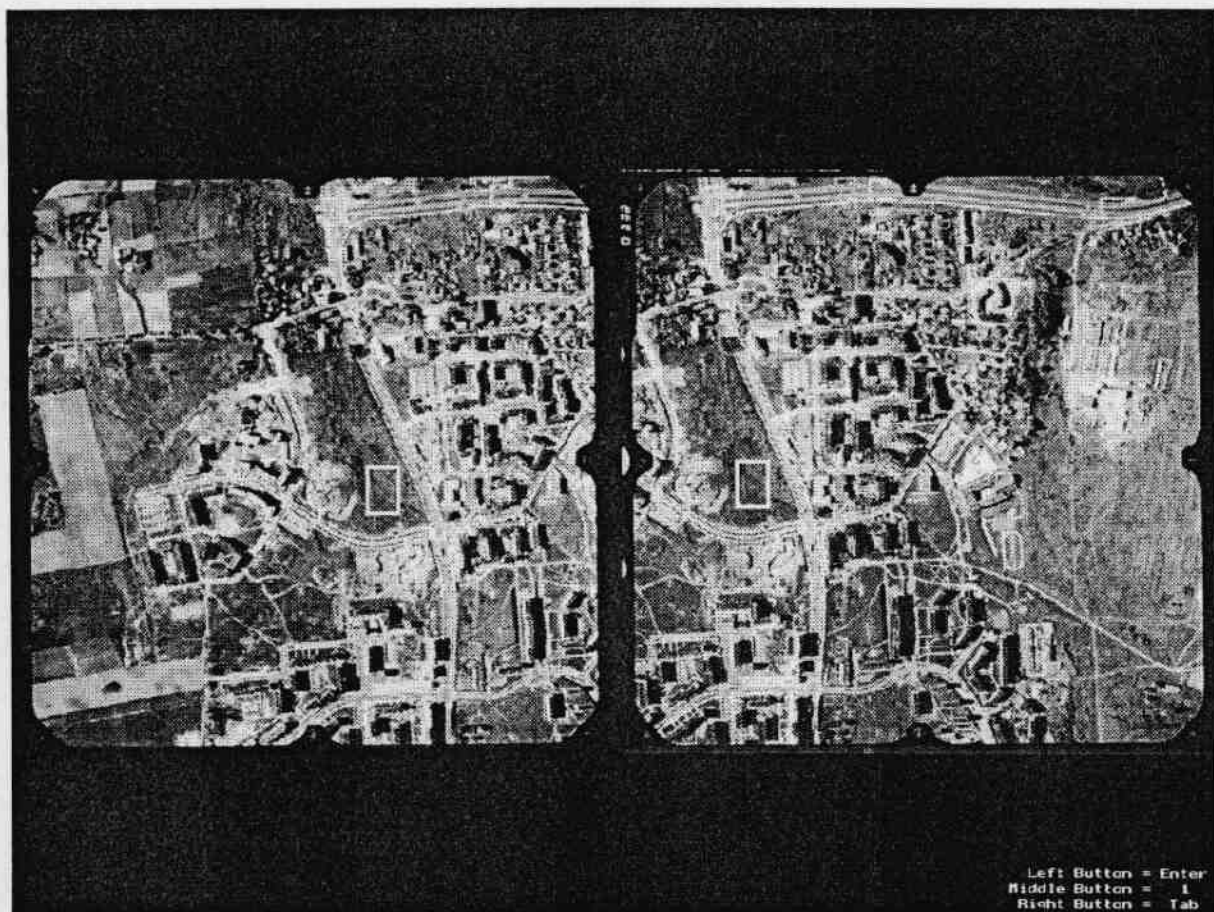
Przeglądarka VSD działa w systemie operacyjnym DOS (wywołujemy z klawiatury wpisując VSD), ale można ją uruchomić też w ramach Windows 95, posługując się odpowiednią ikonką.

Po wywołaniu programu na ekranie ukazuje się winieta tytułowa, którą wygasza się naciskając dowolny klawisz, a następnie wpisuje się nazwę zadania, która zawiera numer (lub nazwę kodową) interesującego nas stereogramu.

Program wyświetla teraz na ekranie monitora pomniejszenia obrazów stanowiących stereogram: na lewej połowie ekranu ukazuje się pomniejszenie lewego zdjęcia lotniczego, a na prawej połowie ekranu ukazuje się pomniejszenie prawego zdjęcia lotniczego. Na tle każdego z tych pomniejszeń widać zielony prostokąt. Prostokąty te można przesuwając po ekranie przy pomocy myszy lub strzałek znajdujących się na klawiaturze. Oba zielone prostokąty należy przemieścić w taki sposób, aby w ich wnętrzu znalazły się identyczne fragmenty obrazów interesującego nas obszaru terenu. Naciskając [ENTER] powoduje się wyświetlenie obrazów, zawartych w zielonych prostokątach, w taki sposób, że każdy z nich wypełnia teraz całą połowę ekranu. W ten sposób z nominalną szczegółowością zwizualizowane zostały wybrane fragmenty obrazów cyfrowych (nominalna szczegółowość polega na takim wyświetleniu obrazu cyfrowego, że piksel ekranowy odpowiada pikselowi skanowania. O obrazach wyświetlanych z nominalną szczegółowością mówimy, że zostały one zwizualizowane w powiększeniu 1 : 1).

Czasami, szczególnie gdy przeglądamy obrazy terenów pagórkowatych i górzystych, oba zielone prostokąty równocześnie przesuwane myszą nie zawierają wycinka obrazu o identycznej treści. Należy więc je przesuwać oddzielnie. Oddzielne (rozłączne) ustawianie zielonych prostokątów uzyskuje się przez naciśnięcie klawisza [TAB]: uaktywnia on na zmianę to prawy, to lewy zielony prostokąt, który można przesuwać myszą. Ponowne wprowadzenie

wspólnego sterowania oboma zielonymi prostokątami uzyskuje się przez naciśnięcie klawisza [1].



Rys. 2. Ekran VSD. Pomniejszony stereogram zdjęć lotniczych z ramkami wyboru kadru. (wciśnięcie [ENTER] powoduje wyświetlenie w skali 1 : 1 obszaru znajdującego się wewnątrz ramek)

17.6 STEREOPERCEPCJA W VSD

Obrazy widoczne na ekranie w powiększeniu 1 : 1, można oglądać stereoskopowo, uzyskując wrażenie trójwymiarowej przestrzeni. Aby to wrażenie osiągnąć, należy obserwować ekran przez stereoskop zwierciadlany, tak jak to pokazano na rys 1. Na stereogramach zdjęć lotniczych na ogół drzewa i domy, oraz wszystkie inne obiekty zagospodarowania terenu będą stwarzać wrażenie bardzo wysmukłych, trochę wyższych niż są w rzeczywistości. Jest to cecha szczególna większości stereogramów, która ułatwia rozpoznawanie przestrzennych obiektów terenowych i przestrzennych form topograficznych.

Stereoskopia zwiększa czytelność treści obrazów lotniczych i jest jednym z ważnych czynników ułatwiających fotointerpretację. Należyte wykorzystanie tego zjawiska wymaga jednak treningu, a także spełnienia trzech podstawowych warunków ułatwiających rozpoczęcie obserwacji:

- identyczny szczegół obrazu winien znajdować się na środku lewej i prawej połówki ekranu,
- ruchome zwierciadła stereoskopu zwierciadlanego powinny być ustawione pod tym samym kątem, tak dobranym, aby operator widział na wprost siebie jeden wspólny obraz (lewe oko patrzy na lewą, a prawe oko patrzy na prawą połówkę ekranu),

- operator winien widzieć ostry obraz ekranu. Osiąga się to albo używając własnych okularów "do czytania", albo dobierając właściwe soczewki ze zbioru wymiennych soczewek stereoskopu.

Gdy trzy powyższe warunki są spełnione, operator winien wygodnie usiąść przed stereoskopem i bez pośpiechu winien przyglądać się wirtualnemu modelowi terenu. Po chwili zobaczy domy i drzewa wystające nad powierzchnią terenu, zobaczy przestrzenny kształt form topograficznych, będzie miał wrażenie, że patrzy na teren z lotu ptaka.

Pierwsze ćwiczenie, jakie należy wykonać rozpoczynając obserwację stereoskopową polega na tak dokładnym przyglądnięciu się i przeanalizowaniu treści obrazu, aby po zamknięciu oczu można było go sobie w miarę dokładnie odtworzyć z pamięci. Porównujemy przede wszystkim i zapamiętujemy, który szczegół obrazu jest najwyżej, a który najniżej, a także zapamiętujemy wysokościowe położenie innych ważniejszych szczegółów oglądanego modelu. Takie ćwiczenie zaleca się początkującym obserwatorom, aby spowodować koncentrację ich uwagi na obrazach, a nie na czynnościach towarzyszących obserwacji wirtualnego modelu.

Po pewnej chwili obserwator zapomina o tym, że ogląda sztuczny model terenu, bo jest pochłonięty analizą informacji, które widzi w fascynującym trójwymiarowym środowisku wirtualnym.

W zależności od potrzeby, obserwator może poprzestać na oglądnięciu modelu stereoskopowego, może chcieć skonfrontować treść posiadanej mapy wektorowej z treścią stereogramu lotniczego, lub może chcieć dokonać zmian w treści posiadanej mapy wektorowej (zmiany mogą polegać na dodaniu brakujących, lub na usunięciu z mapy zbędnych informacji). Dwie ostatnie czynności wymagają użycia kursora (znacznka mierzącego).

17.7 KURSOR I JEGO FUNKCJE

Kursor jest to rodzaj małej ikonki, którą można przesuwając po ekranie. Wyświetlenie na ekranie monitora dwóch obrazów stanowiących stereogram powoduje automatyczne włączenie ikonki kursora do treści zarówno do lewego jak i do prawego obrazu. Obserwator ma możliwość swobodnej selekcji kształtu kursora i jego barwy. Klawiszem X można wybrać kursor w kształcie kółka, kwadratu, strzałki lub krzyżyka, przy czym elementem mierzącym jest mała kropka pulsująca w charakterystycznym punkcie każdego kursora (na ogół w środku ikonki kursora; wyjątkowo w przypadku strzałki jest to jej koniec). Doświadczeni operatorzy chętnie wykorzystują możliwość zredukowania kursora do samej kropki, która w takim przypadku przestaje pulsować; redukcja kursora do kropki, a także przywrócenie jego pierwotnego kształtu wykonywane jest klawiszem [SPACJA]. Barwę kursora można dobrać w zależności od koloru obrazu lotniczego, oraz w zależności od upodobania operatora spośród 8 kontrastowych kolorów (w tym białego i czarnego) proponowanych przez program; dobór barwy kursora wykonuje się klawiszem [L].

Kursory lewego i prawego obrazu wtapiają się w treść zdjęć lotniczych i stają się przestrzennym elementem tej trójwymiarowej treści wirtualnego modelu terenu. Operator widzi więc kursor jako integralną część oglądanej przestrzeni, i może ocenić położenie kursora w odniesieniu do innych szczegółów modelu przestrzennego. Zaleca się początkującym operatorom, aby przeprowadzili treningową analizę modelu, polegającą na zauważeniu i zapamiętaniu położenia kursora w odniesieniu do innych szczegółów terenowych widocznych na modelu. Należy tu zrobić pewną uwagę praktyczną: kursor wybija się na tle obrazów lotniczych swym regularnym kształtem i kontrastowym kolorem; dlatego przy zalecanym ćwiczeniu treningowym należy dołożyć starań aby skupiać swoją uwagę, obserwować i analizować głównie treść wnoszoną przez zdjęcia, dostrzegając kursor jakby mimochodem – wtedy będzie on łatwo postrzegany jako integralny element przestrzeni wirtualnej.



Rys. 3. Ekran VSD. Znaczkę pomiarową (przestrzenny kursor) na tle stereogramu cyfrowego w powiększeniu 1 : 1. W lewym górnym narożniku liczniki współrzędnych geodezyjnych dla aktualnego położenia kursora.

Kursory lewego i prawego obrazu można równocześnie przemieszczać po ekranie z wykorzystaniem myszy. Identyczny ruch lewego i prawego kursora daje w efekcie wrażenie zmian sytuacyjnego położenia kursora (przesunięcie przestrzennego kursora w poziomie, w płaszczyźnie xy). Zmiany wysokości kursora uzyskuje się przez inne przesunięcie lewego kursora w kierunku równoległym do dłuższego boku ekranu na tle lewego obrazu, a inne przesunięcie prawego kursora na tle prawego obrazu w tym samym kierunku. System VSD ma wbudowaną funkcję umożliwiającą zmianę wysokości kursora bez zmiany jego sytuacyjnego położenia, czyli wzdłuż pionowej linii przestrzeni modelu (kierunek Z). Pionowym ruchem kursora można sterować z wykorzystaniem klawiszy F1 (w górę) i F2 (w dół), lub z wykorzystaniem lewego lub prawego przycisku na trójprzyciskowej myszy. Wielkość skoku kursora na ekranie, a tym samym szybkość przesuwania kursora reguluje się szarymi klawiszami [+] i [-]. Dokładne ustawienie kursora na wybranym szczególe najłatwiej jest uzyskać sterując nim z klawiatury, przy ustawionym minimalnym, popikselowym skoku.

Bardziej doświadczeni operatorzy mogą używać też myszy do szybkiego przemieszczania kursora w górę lub w dół. Aby to osiągnąć trzeba uprzednio nacisnąć klawisz A, który przełącza funkcję myszy z ruchu sytuacyjnego na wysokościowy, lub z powrotem. Istnieje też nadal możliwość rozłącznego sterowania kursorami, którą poznaliśmy przy omawianiu sposobu sterowania zielonymi prostokątami przy wyborze na pomniejszeniach interesującego nas fragmentu obrazu (selektywne sterowanie lewym lub prawym kurorem osiąga się klawiszem [TAB], zaś przywraca się sterowanie równoczesne klawiszem [I]).

Operator może wybrać jeden z pięciu oferowanych kursorów, które różnią się kształtem: kwadrat, krzyżyk, strzałka i kółko. Każdy z tych kursorów ma punkt mierzący, który identyfikowany jest przez mrugający piksel. Często bardziej wprawni operatorzy pracują z wykorzystaniem kursora zredukowanego do jednej kropki, którą stanowią nie mrugające cztery piksele ekranowe. Wybór kształtu kursora wykonuje się klawiszem [X], zaś redukcję kursora do kropki i powrót do całego kursora osiąga się klawiszem [SPACJA]. Kursory, podobnie jak wektory, mogą przybierać jeden z siedmiu kontrastowych kolorów, a zmianę koloru kursora wykonuje się klawiszem [L], dobierając tak kolor, aby kursor był dobrze widoczny na tle obrazu.

17.8 FUNKCJE OBRAZOWE VSD

System VSD pozwala na powiększanie i pomniejszanie obrazów lotniczych wyświetlonych na ekranie. Naciskając klawisz [Z] powodujemy kolejno: dwukrotne, trzykrotne, czterokrotne, lub ośmiokrotne powiększenie skali obrazu na ekranie, przy czym przy każdym kolejnym naciśnięciu klawisza [Z] uzyskuje się ponowne podwojenie skali. Klawiszem [Z] można osiągnąć maksymalnie 32 krotne powiększenie w stosunku do obrazu o nominalnej szczegółowości; przy takim powiększeniu pojedynczy piksel obrazu, uzyskany przy skanowaniu, wyświetlany jest na ekranie jako kwadrat o wymiarach aż 32*32 piksele ekranowe, co powoduje, że obraz na ogół przestaje być czytelny. Tak znaczne powiększenie bywa użyteczne tylko przy pomiarze punktów sygnalizowanych tarczami o regularnych kształtach.

Pomniejszenie skali obrazu na ekranie uzyskuje się przez naciśnięcie klawisza [M], przy czym kolejne naciskanie klawisza [M] powoduje dwukrotne pomniejszanie skali obrazu. Pomniejszanie można wykonywać kilkakrotnie, osiągając na ekranie obraz w skali drobniejszej w stosunku do pierwotnego obrazu o nominalnej szczegółowości; granicą pomniejszania jest format obrazu na ekranie zbliżony do formatu obrazów na których dokonuje się wstępnego wyboru tematu z wykorzystaniem ruchomych zielonych prostokątów.

Zmiana zakresu obrazu obserwowanego na ekranie może być osiągnięta przez powrót do zielonego prostokąta, lub przez przecentrowanie obrazu.

Powrót do ekranu zawierającego zielony prostokąt uzyskuje się klawiszem [V], przy czym wielkość zielonego prostokąta i jego położenie odpowiada obrazowi, który był na ekranie w momencie naciśnięcia klawisza [V]. Po przesunięciu zielonego prostokąta, naciskając [ENTER] wyświetlany na ekranie wskazane zielonym prostokątem obrazy, przy czym powiększenie obrazów jest takie, jakie miało miejsce w momencie naciśnięcia klawisza [V].

Przecentrowanie obrazu wykonuje się klawiszem [C], [Z] lub [M]. W wyniku użycia tych klawiszy obraz w skali nie zmienionej, powiększony lub pomniejszony, zajmuje na ekranie położenie centralne wokół punktu wskazanego kursorem przed uruchomieniem w/w funkcji. Umieszczając kursor na środku pionowej lub poziomej krawędzi obrazów na ekranie, można łatwo klawiszem [C] przesunąć kadr obrazu dokładnie o połowę jego wymiaru. Umieszczając kursor w dowolnym miejscu pionowej lub poziomej krawędzi ekranu, lub w narożniku w którym te krawędzie się przecinają, klawiszem [C] można udostępnić operatorowi treści zdjęcia położone symetrycznie wokół kursora. Tak więc przez odpowiednie przecentrowanie, udostępnia się operatorowi treści obrazu lotniczego znajdujące się w najbliższym sąsiedztwie kadru ekranowego, zaraz za jego ramką.

17.9 FUNKCJE WEKTOROWE

Powyżej przedstawiono sposób oglądania przestrzennego modelu stereoskopowego z wykorzystaniem przeglądarki VSD.

Oglądanie stereogramu, analiza jego treści, w wielu przypadkach powinny dać rezultat w postaci małej mapki, na której obserwator przedstawia interesujące go treści w formie linii, w formie konturów możliwych do wydrukowania i dołączenia do akt. Przeglądarka VSD stwarza taką możliwość.

Wektory, za pomocą których zaznacza się na ekranie (wektoryzuje) linię łamaną obrazującą kontur, muszą być przypisane do jednej z warstw tematycznych, należących do bazy danych VSD (maksymalnie 256 warstw mieści się w bazie danych VSD). Wektory mogą być wizualizowane na ekranie monitora w jednym z 7 dostępnych kolorów: czerwonym (R - red), zielonym (G - green), niebieskim (B - blue), fioletowym (M - magenta), żółtym (Y - yellow), seledynowym (C - cyan), oraz białym (W - white), a każda warstwa tematyczna należąca do bazy danych VSD, do której są przypisywane wektory, może mieć status warstwy widocznej na ekranie, lub warstwy niewidocznej (czyli nie wizualizowanej w danym momencie). Tylko jedna z warstw tematycznych VSD może jednak mieć w danym momencie status warstwy aktywnej, czyli podlegającej modyfikacji (dodawanie lub usuwanie wektorów). Warstwą aktywną może być zarówno warstwa widoczna jak i niewidoczna.

Krokiem wstępnym do wektoryzacji treści stereogramu jest zdefiniowanie warstw. Naciskając klawisz [B] wywołuje się okienko dialogowe, które oferuje trzy opcje: selekcję nowej warstwy aktywnej [Nazwa], zdefiniowanie nowej warstwy [Dodaj], lub zmodyfikowanie nazwy, statusu, lub koloru wyświetlania warstwy już istniejącej w bazie danych VSD [Modyfikuj].

Dodanie warstwy oznacza wprowadzenie nowej warstwy do bazy danych VSD. Warstwie tej nadajemy nazwę (max. 30 znaków) status (aktywna / nieaktywna; widoczna / niewidoczna) oraz atrybuty (nazwa; kolor wizualizacji na ekranie monitora VSD). Modyfikacja warstwy polega na modyfikacji jej statusu lub atrybutów. Wyszukiwanie warstwy którą zamierzamy uaktywnić lub zmodyfikować może polegać na wpisaniu jej nazwy w okienku dialogowym, na wyszukaniu nazwy za pomocą strzałek selekcyjnych w okienku dialogowym, lub na wskazaniu wektora należącego do interesującej nas warstwy. Wskazanie wektora wykonuje się kursorem na lewym obrazie widocznym na ekranie VSD, a nazwę odczytuje się w okienku wywołanym klawiszami [Ctrl+B]; akceptacja nazwy klawiszem [Enter] umożliwia przejście do czynności aktualizacyjnych. System VSD umożliwia też operatorowi przeglądanie spisu warstw tematycznych znajdujących się w bazie danych VSD (utworzonych w czasie pracy na VSD lub importowanych z innych baz danych w postaci plików DXF). Spis warstw tematycznych wywołuje się klawiszami [Alt+B].

Jak to wyżej wspomniano, nowe wektory zapisuje się jedynie do warstwy, która jest aktywna w danym momencie.

Chcąc narysować kontur obiektu widocznego na modelu stereoskopowym, operator musi wskazać ten kontur komputerowi, posługując się kursorem. W tym celu operator ustawia kursor na wybranym punkcie konturu i naciska klawisz [P] lub środkowy przycisk myszy, inicjując pojawienie się na ekranie ruchomego wektora, zaczepionego w punkcie początkowym, wskazanym przez operatora. Wektor ten należy tak obrócić, aby pokrył się z najbliższym fragmentem konturu. Następnie dobieramy długość wektora, ustawiając kursor w miejscu, w którym kończy się prostoliniowy odcinek konturu. Przez ponowne naciśnięcie klawisza [P] lub środkowego przycisku myszy rejestruje się w pamięci komputera pierwszy wektor, a równocześnie inicjuje się następny ruchomy wektor, który po wpasowaniu w linię konturu, rejestrujemy, inicjując kolejny wektor. W konsekwencji rejestrowania kolejnych wektorów powstaje linia łamana, którą kończymy naciskając klawisz [K].

Jeśli wektoryzuje się kontur zamknięty, to zakończenie wektoryzacji (zamknięcie konturu) należy wykonać klawiszem [D], który zapewnia, że łamana linia wektorowa zakończy się na tym samym pikselu z którego został wyprowadzony pierwszy wektor.

Gdy wektoryzuje się dom, lub inny prostokąt, to można użyć funkcji gwarantującej prostopadłość wektorów opisujących ten kontur. W tym celu, po zapamiętaniu pierwszego wektora, ustawia się znaczek mierzący na przeciwległym narożniku obrazu budynku i inicjuje się ruchomy wektor klawiszem [P], po czym koniec ruchomego wektora ustawia się w pobliżu linii wektora do którego ma on być prostopadły. Teraz klawiszem [N] powoduje się ustawienie ruchomego wektora w pozycji prostopadłej do wybranego wcześniej wektora nieruchomego i zaczepienie go do jednego z pikseli stanowiących wektor nieruchomy.

Czasem zachodzi konieczność narysowania linii łamanej rozdzielającej na dwie części wcześniej narysowany kontur. Często powoduje to konieczność zaczepienia ruchomego wektora do jakiegoś punktu istniejącego już wektora.

Aby zaczepić wektor ruchomy do punktu znajdującego się na istniejącym wektorze, należy ustawić koniec wektora ruchomego na interesującym nas punkcie i nacisnąć klawisz [kropka].

Wektory omyłkowo zarejestrowane można usunąć z pamięci komputera. W tym celu należy dotknąć kursorem wybrany wektor i nacisnąć klawisz [U], powodujący usunięcie niechcianego wektora. Usunięcie ostatnio narysowanego wektora uzyskuje się klawiszem [Bcksp], bez konieczności wskazywania tego wektora kursorem.

Linie bardzo kręte, trudne do aproksymowania linią łamaną, można rejestrować w postaci tzw. trajektorii, tj. linii ciągłej (trajektoria jest de facto linią łamaną, ale składającą się z małych wektorków opartych na sąsiadujących ze sobą pikselach ekranowych). Rysowanie trajektorii uruchamia się klawiszem [T]. Błędnie narysowany odcinek trajektorii usuwa się klawiszami [TU], przy czym usunięty zostaje fragment trajektorii od punktu wskazanego kursorem do końca wskazanego odcinka trajektorii.

17.10 WEKTORYZACJA STEREOGRAMÓW

Wektoryzacja obiektów terenowych na modelu stereoskopowym nie jest operacją trudną, ale wymaga pewnej wprawy.

Zaleca się rozpocząć naukę wektoryzacji od nabycia umiejętności oceny przestrzennego położenia kursora w stosunku do otaczających go obiektów wirtualnej przestrzeni stereoskopowej. Instruktor ustawia znaczek mierzący nad terenem, w takim miejscu modelu, w którym widać wyraźnie kilka obiektów znajdujących się na różnej wysokości nad terenem (np. kalenica domu, lampa uliczna, płot, itp.), a kursant ma za zadanie wyliczyć te obiekty w kolejności od najwyższego do najniższego, z uwzględnieniem przestrzennego położenia kursora.

Po kilku takich ćwiczeniach, jeśli zakończyły się one sukcesem, można przystąpić do nauki wskazywania kursorem wybranego obiektu przestrzeni wirtualnej. Ustawienie kursora na wysokości wybranego obiektu winno być wykonane dwuocznie, stereoskopowo. Dopiero po stwierdzeniu, że kursor znajduje się na wysokości wybranego obiektu, tuż koło tego obiektu, nasuwa się go ruchem myszy do położenia w którym kursor dokładnie wskazuje wybrany obiekt. Poprawność osadzenia kursora na obiekcie może sprawdzić instruktor, ale może być ona oceniona też przez samego kursanta, jeśli wskazywany obiekt ma jednoznaczną definicję (np. narożnik budynku ma jednoznaczną definicję, w przeciwieństwie do punktu na łące, który nie jest punktem charakterystycznym). Kryterium poprawności osadzenia kursora na obiekcie jest jednoznaczne: kursor dotyka obiektu w przestrzeni wirtualnej wtedy, gdy na lewym i na prawym obrazie stereogramu widoczny jest na tle tego samego szczegółu obrazu.

Czasem początkujący obserwatorzy dostrzegają kursor przestrzenny jako dwa oddzielne kursory. Najczęściej ma to miejsce, gdy kursor znajduje się poniżej powierzchni terenu. Jeśli wystąpi takie zjawisko, najlepiej ustawić kursor z wykorzystaniem klawisza [Tab], na szczególnie sytuacyjnym, oddzielnie na lewym i prawym obrazie, a po naciśnięciu klawisza [1] rozpocząć ponownie obserwację dwuoczną.

Dopiero gdy nauka wskazywania kursorem wybranych szczegółów modelu stereoskopowego jest zakończona, można przystąpić do nauki wektoryzacji. Zacząć należy od zaznaczania wybranych punktowych obiektów na modelu. Aby tego dokonać, po osadzeniu kursora na wybranym obiekcie, należy nacisnąć klawisz [J] i wpisać numer rejestrowanego punktu w okienku, które ukaże się na środku ekranu. Zarejestrowane punkty można zwizualizować na ekranie, a następnie ponownie ukryć, naciskając klawisz [szara *]. Numery punktów można wizualizować z wykorzystaniem klawisza [Alt 8(*)]. Usunięcie numerów punktów klawisz [R]. Zanim narysujemy pierwszą linię łamaną (poligon), dobrze jest linię wybranego konturu pozaznaczać w punktach załamania z wykorzystaniem klawisza [J]. Dopiero, gdy mamy pewność, że dobrze wiemy jak powinna wyglądać linia łamana aproksymująca wybrany kontur, należy przystąpić do wektoryzacji z wykorzystaniem klawisza [P].

17.11 IMPORT MAP WEKTOROWYCH 2D I 3D ORAZ ZAPISANIE WYNIKÓW

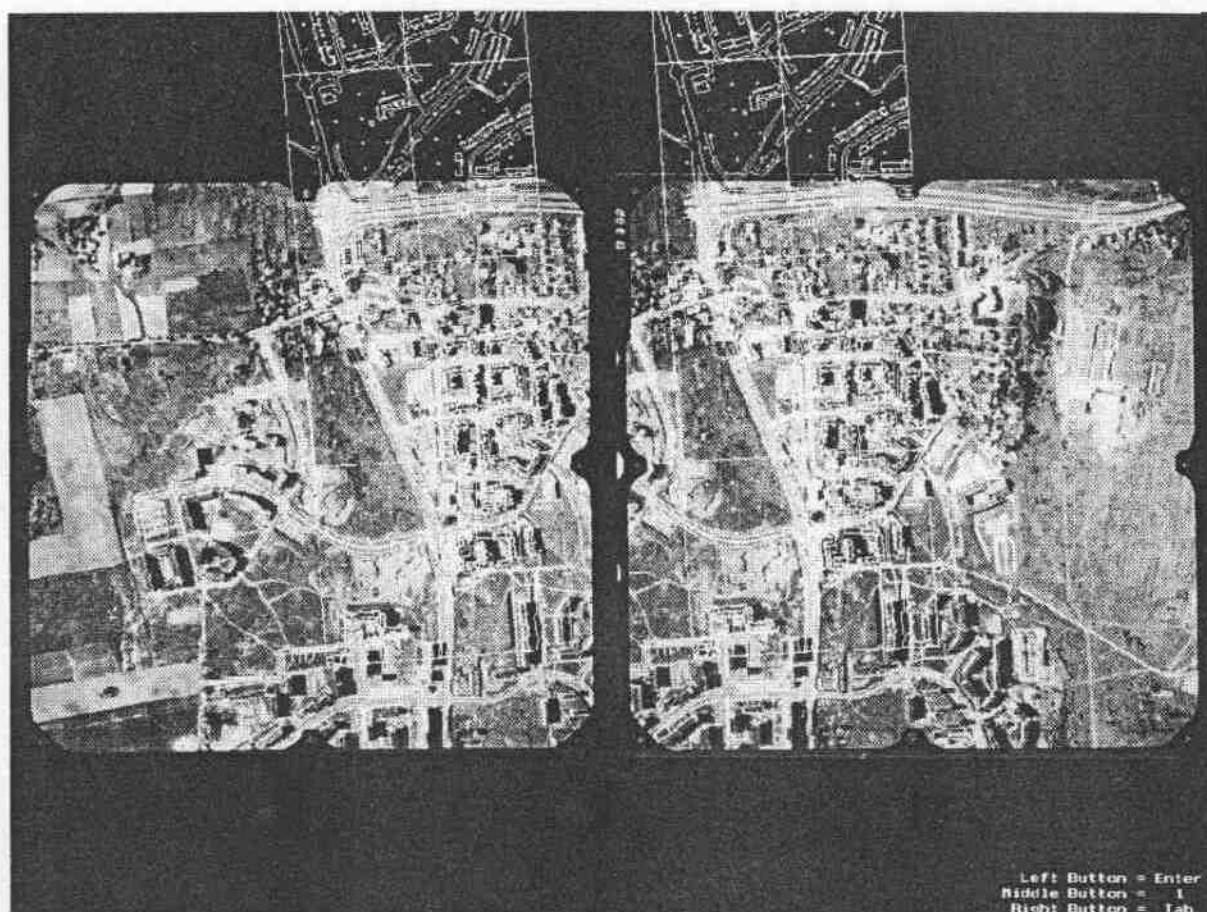
Inteligentna przeglądarka obrazów stereoskopowych VSD umożliwia nie tylko oglądanie i analizę treści stereogramu, ale również pozwala na porównanie treści stereogramu z istniejącą mapą numeryczną (mapą wektorową). Jeśli taka mapa powstała poza VSD, a zapisana jest w formie pliku tekstowego typu DXF, to po uprzedniej konwersji do formatu wewnętrznego VSD, można ją wczytać do VSD i oglądać na tle obrazów półtonalnych. Konwersji pliku DXF do formatu ABS (wewnętrzny format VSD) dokonuje się z wykorzystaniem programu narzędziowego {DXF_ABS}, który jest integralną częścią pakietu inteligentnej przeglądarki VSD. Program ten tworzy plik raportu o warstwach {<NazwaPlikuDXF>.LRP}, który zastąpiony plikiem {<NazwaPlikuDXF>.LAY} o podobnej budowie, umożliwia eliminację niepożądanych warstw i modyfikację kolorów pozostałych warstw. Kolory pozwalają na rozróżnienie warstw tematycznych mapy wektorowej.

Plik wczytany do VSD może być korygowany (uzupełnienia i usunięcia) i ponownie zarejestrowany w pliku typu ABS lub/oraz w pliku typu MAP.

Plik typu MAP jest pomocniczym plikiem inteligentnej przeglądarki VSD, w którym zapisywane są w układzie zdjęcia (obrazu) współrzędne wektorów opisujących kontury. Ten plik należy w trakcie opracowania, co jakiś czas, zapisywać w pamięci komputera klawiszem [F12], aby się ustrzec przed ewentualną utratą zmian poczynionych w mapie wektorowej, w przypadku niespodziewanej awarii komputera.

Wczytanie mapy wektorowej 3D z pliku MAP lub ABS do przeglądarki wykonuje się klawiszem [E]. Po naciśnięciu klawisza [E] na ekranie pokazuje się okienko w którym należy wpisać nazwę pliku, który ma być wczytany. Rysunek mapy może zostać wyświetlony, a po chwili ukryty, aby go ponownie wyświetlić w dogodnym momencie, w trakcie tej samej sesji przeglądania mapy wektorowej na tle półtonalnego stereogramu. Wyświetlanie i ukrywanie obrazu mapy wektorowej widocznej na ekranie osiąga się klawiszem [AltE]. Po zakończeniu przeglądania mapy wektorowej 3D na tle stereogramu, powstałe pliki, zawierające korekty mapy wektorowej dokonane w czasie przeglądania, należy zarejestrować pod dogodną nazwą w pamięci komputera.

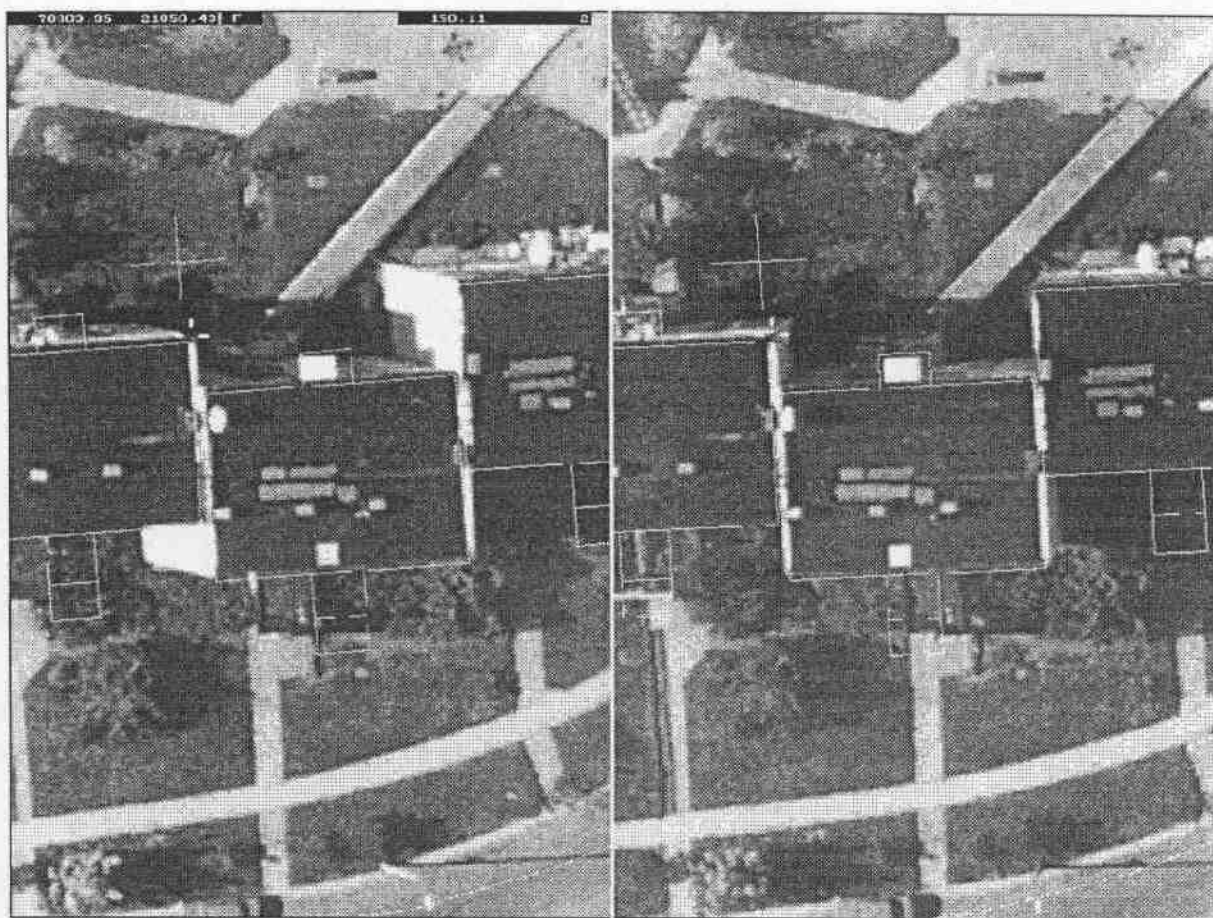
Zakończenie sesji VSD inicjujemy klawiszem [Q]. Powoduje on wyświetlenie na środku ekranu ramki z zapytaniem, czy zamierzamy wyjść do DOS-u. Potwierdzenie tego zamiaru wyzwala na ekranie zapytanie, czy zamierzamy zapisać plik wektorowy, a także umożliwia podanie (nowej) nazwy dla zapisywanego pliku typu ABS, dla pliku typu MAP oraz dla pliku typu DXF.



Rys. 4. Ekran VSD. Wczytana mapa wektorowa 2D ukazana na tle pomniejszonego stereogramu.
(Mapa nie w pełni pokrywa się z obszarem zdjęcia)

Powyżej opisane czynności umożliwiają wykonanie nowej małej mapki wektorowej typu 3D, dla doraźnych potrzeb, lub aktualizację istniejącej mapy wektorowej typu 3D, posiadającej wiele warstw tematycznych. Dzięki rozróżnieniu warstw tematycznych przy pomocy kolorów, zarówno nowa mapka, jak i poprawki do mapy istniejącej, mogą dotyczyć wybiórczo wybranych warstw.

W Polsce aktualnie przeważają mapy wektorowe typu 2D, uzyskane przez wektoryzację map papierowych. Wczytanie mapy wektorowej typu 2D do VSD wykonuje się na tych samych zasadach, jak wczytywanie map wektorowych 3D, ale osiąga się to z wykorzystaniem klawisza [Ctrl E]. Przeglądanie mapy wektorowej 2D na tle stereogramu półtonalnego wymaga jednak od obserwatora specjalnej uwagi. Trzeba bowiem stale pamiętać o wysokościowej synchronizacji płaskiej mapy wektorowej z przestrzennym półtonalnym modelem stereoskopowym. Nie jest to jednak aż takie trudne, bo VSD posiada funkcję zmieniającą poziom na który dokonuje się projekcję płaskiej mapy wektorowej. Funkcję tę uruchamia się klawiszem [Ctrl E]. Naciśnięcie klawisza [Ctrl E] powoduje natychmiastowe przerzutowanie płaskiej mapy 2D na poziom odpowiadający poziomowi na którym znajduje się w danej chwili przestrzenny kursor.



Rys. 5. Ekran VSD. Płaszczyzna wczytanej mapy wektorowej 2D umieszczona na wysokości dachów budynków

Operator pragnący porównać treść płaskiej mapy wektorowej (2D) z treścią zdjęć tworzących stereogram, ustawia przestrzenny kursor na wysokości interesującego go fragmentu stereogramu i naciska klawisz [Ctrl D], uzyskując w wyniku nałożenie się linii wektorowych na obraz w otoczeniu kursora. Tylko w bardzo pofalowanym terenie, lub w mieście o zabudowie zróżnicowanej wysokościowo, trzeba często zmieniać wysokość projekcji płaskiej mapy wektorowej. Na ogół znaczny obszar stereogramu można porównać z mapą wektorową 2D przy jednym ustawieniu wysokości płaszczyzny na którą dokonujemy projekcję mapy.

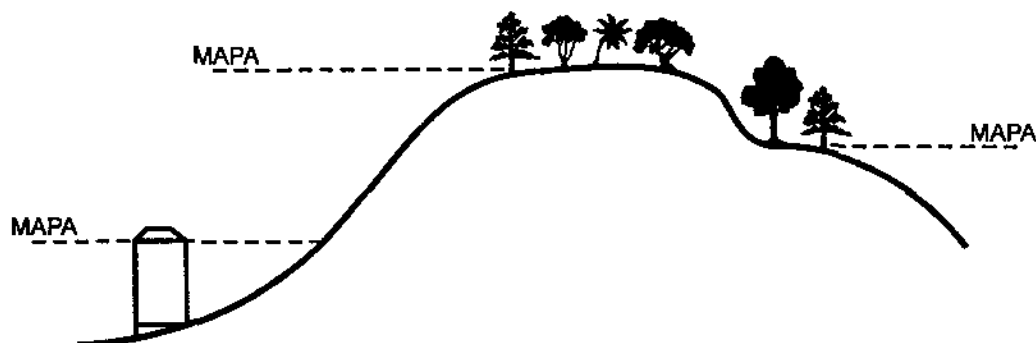
Warto też zdawać sobie sprawę z tego, że pomiary uzupełniające, wykonane na stereogramie podczas weryfikacji treści mapy wektorowej 2D są pomiarami przestrzennymi. A zatem należy pomiary uzupełniające rejestrować w oddzielnym pliku, który będzie stanowić zaczątek przestrzennej mapy wektorowej. Oczywiście, należy tu zachować tematyczne rozróżnienie informacji wektorowych, lokując je w oddzielnych warstwach tematycznych.



Rys. 6. Ekran VSD. Konfrontacja treści wczytanych warstw tematycznych mapy numerycznej z przestrzennym modelem terenu umożliwia aktualizację mapy

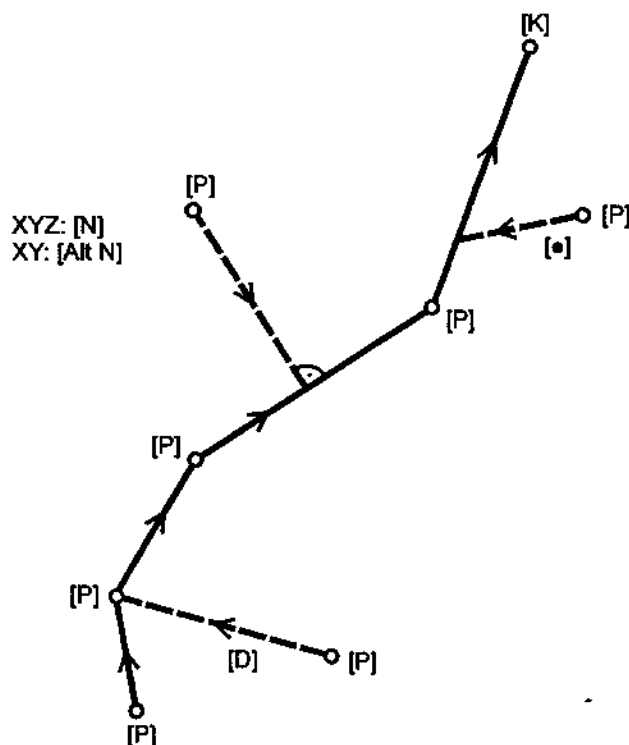
17.12 UWAGI KOŃCOWE

Omówione powyżej zasady przeglądania i wektoryzacji półtonalnych stereogramów cyfrowych nie zawierają opisu przygotowania modelu stereoskopowego do pracy. Przygotowanie to polega na wprowadzeniu do komputera informacji dotyczących położenia środka projekcji obu kamer w stosunku do obrazu cyfrowego (tzw. orientacja wewnętrzna), odtworzeniu relatywnego położenia centralnej wiązki promieni rzutujących prawego zdjęcia w stosunku do wiązki zdjęcia lewego (orientacja wzajemna, czyli budowa modelu przestrzennego) i na określeniu skali i przestrzennego położenia tak zbudowanego modelu w stosunku do otaczającej go przestrzeni (orientacja bezwzględna). Tak się jednak szczęśliwie składa, że wyniki prac przygotowawczych zapisane w pamięci komputera można wykorzystywać wielokrotnie, w sposób całkowicie automatyczny. Można zatem korzystać z „modeli wcześniej zorientowanych” do szczegółowych prac tematycznych, nie wdając się w zawiłości prac przygotowawczych, które powinien wykonać fotogrametra przed udostępnieniem stereogramu do powszechnego użytku.



Rys. 7. Aktualizacja mapy 2D na modelu 3D

- [F1] [F2] zmiana wysokości kursora
- [Ctrl D] zmiana wysokości mapy 2D
- [Alt E] ukryj/wyświetl ponownie mapę wektorową
- [E] wczytanie mapy wektorowej (podać nazwę)
- [E] usunięcie mapy wektorowej (nazwa SPACE)
- [F12] zapisywanie do jednego zbioru wszystkich map wektorowych wczytanych do VSD



Rys. 8. Wektoryzacja konturów linią łamaną na VSD

- [P] (= środkowy klawisz myszy) rejestracja
- [U] usuń wskazany wektor
- [←] (backspace) usuń wektor ostatni
- [B] wybór wektorowej warstwy tematycznej
- [F9] autokorelacja
- [Ø] GO TO ... XY ... Nr [Ins] (z *.PKT)
- [N] obliczenie długości wskazanego wektora
- [=] obliczenie pola powierzchni zawartej wewnątrz domkniętej linii łamanej

Aneks**17.13 AKTYWNE KLAWISZE STERUJĄCE PROGRAMU VSD - OPCJA STEREO
(WG J. ZIELIŃSKIEGO)**

Klawisz Skrót		Znaczenie
Menu		Wywoływanie funkcji programu
[] [Esc]		aktywny klawisz zgodny z podaną listą uruchamia odpowiednią funkcję wywołanie menu tekstowego programu z komentarzami klawisze kursora służą do wyboru funkcji, Enter - uruchamia wybraną funkcję lub zmienia poziom menu, Esc - cofa do poprzedniego poziomu lub kasuje menu
[Ins]	Menu	przenoszenie menu tekstowego: góra ekranu - dół ekranu
[F10]	Menu	wywołanie menu graficznego obsługiwanego myszą (proponycja menu), Właściwym wywołaniem tego menu jest jednocześnie naciśnięcie lewego i prawego przycisku myszy, wybór potwierdza lewy przycisk, a rezygnację - kliknięcie poza obszarem menu. Proponowany zestaw funkcji wg pliku VSD-CONF obejmuje funkcje: Centruj, Kadruj, Dowiąż, Usuń, Zoom, Lupa, Nawiaż, Warstwa, zoom, Przerysuj, Zapisz, Wczytaj.
[Q]	Q-system	zapis plików mapy wektorowej i zakończenie pracy systemu VSD
Obraz		Wybór fragmentu obrazu i skali wyświetlania
[V]	Kadruj	wybór innego kadru ([Enter] lub lewy przycisk myszy - wizualizacja wybranego kadru) - submenu: [E] - nałożenie aktualnej mapy wektorowej [*] - wyświetlenie oznaczeń punktów pomiarowych [Tab], [1] - jak dla grupy funkcji kursora
[C]	Centruj	zmiana kadru poprzez centrowanie położenia kursora
[Z]	Zoom	dwukrotne zwiększenie skali obrazu
[M]	zoom	dwukrotne zmniejszenie skali obrazu
[Alt Z]	zOom	dowolna zmiana skali wizualizacji obrazu (z wyborem opcji filtrowania dla obrazów monochromatycznych), współczynnik < 0 określa pomniejszenie
[Ctrl Z]	Lupa	dwukrotne powiększenie otoczenia kursora (funkcjonuje dla skali 1:1)
[R]	Przerysuj	odświeżenie tła rastrowego i przerysowanie mapy wektorowej
[Alt R]	Restart	powrót do skali obrazu pierwotnego, tj. 1:1
[0] (zero)	Ustaw	centrowanie kadru wg wsp. teren. podanych z klawiatury lub wprowadzonych z pliku *.PKT klawiszem [INS] po wpisaniu numeru punktu
[F]	Filtr	wyostrzanie krawędzi na całym ekranie
[Y]	Redukuj	redukowanie paralaksy poprzecznej w trybie stereokomparatora
[O]	Podgląd	wyświetla obraz w skali 1:1 z ramką kadru powiększenia (podgląd sąsiedztwa powiększonego obrazu), powrót: - dowolny klawisz

Mapa**Wyświetlanie map wektorowych na tle obrazu**

[E]	Wczytaj	wczytanie rysunku mapy 3D: *.MAP lub *.ABS (spacja w miejscu nazwy pliku bezpowrotnie kasuje rysunek z pamięci programu)
[Ctrl E]	Mapa_2D	wczytanie rysunku mapy 2D: *.ABS i osadzenie na średniej wysokości
[Ctrl D]	Poziom	zmiana wysokości płaszczyzny mapy 2D wg położenia kursora
[Alt E]	Ukryj	ukrycie / ponowne wyświetlenie rysunku mapy
[F12]	Zapisz	zapis zabezpieczający aktualnej mapy w pliku dyskowym: *.MAP

Edycja**Nanoszenie odcinków mapy wektorowej**

[P]	Poligon	zapis współrzędnych początku lub dalszych punktów linii łamanej (zwykle przypisany środkowemu przyciskowi myszy)
[B]	Warstwa	wybór koloru linii: niebieski, zielony, czerwony, seledyn, fiolet, żółty, biały
[K]	Koniec	zapis ostatniego punktu linii łamanej lub trajektorii
[D]	Dowiąz	dowiązanie linii do wskazanego punktu [J] lub dowolnego końca odcinka,
[.](kropka)	Zaczep	dowiązanie linii do wskazanego, wewnętrznego punktu odcinka
[N]	Nawiąz	nawiązanie domiaru prostokątnego (realizacja przestrzennej prostopadłości dwóch odcinków).
[Alt N]	Nawiąz	nawiązanie poziomego domiaru prostokątnego (prostopadłość odcinków w rzucie na płaszczyznę poziomą)
[T]	Trajektoria	inicjacja rejestrowania trajektorii kursora
[Alt T]	Krok	ustawienie skoku rejestrowania trajektorii kursora (w pikselach)
[U]	Usuń	usunięcie wektora wskazanego kursorem,
[Bcksp]	Usuń	usunięcie ostatnio zarejestrowanego odcinka
[TU]	Usuń	usunięcie końcowego fragmentu trajektorii lub poligonu
[J]	Punkt	rejestracja pojedynczych punktów

Kursor**Wybór znacznika pomiarowego i sterowanie znacznikiem**

[X]	Kształt	zmiana kształtu kursora
[L]	koLor	zmiana koloru kursora
[SPACE]	Punkt	zastąpienie kursora punktem / powrót do poprzedniego kształtu kursora
[F1]	Dół	obniżenie kursora w pionie ($Z_t = Z_t - D$), dla myszy - lewy przycisk
[F2]	Góra	podwyższenie kursora w pionie ($Z_t = Z_t + D$), dla myszy - prawy przycisk

Układy**Orientowanie zdjęć i określanie układów odniesienia**

[I]	mierz_I	rejestracja znacznika tłowego: [INS]- wprowadzenie wsp. z pliku *.PKT.
[H]	mierz_H	rejestracja punktu dla orientacji wzajemnej
[G]	mierz_G	rejestracja fotopunktu dla orientacji bezwzględnej ([INS] - z pliku *.PKT)
[F5]	or_Wewn	określanie transformacji do układu tłowego
[F6]	Or_wzaj	obliczanie elementów orientacji wzajemnej
[F7]	or_Bezwzgl	obliczanie elementów orientacji bezwzględnej
[F8]	Auto	uaktywnienie orientacji w układzie pomiarowym (włącz.trybu autogram.)
[F9]	Autokorelacja	pomiar autokorelacyjny punktów homologicznych obu zdjęć.
[F4]	DLT	obliczenie transformacji DLT dla stereogramu zdjęć niemetrycznych
[Alt G]	Plik	aktualizacja wsp. terenowych wg pliku *.PKT (nowy układ odniesienia)
[Alt F8]	plik_DLT	czytanie współczynników DLT z pliku *.DLT

Sterowanie

Ustawianie trybów sterowania kursorem

[-]	Zwolnij	zmniejszenie skoku kursora
[+]	Przyspiesz	powiększenie skoku kursora
[Alt grey+]	Skok	ustawienie skoku kursora
[Tab]	Blokuj	blokowanie lewego / prawego kursora
[1]	Ster_3d	przywrócenie sterowania parą kursorów w układzie autogrametrycznym
[A]	Poziom	włączenie / wyłączenie szybkiej zmiany wysokości / paralaksy podłużnej
[Alt A]	Tryb	przełączanie trybu szybkiej zmiany wysokości / paralaksy podłużnej
[S]	Sterowanie	przełączanie układu sterowania kursorem
	F (niebieski)	- terenowy układ fotogrametryczny
	G (żółty)	- układ terenowy obiektu (w którym podano współrzędne punktów orientacji bezwzględnej)
	M (fioletowy)	- trójwymiarowy układ tłowy lewego zdjęcia
	I (biały)	- układ terenowy o osiach XY równoległych do osi układu tłowego lewego zdjęcia (zwł. dla zdjęć niemetrycznych)

Ekran

Ustawianie stanów ekranu

[W]	Liczniki	wymiana układu wyświetlanego przez liczniki współrzędnych
		biały - 2D układy obrazów cyfrowych (w pikselach)
		seledyn - 2D układy tłowe (w mm)
		fiolet - 3D układ tłowy lewego zdjęcia
		żółty - 3D układ terenowy obiektu
		niebieski - 3D układ terenowy fotogrametryczny
[*]	Znaki	przełączanie wyświetlania oznaczeń punktów pomiarowych
[Alt 8(*)]	Opisy	wyświetlenie numerów punktów pomiarowych
[Alt F2]	Slajd	rejestracja ekranu w pliku o formacie TIFF, BMP lub PCX.
[Alt F1]	RAM	raport stanu pamięci RAM i statystyk opracowania

Inne

Inne polecenia

[N]	Odległość	obliczenie długości wskazanego odcinka
[=]	poLe	obliczenie pola powierzchni wskazanego poligonu w rzucie na płaszczyznę poziomą

18. DOSTĘPNOŚĆ DO BIBLIOTEKI OBRAZÓW CYFROWYCH POPRZEC SIEĆ KOMPUTEROWĄ. KOMPRESJA I DEKOMPRESJA OBRAZÓW

Krystian Pyka, Beata Hejmanowska

Mało jest rzeczy które zyskują popularność jednocześnie wśród młodego i starszego pokolenia. Do tych wyjątków należy INTERNET. Oprócz rozrywki którą zapewnia, o czym dobrze wiedzą jego użytkownicy, daje on ogromne możliwości w całkiem poważnych dziedzinach. Dzięki INTERNET-owi poszerzają się ogólnie dostępne zasoby informacji, które można w sposób aktywny wykorzystywać. Każdy może demokratycznie, prawie bez ograniczeń, przeglądać, wyszukiwać i „ściągać po kablu” interesujące dane.

INTERNET to światowa sieć komputerowa składająca się z podsieci kontynentalnych, te z kolei z podsieci krajowych, te z kolei z Na końcu jest nasz komputer. Gdy znajduje się na uczelni albo w bardzo poważnej instytucji, to łączy się z INTERNETEM dzięki specjalnym kablom, wpiętych do „cienkim” potem „grubszym” które w końcu wpadają do światłowodów. Na szczęście łącznikami mogą być również kable telefoniczne co pozwala komputerowi „dzwonić” do INTERNETU przez telefon zaopatrzony w tzw. modem. Ten system nie zapewnia jednak zbyt dobrej szybkości transmisji. Ostatnio liczba aktywnych użytkowników tzw. „serfowania” wzrasta szybciej aniżeli sprawność łączy, co powoduje długi czas oczekiwania na kolejne połączenia.

Atrakcyjność wykorzystania INTERNETU zwiększyła się w momencie pojawienia się tzw. przeglądarek umożliwiających przeglądanie danych zapisanych jako hypertext (język HTML). Od tego czasu tysiące komputerów oferuje taką metodę prezentacji danych. Są to tzw., serwery WWW (World Wide Web). Poszerzyło się grono użytkowników sieci, ograniczonych do tej pory w większości do zapaleńców pracujących na uczelniach i zafascynowanych możliwościami połączenia się z użytkownikami sieci na całym świecie w tzw. trybie znakowym, bez grafiki. Wygląd typowych przeglądarek graficznych *Netscape*, *Internet Explorer* pokazany jest na się na rysunkach 1 i 2.

Połączenie uzyskuje się po wpisaniu adresu internetowego w linii: *Address (Location)*.

Poniżej znajdują się wybrane interesujące adresy z zakresu teledetekcji i GIS:

<http://www.code935.gsfc.nasa.gov/Tutorial/TofC/toc1.html>

- Podręcznik do teledetekcji i interpretacji i analizy obrazów – z dużą ilością obrazów (i co wartościowe z ich interpretacją)

<http://www.geo.mtu.edu/rs/>

- Remote Sensing of the Global Environment – David J. Scheider Departement of Geological Engineering and Science, Michigan Technology – ogromna ilość obrazów zarejestrowanych we wszystkich przedziałach spektralnych wraz z ich interpretacją

<http://www.jpl.nasa.gov/>

- Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, California

<http://www.geo.ed.ac.uk/home/giswww.html>

- Lista adresów związanych z GIS

<http://www.regis.berkeley.edu/index.html>

- GIS on-line dla danych dotyczących Kalifornii

<http://www.esri.com>

- ARC/INFO

<http://www.intergraph.com>

- hybrydowy system GIS - MGE Intergraph

<http://www.GRIDA.NO>

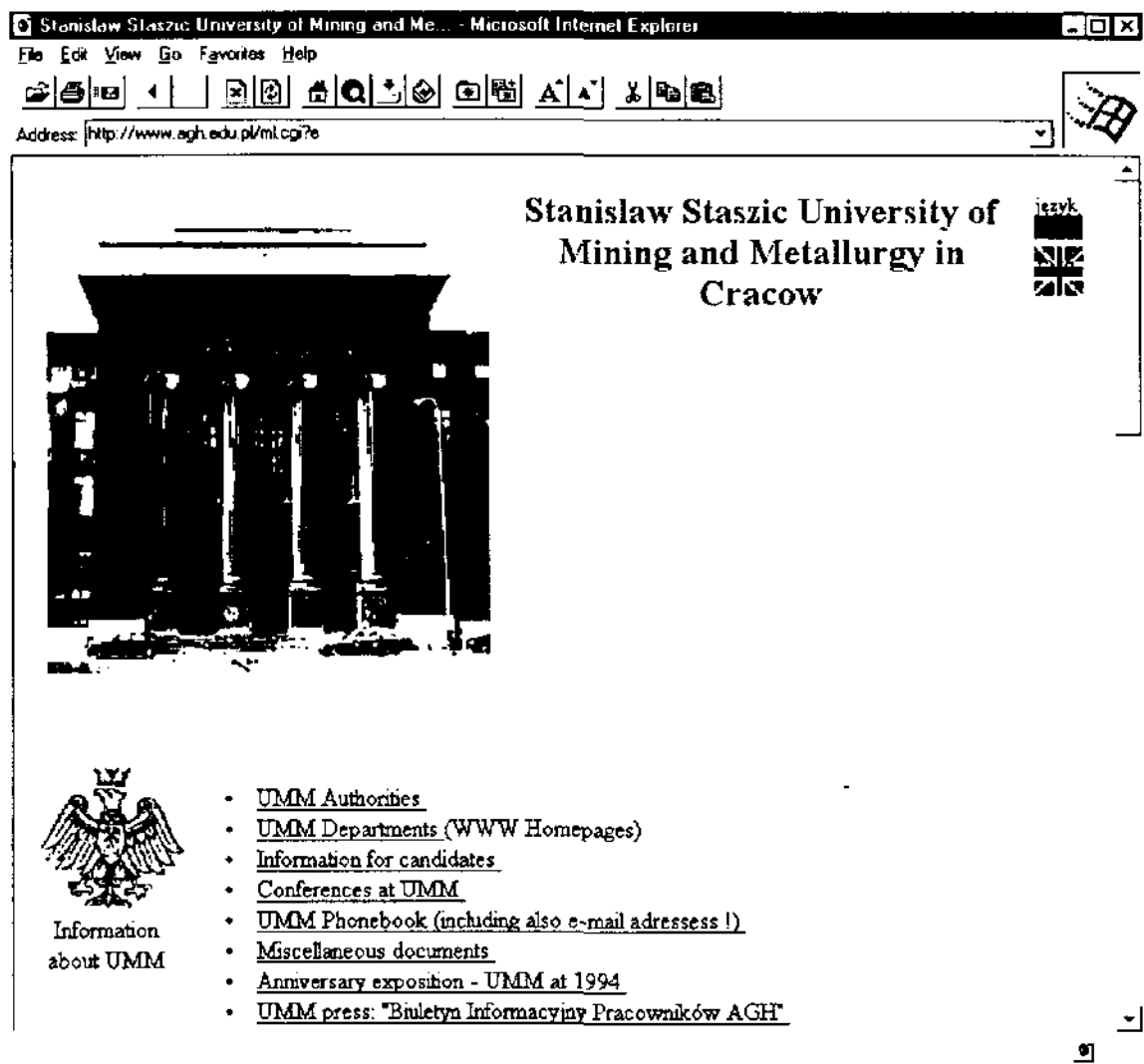
- dane dla obszaru Polski (zlewnia Morza Bałtyckiego – w ramach United Nation Environmental Program)

<http://www.ncgia.umesve.maine.edu>

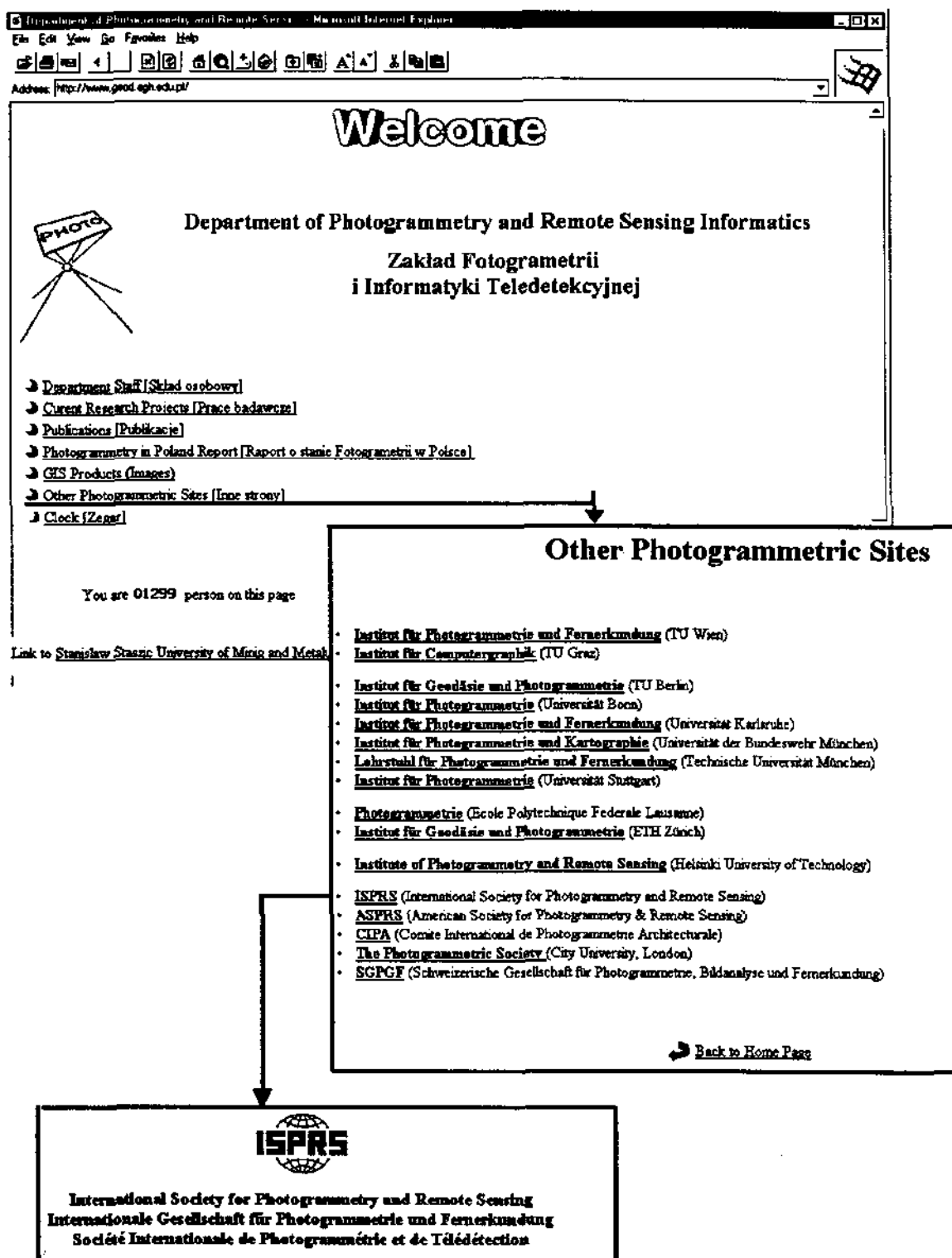
- zbiory bibliograficzne, wyszukiwane za pomocą słów kluczowych

Wszystkie wyżej wymienione a także prawie wszystkie istniejące „strony www” posiadają tzw. *linki* czyli połączenia do innych interesujących miejsc. Wędrowki po INTERNECIE mają często charakter zagłębiania się w różne zaułki. Poruszanie się po nim można porównać z odkrywaniem coraz to nowych, gęsto rozgałęzionych uliczek w zabytkowym mieście. Czy wszystkie osobiowości uda się nam odkryć?

Odkrywanie nowych ciekawych stron INTERNETOWYCH jest bardzo zajmującym zajęciem ale uwaga - to bardzo wciąga i są już ludzie poważnie uzależnieni, którzy nie mogą żyć bez sieci, spędzają „w niej” całe godziny i dni i dla których to właśnie jest życie.



Rys. 1. Strona główna („tytułowa”) Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie



Rys. 2. Stopniowe przemieszczanie się pomiędzy serwerami WWW

Jak dowodzi rys.2 używanie przeglądarek w zasadzie nie wymaga specjalnego przygotowania, gdyż ma charakter czysto intuicyjny: wybieramy, „klikamy”, czekamy...

Land Information System

PL. 9206-02-04/II

KOMPLEKSOWE WYKORZYSTANIE INFORMACJI ZE ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Zestaw A

Skrypt został przygotowany na zamówienie Głównego Geodety Kraju, w ramach projektu PHARE
PL. 9206-02-04/II, przez:

- Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH w Krakowie;
- Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej w Sieradzu
wchodzące w skład Konsorcjum „AEROFOTO 97”.

Kraków - Sieradz, maj 1998

A1. ADMINISTRACJA I ZARZĄDZANIE

Kazimierz Bujakowski, Władysław Mierzwa

A1.1 POTRZEBY INFORMACYJNE W ADMINISTRACJI I ZARZĄDZANIU

A1.1.1 Zadania samorządu terytorialnego

Zgodnie z aktualnie obowiązującą ustawą o samorządzie terytorialnym gminę stanowią mieszkańcy, tworzący z mocy samego prawa wspólnotę, oraz odpowiednie terytorium. Gmina posiada osobowość prawną i wykonuje zadania publiczne w imieniu własnym i na własny rachunek. Oznacza to samodzielność w podejmowaniu decyzji dotyczących wspólnoty oraz niezależność wyrażającą się brakiem podporządkowania organów gminy organom administracji rządowej. Zakres działalności gminy zastał nakreślony bardzo szeroko, obejmuje on wszystkie sprawy publiczne o znaczeniu lokalnym nie zastrzeżone ustawami na rzecz innych podmiotów.

Takie określenie zakresu działania daje władzom lokalnym możliwość podejmowania działań innowacyjnych, stwarzających korzystne warunki rozwoju gminy. Zgodnie z wolą ustawodawcy samorząd terytorialny powinien stać się gospodarzem na swoim terytorium.

Zadania własne samorządu można podzielić na dwa bloki:

1. zadania mające kontekst przestrzenny (geograficzny),
2. zadania nieprzestrzenne.

Analizując zadania własne zawarte w art. 7 Ustawy o samorządzie terytorialnym można dojść do wniosku iż większość wymienionych tam zadań ma większy lub mniejszy związek ze stanem przestrzeni. Gmina bowiem powinna tworzyć ład przestrzenny określając w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego zasady gospodarki terenami oraz ich przewidywane funkcje. Samorząd powinien zajmować się sprawami infrastruktury technicznej w tym: zaopatrzeniem w wodę, kanalizacją, usuwaniem i oczyszczaniem ścieków komunalnych, lokalizacją i tworzeniem wysypisk komunalnych, zaopatrzeniem w energię elektryczną i ciepłą, komunalnym budownictwem mieszkaniowym, zielenią komunalną i zadrzewieniami. Sprawy lokalnego transportu zbiorowego, ochrony zdrowia, pomocy społecznej, oświaty, kultury, utrzymania porządku publicznego i ochrony przeciwpożarowej mimo iż w zasadniczym swym zakresie dotyczą mieszkańców to jednak w każdym z tych zadań można wskazać związek realizacji powyższych zadań ze stanem zagospodarowania, gęstości zaludnienia, gęstości i stanu zabudowy, przestrzennego rozkładu struktury wiekowej mieszkańców itd.

W rękach samorządu terytorialnego pozostają, jako zadanie własne, sprawy ustalenia przeznaczenia i zasad zagospodarowania terenu. Do zadań właściwych naczelnym i centralnym organom administracji państwowej oraz wojewodów należy kształtowanie polityki przestrzennej państwa i koordynacja programów o znaczeniu ponadlokalnym dla realizacji celów publicznych. Do zadań własnych samorządu należy również wydawanie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania przestrzennego stanowiących rozwinięcie i konkretyzację ustaleń planu. Nowa, wchodząca w życie od 1.01.1998 roku ustawa o gospodarce nieruchomościami powierzyła organom samorządu terytorialnego kompetencje w zakresie zatwierdzania podziałów nieruchomości oraz prowadzenia scaleń i podziałów nieruchomości.

A1.1.2 Bariera informacyjna

Powstaje zatem pytanie: Czy właściwe organy samorządu terytorialnego dysponują lub mają dostęp do danych o obiektach zlokalizowanych w przestrzeni geograficznej, które są niezbędne do podejmowania decyzji odnośnie ich terytorium a także spraw dotyczących mieszkańców?

W zakres pojęcia „danych o obiektach zlokalizowanych w przestrzeni geograficznej” wchodzi dane zawarte w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym, księgach wieczystych, ewidencji gruntów i budynków, planach zagospodarowania przestrzennego, zbiorach danych o stanie środowiska naturalnego, planach urządzania lasów, zbiorach statystyki państwowej, ewidencji ludności, itp.

Odpowiedź na postawione pytanie nie jest jednoznaczna i inaczej wygląda w przypadku małej gminy a inaczej w przypadku dużego miasta. Inny jest też stopień złożoności zarządzania gminą w obu przypadkach i związane z tym zapotrzebowanie na informacje.

W odniesieniu do gmin miejskich problem ten jest przedmiotem badań prowadzonych w ramach projektu KBN zamówionego przez Urząd Mieszkalnictwa i Rozwoju Miast. Wśród przestrzennych, technicznych, prawnych i finansowych barier modernizacji i rozwoju miast wymienia się również barierę informacyjną (Ney 1997). Bariery informacyjne ze względu na ich źródło i charakter podzielono na trzy grupy:

1) Niepełne, niejednoznaczne lub częściowo nieaktualne zasoby danych - miernikiem tej bariery są:

- braki w bazie danych odniesione do wszystkich danych, oraz
- szybkość dezaktualizacji danych - różna dla różnych rodzajów danych,

2) Brak narzędzi do przetworzenia danych na informacje interesujące decydentów na różnych szczeblach zarządzania - jest to bariera, która dzięki rozwojowi informatyki staje się coraz mniej uciążliwa,

3) Niska efektywność wykorzystania informacji w stosunku do nakładów ponoszonych na ich pozyskiwanie - ta bariera skłania do informatyzowania w pierwszej kolejności tych obszarów działania organów decyzyjnych w których będzie można odnieść relatywnie wysokie korzyści ekonomiczne.

Na podstawie ankiety wypełnionej przez specjalistów z 10 miast stwierdzono iż dostęp do danych jest dość trudny a najpoważniejsze trudności występują w dostępie do danych ewidencji budynków oraz zbiorów danych w postaci komputerowej. Wyniki te nie są zaskakujące gdyż do nielicznych wyjątków należą gminy w których ewidencja budynków została założona jak również w niewielu miejscach przygotowane i udostępniane są zbiory danych.

Największe znaczenie pod względem przydatności i znaczenia dla modernizacji i rozwoju miast przypisuje się danym dotyczącym lokalizacji nieruchomości, praw do nieruchomości oraz danych planistycznych. Dostęp do danych oceniany był jako średni lub pełny. Ważnym źródłem informacji, choć nie przez wszystkich tak postrzeganym, są zdjęcia lotnicze i obrazy satelitarne.

A1.1.3 System informacji o terenie jako narzędzie zarządzania

Zgodnie z definicją wypracowaną przez Międzynarodową Federację Geodetów *Systemu informacji o terenie (SIT) jest narzędziem do podejmowania prawnych, administracyjnych i gospodarczych decyzji oraz pomocą w planowaniu i rozwoju. Składa się z bazy danych zawierającej dane przestrzenne dotyczące określonego obszaru oraz procedur i technik systematycznego zbierania, aktualizacji i udostępniania tych danych.*

Ustawa prawo geodezyjne i kartograficzne przewiduje istnienie SIT oraz stwierdza iż 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 oraz, że do zadań Głównego Geodety Kraju należą między innymi sprawy systemów informatycznych grupujących (agregujących) informacje o terenie. W Rozporządzeniu w sprawie ewidencji gruntów i budynków stwierdza się, że: Zbiory danych poszczególnych jednostek ewidencyjnych wchodzi do lokalnej bazy danych krajowego systemu informacji o terenie.

W listopadzie 1991 roku ówczesny Kierownik Ministerstwa Gospodarki Przestrzennej i budownictwa zatwierdził uchwałę Państwowej Rady Geodezyjnej i Kartograficznej opiniującą pozytywnie przedstawiony przez Głównego Geodetę Kraju program działań i zamierzeń w zakresie modernizacji Systemu Informacji o Terenie, oraz uznającą za celowe podjęcie pilnej jego realizacji.

Stosunkowo najprostsze do przetworzenia na postać informatyczną są tradycyjne rejestry, kartoteki, uporządkowane formularze. Dają się one łatwo zapisać w postaci rekordów bazy danych. Z tego względu, gdy pod koniec lat 80- tych na rynku oprogramowania pojawiły się pierwsze programy do prowadzenia ewidencji gruntów przy pomocy mikrokomputerów, w wielu miejscach w Polsce przystąpiono do przenoszenia rejestrów ewidencji gruntów do baz danych. Do września 1996 roku informatyzacja części opisowej ewidencji gruntów została wykonana na obszarze około 80% terenów wiejskich i około 75% terenów miejskich. Dużo wolniej przebiega informatyzacja części kartograficznej.

Po utworzeniu samorządu terytorialnego, od początku lat 90- tych wiele gmin przystąpiło do analizy potrzeb informacyjnych urzędów a następnie po ocenie możliwości finansowych, technicznych, kadrowych do budowania systemów informatycznych urzędów. W pierwszej fazie rozwoju ograniczano się do informatycznego wspomaganie dotychczas istniejącego obiegu pism, wprowadzania procedur dyscyplinujących działanie oraz wymuszających porządkowanie i standaryzację danych a także usprawniających pracę działów finansowo-księgowych i kadrowych.

W drugiej fazie, zwłaszcza tam gdzie gminy na mocy porozumienia z kierownikami urzędów rejonowych prowadziły ewidencję gruntów, w oparciu o zinformatywowaną część opisową operatu ewidencji gruntów przystępowano do wdrażania programów ułatwiających funkcjonowanie systemu podatków od nieruchomości i podatku rolnego co umożliwiło uzyskanie wzrostu dochodów własnych gminy. Przykładowo we Włocławku dzięki wdrożeniu systemu informatycznego uzyskano w 1995 roku wzrost dochodów własnych o 138%. Przykładem takich działań mogą być prace wykonane przez miasta: Gdynia, Kraków, Włocławek, Bytom, Stargard Gdański, Zgierz, liczne miasta aglomeracji śląskiej i wiele innych.

Uzyskanie wzrostu dochodów uzasadnia dalsze rozbudowywanie systemu informatycznego w kierunku Systemu Informacji o Terenie. Jednakże budowanie SIT jest trudniejsze niż informatyzowanie typowych czynności urzędniczych. Wiąże się z koniecznością poniesienia wydatków szacowanych na około 1.5% do 2% rocznego budżetu gminy. Wiąże się to również

z koniecznością zapewnienia współpracy z terenowo właściwym Ośrodkiem Dokumentacji Geodezyjno Kartograficznej odpowiedzialnym za prowadzenie i informatyzowanie zasobu geodezyjno kartograficznego.

Bardzo często organy decyzyjne podejmując decyzję o przystąpieniu do budowania SIT oczekują uzyskania szybko znaczących efektów finansowych bądź wyraźnego usprawnienia pracy urzędu. Dlatego należy tak planować harmonogramy realizacji zadań aby możliwie szybko uzyskać pierwsze efekty. Jedną z szans szybkiego uzyskania efektów jest wykorzystanie w praktyce urzędów istniejących zdjęć lotniczych. Po przetworzeniu na postać cyfrową mogą one stać się: źródłem informacji o terenie, mogą stanowić tło do prezentacji planów i zamierzeń gminy, mogą również stanowić element ułatwiający poglądowe i łatwo czytelne komunikowanie się zarządzających gminą z mieszkańcami.

A1.1.4 Zadania samorządów lokalnych wynikające z odpowiednich przepisów a zawartość informacyjna zdjęć lotniczych

W polskim prawie materialnym można wydzielić pakiety zadań i kompetencji przypisane organom samorządu terytorialnego dotyczące:

- a) zagospodarowania przestrzennego,
- b) ochrony środowiska w tym ustawa o odpadach, prawo górnicze i geologiczne,
- c) gospodarki nieruchomościami,

których realizacja mogłaby być wspomagana wykorzystaniem zdjęć lotniczych.

Nazwisko i imię Wydział

ZADANIE GMINY		Czy potrzebna informacja prze- strzenna	Stopień jej szczegółowości (skala mapy)	Czy można ją pozyskać ze zdjęć lotniczych
1	ład przestrzenny			
2	miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego			
3	zasady gospodarki terenami			
4	zaopatrzenie w wodę			
5	kanalizacja			
6	usuwanie i oczyszczanie ścieków komunalnych			
7	lokalizacja i tworzenie wysypisk komunalnych			
8	zaopatrzenie w energię elektryczną			
9	zaopatrzenie w energię ciepłą			
10	komunalne budownictwo mieszka- niowe			
11	zielen komunalna			
12	zadrzewienia			
13	lokalny transport zbiorowy			
14	ochrona zdrowia			
15	pomoc społeczna			
16	oświata			
17	kultura			
18	utrzymanie porządku publicznego			
19	ochrona przeciwpożarowa			

Literatura:

B. Ney System informacji przestrzennej miasta w świetle PBZ 039-08 (Bariera informacyjna rozwoju i modernizacji miast) Infofestiwal 1997.

A1.2 WPROWADZENIE DO KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI

A1.2.1 Uwagi ogólne

Początki formalnych analiz związanych z podejmowaniem decyzji wiążą się z rozwojem badań operacyjnych, które odpowiadały potrzebom opracowania metodyki podejmowania racjonalnych decyzji podczas trwania II wojny światowej. Obecnie analiza decyzji jest przeprowadzana w wielu dyscyplinach, które wypracowały własne techniki z punktu widzenia uzyskania założonych celów.

W badaniach nad podejmowaniem decyzji wyróżnić można dwa kierunki:

- opisowy (ang. *descriptive*) oraz
- metodologiczny (ang. *prescriptive*).

Analizy opisowe mają swoje korzenie w psychologii i socjologii, koncentrują się na badaniach dlaczego decyzje są podejmowane. Na przykład odpowiadają na pytanie dlaczego kupowany jest określony produkt lub dlaczego wyborcy głosują w wyborach na tego a nie innego kandydata.

Analizy metodologiczne koncentrują się na rozwoju, ocenie i zastosowaniu różnych technik wspomagania decyzji. Badania te opierają się na logice matematycznej i statystyce oraz wykorzystują pojęcia użyteczności i prawdopodobieństwa w analizie problemu decyzyjnego. Pojęcie użyteczności odnosi się do oceny preferencji wielu spośród możliwych alternatyw a prawdopodobieństwo dotyczy oceny w jakim stopniu określone preferencje zostaną zrealizowane.

W analizach metodologicznych kryteria podejmowania decyzji mogą być obiektywne lub subiektywne. W analizach obiektywnych dąży się do wyrażenia w jednostkach wymiernych (np. pieniądzu) zdarzenia decyzyjnego poprzez określenie potencjalnych korzyści oraz wielkości skutków negatywnych. Wartości uzyskanych korzyści - dla możliwych do wyboru alternatyw - są następnie porównywane z kosztami związanymi z podjęciem danej decyzji. Innymi słowy analityk od podejmowania decyzji przekłada subiektywne wartości czynników i warunków, które musimy uwzględnić, na jednostki pieniężne co umożliwia utworzenie funkcji koszty - korzyści, która to funkcja jest rodzajem modelu podejmowania decyzji. Analizy subiektywne obejmują różne podejścia mające na celu pomóc podejmującemu decyzję w zdefiniowaniu jego przemyśleń, wyrazić spójną ocenę oraz dokonać racjonalnego wyboru. Obecne zastosowania GIS do wspomagania decyzji należą do tego typu analiz. Techniki stosowane w różnych rozwiązaniach używają jawnego określenia preferencji przez podejmującego decyzję. Preferencje te są podawane w różnej postaci przez: wartości, wagi, warunki, cele, użyteczność, i inne parametry. Wykorzystywana jest teoria wieloatrybutowej oceny użyteczności, programowania liniowego i inne techniki optymalizacji.

Na niniejszym kursie zajmiemy się wykorzystaniem GIS jako narzędzia wspomagającego podejmowanie racjonalnych decyzji w zagadnieniach związanych z zarządzaniem środowiskiem.

Teoria podejmowania decyzji dotyczy działań, opartych na logicznych przesłankach, prowadzących do wyboru pomiędzy alternatywami. Alternatywy mogą być różne. Może to być alternatywne działanie, lub też mogą to być alternatywne hipotezy o zjawisku, czy też alternatywne obiekty uwzględnione w analizie.

W przypadku wykorzystania GIS celowym jest rozróżnienie pomiędzy decyzjami o charakterze politycznym (wpływają na zachowanie innych) a decyzjami związanymi z zarządzaniem środowiskiem czy zagospodarowaniem zasobów. GIS dostarcza dużych możliwości analiz dla obu przypadków. Dla decyzji o charakterze politycznym GIS jest używany do informowania decydentów o efektach i skutkach podjętych decyzji. Może być również wykorzystany jako narzędzie do modelowania procesów, w których mogą być symulowane efekty przestrzenne przewidywanych zachowań decyzyjnych.

A1.2.2 Definicje podstawowych pojęć

Chociaż jest już dość bogata literatura dotycząca podejmowania decyzji w naukach zarządzania, badaniach funkcjonalności czy też dyscyplin zajmujących się rozwojem regionów, występuje duże zróżnicowanie znaczenia używanych terminów. Tutaj posłużymy się definicjami podanymi przez Eastmana, Kyema, Toledano, Jina w [2].

Decyzja

Jest to wybór pomiędzy alternatywami. Alternatywa może oznaczać różny sposób postępowania, różne hipotezy o cechach obiektów, różne zbiory obiektów. Racjonalne ludzkie zachowanie zawiera element oceny alternatyw na podstawie kryteriów.

Kryterium

Jest podstawą do podjęcia decyzji. Może być mierzone lub szacowane. Kryteria mogą być dwóch rodzajów:

Czynniki (ang. *factors*)

Są kryteriami, które podnoszą lub obniżają przydatność danej alternatywy dla rozważanej działalności. Mogą być mierzone na ciągłej skali. Na przykład im teren jest położony dalej od rzeki tym jest bardziej odpowiedni na lokalizację wysypiska odpadów.

Ograniczenia (ang. *constraints*)

Służą do wykluczenia niektórych alternatyw z rozważań. Na przykład: wykluczenie z analizy potencjalnego rozwoju gospodarczego obszaru rezerwatu, czy terenów o nachyleniu większym niż 30°. W wielu przypadkach ograniczenia mogą być przedstawiane w postaci map logicznych (ang. *Boolean map*): obszary wyłączone z analizy oznaczone są jako zero, a analizowane jako jeden. W niektórych przypadkach ograniczenie może oznaczać pewną cechę, którą musi posiadać dane rozwiązanie. Na przykład wytypowany obszar musi mieć powierzchnię większą niż założone minimum.

Reguły decyzyjne

Są to procedury dzięki którym łączone są kryteria prowadząc do oceny oraz porównywane są alternatywne rozwiązania. Reguły decyzyjne mogą być proste (np. wartość progowa pojedynczego kryterium) lub złożone (np. porównanie rozwiązań opartych na uwzględnieniu kilku kryteriów).

Reguły decyzyjne zawierają na ogół procedury połączenia kilku kryteriów w jeden składowy indeks oraz sposób w jaki należy porównywać alternatywy z wykorzystaniem indeksów.

Np. Definiujemy mapę przydatności rolniczej terenów jako liniową kombinację z uwzględnieniem odpowiednich wag informacji o glebie, nachyleniu terenu czy też odległości od rynku zbytu. Można następnie postawić warunek by obszar miał powierzchnię conajmniej 50 ha. Mapę wynikową można uzyskać stosując dwa sposoby postępowania. W pierwszym wybieramy te grupy sąsiednich komórek rastra o powierzchni większej niż 50 ha dla których jest największa suma czynników określających przydatność. Identyczny wynik można uzyskać przez uporządkowanie komórek według cech określających ich przydatność i wzięcie pod uwagę tylko tych, które posiadają najwyższe cechy i w sumie dają 50 ha.

Pierwszy sposób postępowania nazywamy funkcją wyboru a drugi wyborem heurystycznym.

Funkcja wyboru

Dostarcza matematycznych środków dla porównania alternatyw. Skoro uwzględnia procedury optymalizacyjne (takie jak minimalizacja lub maksymalizacja niektórych mierzalnych wartości) wymaga aby każda alternatywa była analizowana oddzielnie. Jednakże w niektórych przypadkach ogranicza się analizy tylko dla przypadków najbardziej prawdopodobnych.

Wybór heurystyczny

Podaje procedury postępowania a nie funkcję, która ma być zastosowana. W wielu przypadkach uzyskuje się wyniki identyczne lub podobne. Metoda jest częściej stosowana, gdyż jest prostsza w zrozumieniu i łatwiejsza do zastosowania.

Ogólnie dominują dwie zasady podejmowania decyzji:

- te, w których przy podejmowaniu decyzji ocenia się alternatywne hipotezy, oraz
- te, w których podejmuje się decyzje jakie cechy uwzględnić w analizie.

Np. decyzja czy obszar jest podatny na osuwanie się czy też nie, jest pierwszego typu, a wybór obszaru najlepszego dla użytkowania rolniczego jest decyzją drugiego typu.

Podsumowując, pierwszy rodzaj decyzji jest **klasyfikacją** a drugi **selekcją**.

Cele

Zasady podejmowania decyzji są uszeregowane ze względu na określone cele, które chcemy osiągnąć. Natura (charakter) tych celów oraz sposób ich widzenia przez decydenta (ich motyw) służą jako zalecenia przy ustalaniu zasad podejmowania decyzji. Postrzeganie celów zależy więc od społecznych uwarunkowań i motywacji podejmującego decyzję.

Np. przyjmijmy, że celem jest wybór obszaru odpowiedniego do wycięcia drzewa z uwzględnieniem takich kryteriów jak: objętość masy drzewnej, nachylenie stoku, odległość od drogi itp. Innym celem może być minimalizacja wycięcia ze względu na walory rekreacyjne obszaru. Wybór zastosowanych kryteriów, przyjętych wag, będzie zupełnie inny dla decydenta dla którego celem będzie maksymalizacja zysku niż dla odpowiedzialnego za rekreację.

Ocena

Jest to proces zastosowania zasad podejmowania decyzji. Często, dokonując oceny musimy wziąć pod uwagę równocześnie kilka kryteriów, wtedy mówimy o ocenie wielokryterijnej lub kilka celów.

Ocena wielokryterijna

Stosowane są dwie procedury dla oceny wielu kryteriów:

- wagowana kombinacja liniowa,
- analiza zgodności - niezgodności

W pierwszej procedurze każdy czynnik jest mnożony przez odpowiednią wagę a następnie są one sumowane dając końcowy indeks przydatności. W drugiej procedurze każda para alternatyw jest analizowana z punktu widzenia stopnia przewagi nad innymi kryteriami.

Ocena dla wielu celów

Zdarza się, że podejmujemy decyzję realizującą równocześnie kilka celów. Cele te mogą się uzupełniać (być komplementarne) lub też mogą być celami przeciwstawnymi (będącymi w konflikcie). W przypadku celów komplementarnych teren może zaspokoić więcej niż jeden cel. Na przykład można poszukiwać obszarów rekreacyjnych dla których równocześnie będzie prowadzona ochrona przyrody. W przypadku celów konfliktowych mamy do czynienia z rywalizacją o teren, gdyż może on być wykorzystany tylko dla jednego celu ale nie razem (np. poszukiwanie obszaru dla wysypiska odpadów i dla celów rekreacyjnych).

Dla celów komplementarnych decyzja może być podjęta na drodze hierarchicznego rozszerzenia procesu oceny wielokryterijnej. Np. możemy przypisać wagi poszczególnym celom i wykorzystać je razem z mapami przydatności utworzonymi dla każdego celu z osobna a następnie połączyć je w jedną mapę wynikową.

Dla celów konfliktowych możliwe jest czasami uszeregowanie celów aby uzyskać priorytety. W takim przypadku potrzeba zaspokojenia wyżej postawionych celów (o wyższym priorytecie) jest wybierana przed celami postawionymi niżej. Nie zawsze jest to jednak możliwe. Często wybiera się rozwiązanie kompromisowe.

Niepewność

Informacje mają kluczowe znaczenie w procesie podejmowania decyzji. Jednakże rzadko mamy prawdziwe (pewne) informacje. Prowadzi to do niepewności, której dwa źródła można zidentyfikować jako:

- niepewność danych (w bazie danych),
- niepewność reguł podejmowania decyzji

Niepewność danych

Występuje przy ocenie kryteriów, które są uwzględniane w procesie podejmowania decyzji. Głównym źródłem tych niepewności są błędy pomiarów ale nie tylko. Na przykład jeśli przyjęliśmy niezbyt precyzyjne kryterium, że zbocze ma być strome, możemy mieć kłopoty z dokładnym jego zdefiniowaniem. Możemy przyjąć, że zbocza o nachyleniu $< 10^\circ$ nie są strome a o nachyleniu $> 20^\circ$ są strome. Ten rodzaj niepewności uwzględniany jest dzięki pojęciu tzw. zbiorów rozmytych (ang. *fuzzy set*), w którym możliwość, że zbocze jest strome zmienia się w sposób ciągły od 0 dla nachylenia 10° do 1 dla nachylenia 20° . Jest to podejście ludzkiego odczucia i różni się od dokładnej wartości nachylenia.

Niepewność reguł podejmowania decyzji

Wynika ze sposobu łączenia kryteriów oraz ich oceny przy podejmowaniu decyzji. Prosty przykładem tego rodzaju niepewności jest ustalenie wartości parametrów czy też wartości granicznych (progów). Gdy występuje niepewność reguł musimy uwzględnić modyfikacje

do funkcji wyboru lub heurystycznej aby wziąć pod uwagę przenoszenie się niepewności oraz zastąpić „twarde” procedury decyzyjne „miękkimi”.

Ryzyko

Ryzyko może być rozumiane jako prawdopodobieństwo, że podjęta decyzja będzie błędna. Ryzyko jest wynikiem niepewności i jego ocena wymaga połączenia estymatorów niepewności pochodzących z różnych źródeł (niepewność danych i reguł) oraz procedur określania prawdopodobieństwa.

A1.2.3 Rodzaje decyzji

Na podstawie podanych definicji rodzaje definicji możemy sklasyfikować następująco. (tabela 1). Możliwe są wszystkie kombinacje kryteriów i celów.

Tabela 1
Rodzaje decyzji

		KRYTERIUM	
		Pojedyncze kryterium	Wiele kryteriów
C E L	Pojedynczy cel	proste	GIS
	Kilka celów	GIS (ograniczone)	GIS (ograniczone)

Na ogół mamy do czynienia z decyzjami w których uwzględniamy pojedyncze kryterium i pojedynczy cel. Większość problemów decyzyjnych, przy rozwiązywaniu których pomocnym narzędziem jest GIS, ma charakter decyzji z uwzględnieniem wielu kryteriów. Na przykład gdy chcemy wydzielić obszary zagrożone erozją opierając się na wielkości nachylenia terenu, sposobu użytkowania, typie gleby itp. W tym przypadku musimy zastanowić się w jaki sposób uwzględnić powyższe kryteria i dojść do wyniku końcowego.

Najczęściej mamy do czynienia z decyzjami mając na uwadze jedynie jeden cel. Jednakże w wielu przypadkach problem jest ze swej natury bardziej złożony, musimy uwzględnić wiele celów równocześnie. Pomimo przewagi tego rodzaju problemów aktualnie używane rastrowe systemy GIS nie posiadają odpowiednich narzędzi, które radziłyby sobie z tego rodzaju decyzjami. Opisane w literaturze przykłady takich zastosowań wykorzystują programy optymalizacji liniowej i dotyczą wyboru pomiędzy ograniczoną liczbą rozwiązań wcześniej wytypowanych w analizach wektorowych.

Trzecim obszarem zastosowań GIS są analizy dotyczące niepewności, ryzyka, przenoszenia się błędów i ich wpływu na reguły decyzyjne i ostateczne wyniki.

A1.2.3.1 Decyzje z uwzględnieniem wielu kryteriów

Jak wspomniano wcześniej główny problem polega na połączeniu informacji z kilku kryteriów dla określenia jednego waloryzującego indeksu. Dla kryteriów logicznych rozwiązanie polega na wykorzystaniu operacji logicznych: sumy (AND) i iloczynu (OR). Dla czynników o ciągłym charakterze stosowana jest wagowana kombinacja liniowa.

$$S = \sum w_i x_i$$

gdzie : S - stopień przydatności

w_i - waga czynnika i

x_i - punktacja kryterium czynnika i

Procedura ta jest często stosowana w GIS i ma postać podobną do równania regresji. W przypadku gdy ograniczenia wyrażone są w postaci logicznej (0,1) procedura powyższa może zostać zmodyfikowana przez pomnożenie stopnia przydatności przez iloczyn ograniczeń.

$$S = \sum w_i x_i \prod c_i$$

gdzie: c_i - punktacja kryterium ograniczenia i

Π - iloczyn

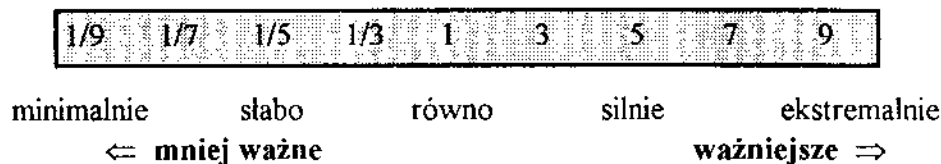
Ze względu na różne skale w których mierzone są kryteria konieczna jest standaryzacja czynników. Najprostszym jest skalowanie liniowe:

$$x_i = (R_i - R_{\min}) / (R_{\max} - R_{\min}) * \text{zakres standaryzacji}$$

gdzie: R - wartości kryteriów w przyjętej skali.

W wyniku standaryzacji punkty przypisane poszczególnym kryteriom mogą być wyrażone w żądanym zakresie (np. 0 - 99, 0 - 255 itp.).

Wagi można przypisywać w różny sposób. Najbardziej obiecującym jest sposób zaproponowany przez Saaty polegający na porównaniu par kryteriów. Porównanie znaczenia kryteriów opiera się na przypisaniu im względnego stopnia ważności w skali 9 punktowej (rys. 1). Np. jeżeli przy opracowaniu mapy przydatności terenu dla celów przemysłowych uznamy, że bliskość drogi jest znacznie ważniejsza niż nachylenie terenu przypiszemy bliskości drogi wagę 7 a nachyleniu terenu wagę 1/7.



Rys. 1. Porównanie znaczenia kryteriów

Przy przypisywaniu wag porównuje się wszystkie możliwe kombinacje par kryteriów oraz tworzy macierz porównania par (tabela 2).

Tabela 2

Znaczenie wag czterech kryteriów przy ocenie przydatności terenu dla celów przemysłowych

Kryterium	Bliskość drogi	Bliskość miasta	Nachylenie terenu	Odległość od parku
Bliskość drogi	1	3	1	2
Bliskość miasta	1/3	1	1/4	1/2
Nachylenie terenu	1	4	1	2
Odległość od parku	1/2	2	1/2	1

Następnie obliczane są wektory własne powyższej macierzy oraz współczynnik charakteryzujący stopień spójności zastosowanych kryteriów. Jeśli jest on mniejszy od 0.1 to należy powtórnie przeanalizować wagi przyznawane poszczególnym kryteriom.

Po utworzeniu map kryteriów należy wymnożyć każdą mapę czynnika przez jego wagę a następnie je zsumować. Następnie wynikową mapę przydatności należy pomnożyć przez każde z ograniczeń aby wyeliminować obszary o niedopuszczalnej lokalizacji.

A1.3 LITERATURA

1. Eastman J.R. - IDRISI version 4.1 Update Manual, 1993
2. Eastman J.R, Kyem P.A.K., Toledano J., Jin W. - GIS and Decision Making, UNITAR Vol IV 1993

A1.4 KONSPEKT DO ĆWICZEŃ

Założenia:

- w zależności od wybranego przez uczestników kursu bloku tematycznego A lub B niektóre zagadnienia będą omówione szerzej lub też będą tylko zasygnalizowane a omówione bardziej szczegółowo w innych podblokach;
- analiza i rozwiązanie będą realizowane z wykorzystaniem oprogramowania GIS, tak więc zakłada się, że uczestnicy poznają pewne elementy GIS-u, podstawową obsługę systemu (najlepiej IDRISI) na wcześniejszych zajęciach;
- przewidziane do realizacji zadania będą realizowane równolegle przez poszczególne zespoły wybrane zgodnie z zainteresowaniami kursantów; oznacza to, że nie wszyscy przero-bią wszystkie zadania.

A1.4.1 Zadania dla bloku tematycznego A

Zadanie 1

Lokalizacja dzikich wysypisk odpadów na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych, ortofotomap, zdjęć amatorskich wykonanych z pulapu lotniczego oraz rejestracji wykonanych kamerą video, przeniesienie zidentyfikowanych wysypisk na mapę.

Materiały szkoleniowe: zdjęcia lotnicze w skali 1 : 5 000 i 1 : 26 000 okolic Krakowa (część zachodnia) wykonane w ramach programu PHARE w roku 1997, amatorskie zdjęcia oraz rejestracje kamerą video wykonane w roku 1994 na zlecenie WIOŚ w Krakowie dla celów identyfikacji dzikich wysypisk, mapy topograficzne w skali 1 : 50 000.

Zadanie 2

Lokalizacja miejsc eksploatacji surowców na zdjęciach lotniczych (powiększenia, model stereoskopowy), porównanie z treścią mapy, wniesienie na mapę zinterpretowanych lokalizacji.

Materiały szkoleniowe: jak w zadaniu nr 1

Zadanie 3

Możliwości wykorzystania zdjęć lotniczych do oceny stopnia skażenia środowiska. Znacznie skrócona wersja zagadnień omówionych w B4.

Zadanie 4

Lokalizacja komunalnych wysypisk odpadów. Warunki, które należy uwzględnić, sposób ich zapisu, wagi odpowiednich warunków, niepewność danych i kryteriów. Sporządzenie mapy przydatności. Przedstawienie wyniku w postaci najbardziej przemawiającej do wyobraźni.

Materiały szkoleniowe: Wykorzystane zostaną dane zebrane podczas realizacji pracy dyplomowej T. Bergier, W. Drzewiecki oraz zdjęcia lotnicze. Obiekt: gmina Zabierzów.

Zadanie 5

Optymalna lokalizacja obszarów pod zakład przemysłowy. Dyskusja warunków, które należy uwzględnić. Skąd pozyskać dane uwzględniające poszczególne warunki. Zapis warunków w postaci czytelnej przez komputer. Analiza komputerowa z wykorzystaniem funkcji algebry map. Jako jeden z warunków może być nachylenie terenu nie przekraczające założonej wartości. W oparciu o zdjęcia lotnicze należy opracować fragment DTM lub skorzystać z już istniejącego a następnie z niego utworzyć mapę spadków.

Materiały szkoleniowe: Zadanie można oprzeć na danych z atlasu komputerowego woj. krakowskiego oraz zdjęciach lotniczych lub na danych z Zabierzowa.

Zadanie 6

Porównanie aktualnego stanu zagospodarowania terenu zinterpretowanego na aktualnych kolorowych zdjęciach lotniczych ze stanem przedstawionym na mapach oraz porównanie z sytuacją widoczną na zdjęciach archiwalnych. Określenie jakościowych i ilościowych tendencji zmian.

Materiały szkoleniowe: Aktualne i archiwalne zdjęcia Krakowa w skalach ok. 1 : 25 000

A1.4.2 Zadania dla bloku tematycznego B

Zadanie 7

Lokalizacja samowoli budowlanej na podstawie analizy zdjęć lotniczych i porównania ich treści z aktualną mapą zasadniczą. Wniesienie na mapę przybliżonej lokalizacji budynków nie istniejących na mapie oraz zaznaczenie na mapie budynków nie istniejących już w terenie lub przebudowanych. Realizacja tego samego zadania na VSD z wykorzystaniem obrazów cyfrowych i mapy cyfrowej, uzupełnienie warstwy budynków o nieistniejące na mapie. Weryfikacja wniesionych budynków z odpowiednimi rejestrami, czy ich brak wynika z nieaktualnej mapy czy też zostały postawione bez zezwolenia.

Materiały szkoleniowe: zdjęcia lotnicze (odbitki stykowe i powiększenia ew. ortofotomapa) w skali 1 : 5 300 z m. Olsztyna, odpowiednie arkusze mapy zasadniczej (lub ewidencyjnej) w skali 1 : 500 zeskanowane stereogramy zdjęć lotniczych, warstwa budynków w postaci cyfrowej.

Zadanie 8

Analiza zmian powierzchni lasów. Porównanie zasięgu lasów, terenów zalesionych na zdjęciach lotniczych i mapach. Weryfikacja z planem zagospodarowania przestrzennego.

Materiały szkoleniowe: jak w zadaniu nr 1 oraz plan zagospodarowania przestrzennego.

A2. ROLNICTWO I UŻYTKOWANIE GRUNTÓW

Andrzej Świątkiewicz

1. Wprowadzenie

1.1. Gleba jako zasadnicza, naturalna podstawa rolnictwa

Rolnictwo w oczywisty sposób bazuje na glebie, która jest określana jako wierzchnia warstwa gruntu z wytworzonym w niej życiem organicznym. Życie organiczne – głównie drobnoustroje i inne czynniki glebotwórcze (rośliny, zwierzęta, klimat, woda, rzeźba terenu, działalność człowieka) powodują stałe przemiany glebotwórcze. Mogą to być czynniki podnoszące jakość gleby, czyli jej żyzność, utrzymujące żyzność na osiągniętym poziomie lub powodujące degradacje gleby. Żyzność gleby, czyli zespół właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby zapewnia rosnącym na niej roślinom warunki wegetacji, tj. składniki pokarmowe, wodę i powietrze glebowe. Żyzność gleby decyduje o rolniczej produktywności gleby.

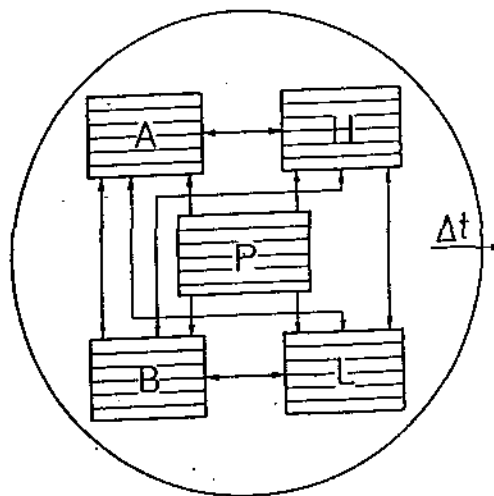
1.2. Centralne miejsce pedosfery

Rysunek 1 ilustruje w sposób schematyczny pięć podstawowych sfer środowiska geograficznego Ziemi; są to: A – atmosfera, B – biosfera, H – hydrosfera, L – litosfera, P – pedosfera.

W starszej terminologii polskiej pedosfera oznaczała sferę glebową, a nauka o glebie nazywała się pedologią (por. Encyklopedia Powszechna, PWN, Warszawa 1984, s. 63). W języku angielskim nadal obowiązuje nazwa „pedology”, czyli gleboznawstwo.

Centralne umieszczenie gleby na rys. 1 wynika z szeregu istotnych przesłanek, a mianowicie:

- Grubość (miąższość) warstwy glebowej (średnia dla całej Ziemi wynosi około 1,5 m) w porównaniu do grubości (rozpiętości) pozostałych czterech stref jest znikoma i stanowi mniej niż 0,1%.
- Ta subtelna warstwa glebowa stanowi podstawę wyżywienia części lądowej biosfery (z ludźmi włącznie).
- Stały i ciągle rosnący ubytek warstwy glebowej z różnych cywilizacyjnych przyczyn jest elementem niepokojącego zagrożenia.
- Zagrożenie to oznacza z jednej strony zmniejszanie się arealu ziem uprawianych, z drugiej – mimo postępów w szeroko rozumianym rolnictwie – zmniejszenie plonów w stosunku do globalnego wzrostu ludności.



Rys. 1. Schemat sfer środowiska geograficznego

Tak więc zainteresowanie glebą i tym wszystkim, z czym jest ona powiązana, a szczególnie tym jak jest użytkowana, stanowi uzasadnione działanie.

Jedną z metod określających stan i sposób użytkowania gleby jest interpretacja zdjęć lotniczych i obrazów satelitarnych.

A2.1. UŻYTKOWANIE ROLNICZE NA PODSTAWIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH

W Polsce wyróżniamy następujące rodzaje użytków rolnych (UR): grunty orne, obszary plantacji wieloletnich (sady, chmielniki, winnice i in.), warzywniki, ogródki przydomowe, łąki, pastwiska. Dwa ostatnie rodzaje UR nazywane są użytkami zielonymi (UZ), ze względu na stałe pokrycie przez kilka lat roślinnością złożoną z różnych gatunków traw, ziół, roślin motylkowych. Użytki zielone są podstawą hodowli zwierząt gospodarskich (pasza zielona, siano, kiszonka).

Obraz użytków zielonych na zdjęciach lotniczych zależy przede wszystkim od daty wykonania zdjęć (pora roku), fazy fenologicznej roślin i skali wykonanych zdjęć.

Na zdjęciach lotniczych wykonanych pomiędzy marcem a listopadem mogą być wyraźnie lub niewyraźnie wyróżnione poszczególne użytki rolne. Grunty orne z oziminą tworzą inny obraz niż grunty orne ze zbożami jarymi lub roślinami okopowymi – w tej samej wiosennej dacie. W okresie czerwiec–lipiec zróżnicowanie zbóż ozimych i jarych nie jest możliwe. Możliwe jest – przy odpowiednim postępowaniu – zróżnicowanie poszczególnych rodzajów zbóż (pszenica, żyto, owies, jęczmień, kukurydza). Rośliny okopowe (ziemniaki, buraki) wyraźnie są różne od zbóż (rzędowa uprawa, inna gęstość roślin – struktura ich obrazu na zdjęciu lotniczym).

Faza rozwojowa (fenologiczna) roślin uprawnych (jednoletnich) ma istotny wpływ na rozpoznawanie. Im bardziej widoczne są indywidualne cechy roślin w naturze, tym większe szanse na tworzenie odmiennych (od otoczenia) cech ich obrazu (inna gęstość optyczna lub barwa).

Skala zdjęć lotniczych – pierwotna lub pochodna – ma także istotny wpływ na fotointerpretację użytków rolnych, które zajmują w terenie obszary (działki, pola) o zróżnicowanej powierzchni. Dla celów praktycznych przyjmuje się, że analizowany obraz uprawy na zdjęciu (powiększeniu) powinien być nie mniejszy niż 25 mm².

Obszary plantacji (szczególnie sady) tworzą charakterystyczny, regularny geometrycznie (strukturalnie) obraz na zdjęciach lotniczych. W zależności od gatunku i wieku (drzew, krzewów, sadzonek) widoczne są większe lub mniejsze „punkty – plamki”.

Warzywniki i ogródki przydomowe związane są swoim położeniem z zabudowaniami lub ich pobliżem. Często mają one regularną strukturę rzędową.

Łąki i pastwiska są na ogół dobrze zróżnicowane od innych UR; natomiast rozróżnienie ich od siebie może przysporzyć znaczne trudności – z wyjątkiem łąk fotografowanych bezpośrednio po sianokosach. Wtedy dobrze widoczne są na zdjęciach ścięte łąny lub charakterystyczne kopki siana.

Przykład użytków rolnych pokazano na fot. 1. Rozpoznawanie UR z dużym stopniem wiarygodności powinno być prowadzone w oparciu o tzw. klucze fotointerpretacyjne. Są to zidentyfikowane na zdjęciach i jednoznacznie zweryfikowane w terenie miejsca występowania obrazu danego użytku rolnego (obiektu). W procesie kameralnej fotointerpretacji posiadanie próbek wzorcowych (kluczy fotointerpretacyjnych) jest nieodzowne.

Wiarygodność fotointerpretacji (W_f) jest opisywana prostą zależnością:

$$W_f = \frac{O_{pr}}{O} \quad (\text{wzór 1})$$

gdzie:

O_{pr} – obiekty (obszary) prawidłowo rozpoznane;

O – wszystkie obiekty (obszary) tego typu na interpretowanym zdjęciu (obręb, gmina, rejon, województwo).

Osiągnięcie W_f rzędu 85 do 95% należy uznać za dobre.



Fot. 1. Obszar użytkowany rolniczo

A2.2. OCENA UŻYTKÓW ZIELONYCH I UPRAW ROLNICZYCH

Użytki zielone (UZ) zostały informacyjnie omówione w rozdz. A.2.1. Na zdjęciach lotniczych tworzą one obrazy jednolitych (na ogół), pod względem gęstości optycznej lub barwy, powierzchni. Powierzchnie te w sąsiedztwie gruntów orných, sadów lub lasów są łatwo rozpoznawalne. Większe obszary łąk, użytkowanych intensywnie, charakteryzuje sieć rowów dobrze widocznych na zdjęciach lotniczych. Często występują również ślady dróg dojazdowych do łąk oraz ścieżki technologiczne eksploatacji (pokosy, ślady suszenia lub grabienia łąk, rzędy zebranego siana lub stogi). Na łąkach użytkowanych ekstensywnie fototon obrazu lotniczego jest monotony. Urozmaicenie obrazu (jego jasność) powodują miejsca rzadko rosnących traw lub zupełnego ich braku, a także miejsca o podwyższonej gęstości (barwie) fototo-

nu, które najczęściej znajdują się w nawodnionych miejscach (zwykle pokrywa się to z mikro-rzeźbą terenu w jej obniżeniach). Obrazy tych fragmentów zdjęć lotniczych łąk wyróżniają się ciemniejszymi plamami – współkształtnymi do form geomorfologicznych.

Obrazy pastwisk na zdjęciach lotniczych są podobne do obrazów łąk użytkowanych ekstensywnie. Kameralne zróżnicowanie tych dwóch użytków zielonych może być bardzo trudne. Niekiedy na obszarach pastwisk widoczne są, na zdjęciach, ślady dróg bydła, miejsca wodopoju, a na terenach górzystych ślady wypasu bydła lub trzody współkształtne do warstw. Rozróżnienie pastwisk od łąk wymaga zwykle weryfikacji terenowej.

Dla lepszego rozpoznawania i oceny stanu upraw rolnych i użytków zielonych mogą być stosowane różne techniki fotografowania lotniczego. Oprócz najbardziej rozpowszechnionej techniki panchromatycznej cz.-b. i kolorowej w barwach naturalnych, zdjęcia cz.-b. w podczerwieni, zdjęcia spektrostrefowe (barwy nienaturalne) oraz zdjęcia wielospektralne mogą dostarczać niezwykle bogate informacje, do odczytania których – oprócz umiejętności fotointerpretacyjnych – konieczna jest głęboka wiedza i doświadczenie w zakresie celu interpretacji (np. choroby roślin, agrotechnika, agrohidroklimatologia, entomologia, itp.).

Umiejętności prowadzenia fotointerpretacji na wysokim poziomie wyzyskania informacji ze zdjęć lotniczych wymaga zazwyczaj posiadania „próbek wzorcowych”. W przypadku występowania na badanym (interpretowanym) obszarze różnoterminowych (multitemporalnych) zdjęć lotniczych możliwe jest szacowanie plonów lub strat w plonach.

A2.3. SZACOWANIE DEGRADACJI GLEB Z POWODU EROZJI POWIERZCHNIOWEJ I LINIOWEJ, NISZCZENIE DRÓG POLNYCH

Największa powierzchniowa erozja gleb w Polsce występuje na obszarach lessowych, ilastych i glin pylastych. Skład granulometryczny tych gleb wraz z wodą opadową (szczególnie burzową) powoduje znaczne przemieszczanie (utratę) wierzchniej warstwy gleby. Spływ wód powierzchniowych sprawia, iż w zależności od nachylenia stoku, rzeźby profilu terenowego i rodzaju roślinności – warstwy gleby położone wyżej przemieszczają się ku dołowi (zbocza, doliny, jary, wąwozy) tworząc stożki akumulacyjne. Na obszarach poniżej wierzchołków widoczne są na zdjęciach lotniczych – gleb bez roślinności – charakterystyczne nowe (młode) rozcięcia erozyjne. Wymaga to jednak zdjęć w skali większej od 1 : 10 000.

W zakresie wpływu erozji na zmiany w przebiegu dróg polnych należy stwierdzić, że erozyjne wcięcia (przesunięcia) drogowe są dobrze widoczne na różnoterminowych zdjęciach lotniczych, których skale są (lub zostały doprowadzone) jednakowe i dostatecznie duże.

Fotointerpretacja zjawisk erozyjnych może być skutecznie prowadzona przy wykorzystaniu stereoskopowego modelu terenu w dużych skalach; szczególnie wtedy, gdy skala pionowa modelu ($1/M_z$) jest znacznie większa od skali poziomej ($1/M_{x,y}$) modelu stereoskopowego. Oznacza to, że:

$$\frac{1}{M_z} > \frac{1}{M_{x,y}} \quad (\text{wzór 2})$$

czyli:

$$\frac{1}{M_z} = \frac{b_p}{B} \cdot \frac{f_p}{f_k} \quad (\text{wzór 3})$$

gdzie: b_p – baza projekcji,
 B – baza fotografowania,
 f_p – odległość obrazowa projektora,
 f_k – odległość obrazowa kamery, którą wykonano zdjęcia lotnicze.

Przykład: $f_k = 100$ mm, $f_p = 250$ mm (odległość dobrego widzenia pod stereoskopem zwierciadlanym); wydłużenie (wyciągnięcie, przekształcenie afiniczne) modelu stereoskopowego wzdłuż osi Z jest 2,5-krotne w stosunku do skali poziomej w płaszczyźnie X, Y. Wyżłobiny erozyjne, zmiany w krawędziach skarp, jarów i wąwozów oraz stożki akumulacyjne dobrze, przestrzennie widoczne.

A2.4. WARUNKI WODNE W GLEBIE I MELIORACJE

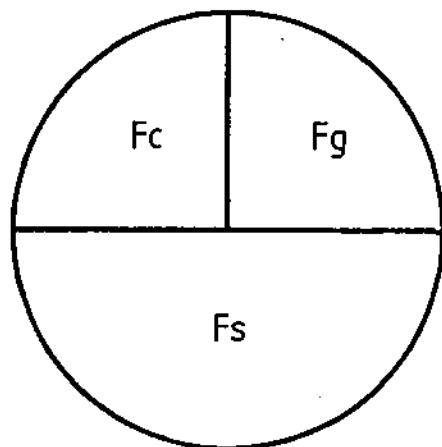
Z fizycznego punktu widzenia pożądanym model gleby ilustruje rys. 2; skąd wynika, że faza stała (F_s) gleby powinna wynosić 50%, faza ciekła (F_c) 25% i faza gazowa (F_g) gleby 25%. Wszystkie zabiegi agrotechniczne (orka, kultywacja, bronowanie, nawożenie) i melioracyjne (polepszające – głównie stosunki wodne) mają na celu dążenie do osiągnięcia prezentowanego modelu. Wtedy właśnie (plus klimat) powstają najkorzystniejsze warunki do siewu (sadzenia), wegetacji i zbioru roślin uprawnych.

W glebie wyróżniane są dwa rodzaje wód. Wody wierzchówkowe występujące płytko pod powierzchnią ziemi. Są one związane bezpośrednio z opadami atmosferycznymi – wykazują znaczne wahania poziomu zwierciadła wody w zależności od wielkości opadu i prędkości infiltracji, która jest funkcją składu granulometrycznego gleby. Wody gruntowe występują na większych głębokościach. Tworzą one poziomy wodonośne, których zwierciadło jest często współkształtne do powierzchni terenu. Wody gruntowe mogą występować na kilku poziomach wodonośnych, przedzielonych warstwami nieprzepuszczalnymi. Mogą też tworzyć soczewki wodne nie powiązane z warstwami wodonośnymi.

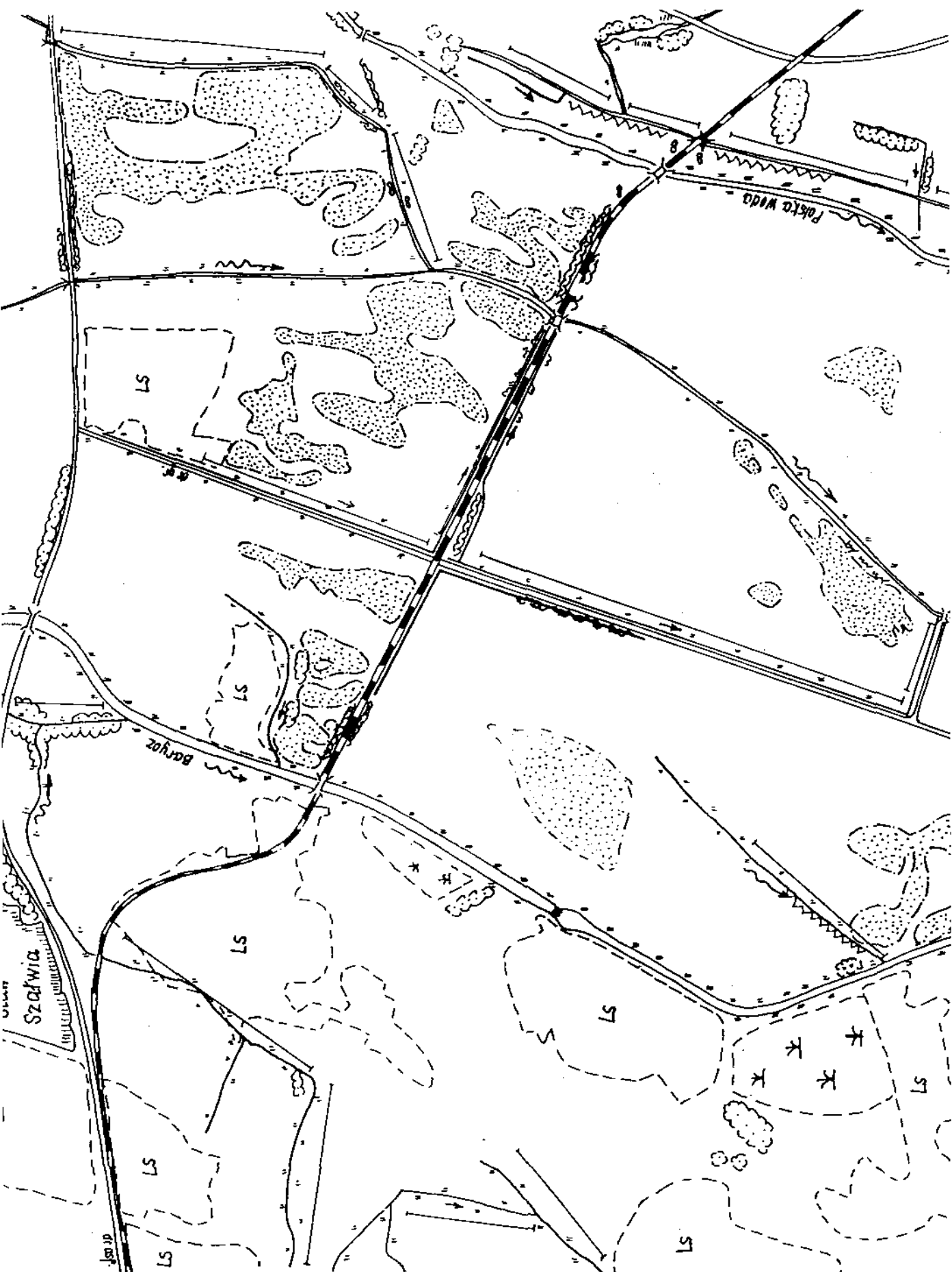
Na zdjęciach lotniczych obraz warunków (stosunków) wodnych w glebie interpretowany może być pośrednio. Zarówno obraz czarno-biały, jak i kolorowy ilustruje dobrze (przy dostatecznie dużej skali) miejsca o podwyższonym lub obniżonym uwilgotnieniu gleby. Jest to szczególnie wyraziste na obszarach bez roślinności (po wiosennych lub jesiennych orkach). Miejsca bardziej uwilgotnione podpowierzchniowo mają ton (barwę) ciemniejszy/szary, a miejsca słabo uwilgotnione odwrotnie. Kształty obrazów tych miejsc – charakterystyczne plamy – są zwykle współkształtne do mikroform rzeźby terenu.

Na seriach zdjęć lotniczych tego samego obszaru wykonanych w różnych datach można – w korelacji z lokalnymi opadami atmosferycznymi – z wysokim stopniem pewności określić miejsca trwale i nietrwale nadmiernie uwilgotnione lub nadmiernie przesuszone. Miejsca te wymagają stosowania odpowiednich zabiegów polepszających (melioracyjnych) stosunki wodne w glebie. Przykładem zdalnego pozyskania ww. informacji są cztery różnoterminowe zdjęcia lotnicze tego samego obszaru oraz wynik ich interpretacji – zamieszczone niżej.

Innym przykładem obrazującym warunki wodne w glebie wraz z rejestracją podziemnych urządzeń melioracyjnych jest zdjęcie lotnicze (fot. 7), na którym dobrze widoczne są charakterystyczne „choinki drenarskie”, tj. ślady drenowania systematycznego (około 1 m pod powierzchnią terenu). Obraz sieci drenarskich na zdjęciach lotniczych może być uzyskiwany jedynie wtedy, kiedy występuje zróżnicowane uwilgotnienie nad ciągami drenów i w ich rozstawie.



Rys. 2. Fizyczny model gleby



Rys. 3. Kalka fotointerpretacyjna fot. 2

LEGENDA :



Obszary nadmiernie uwilgotnione

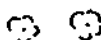
Zadrzewienia :



— ciągłe



— sporadyczne



— pojedyncze drzewa

Zakrzaczenie :



— ciągłe



— sporadyczne



— kępy krzewów

Porosty skarp cieków



— krzewy



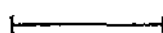
— trzcina



— trawa



— sitowie



Zamulenie



Wody płynące



Wody stojące i okresowo suche

Budowle wodne :



— mosty bet.



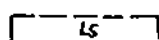
— przepusty



— wodospady, progi wodne



Kolej

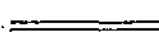


Duże obszary leśne

Cieki o szerokości koryta :

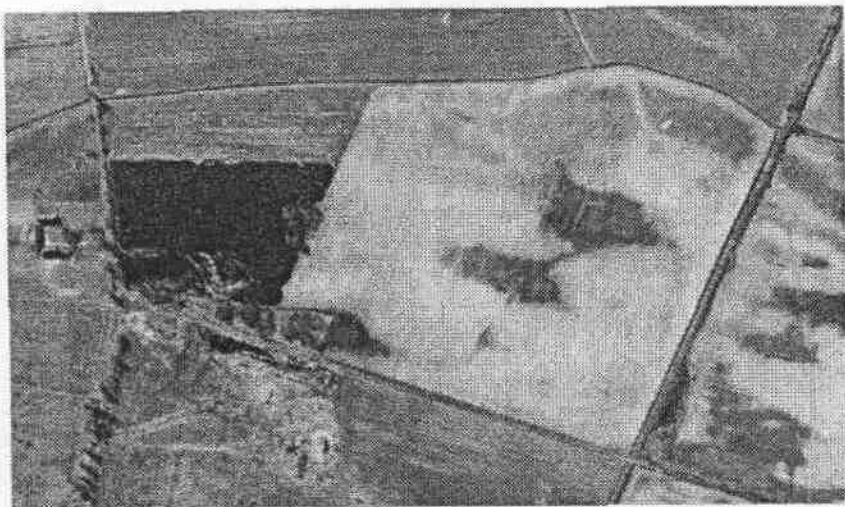


— do 1.5 m



— powyżej 1.5 m

Rys. 4. Legenda fotointerpretacyjna dla celów melioracyjnych



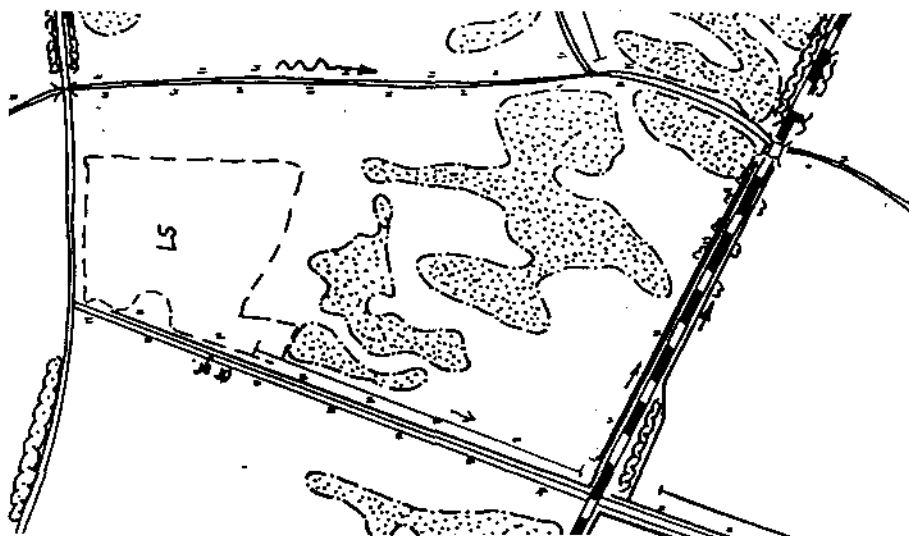
Fot. 2. Pole nadmiernie uwilgotnione, stan pierwszy



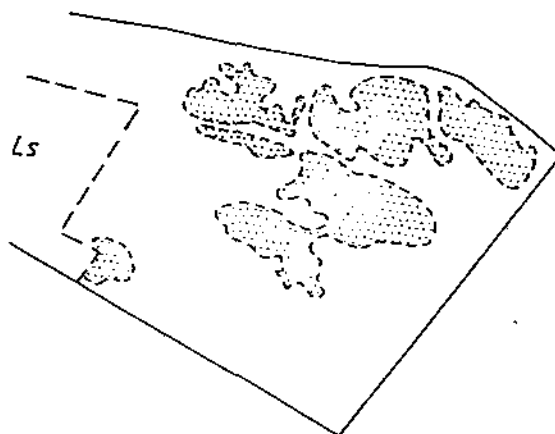
Fot. 3. Pole nadmiernie uwilgotnione, stan drugi



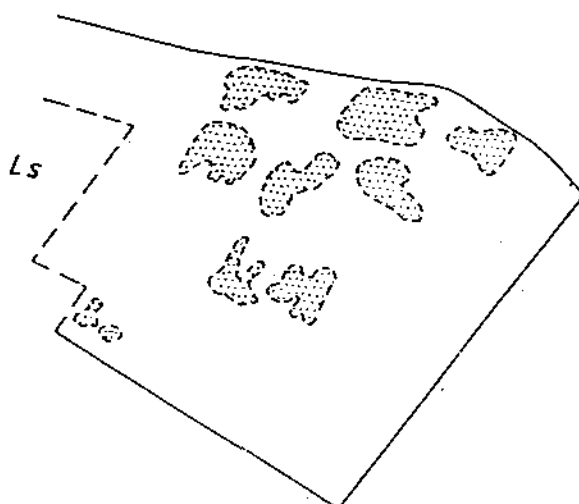
Fot. 4. Pole nadmiernie uwilgotnione, stan trzeci



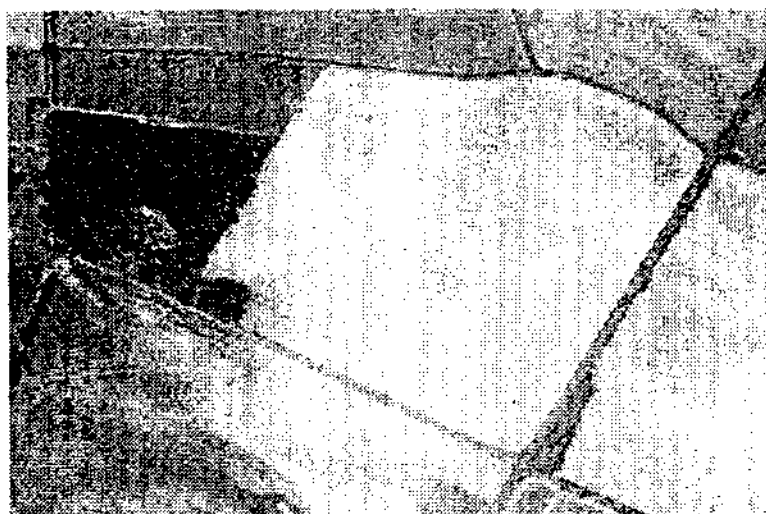
Rys. 5. Kalka fotointerpretacyjna stanu pierwszego



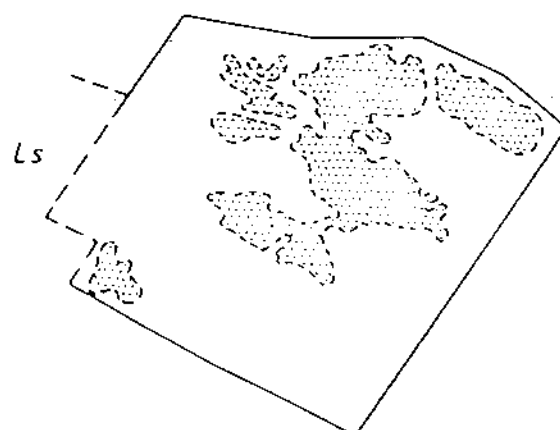
Rys. 6. Kalka fotointerpretacyjna stanu drugiego



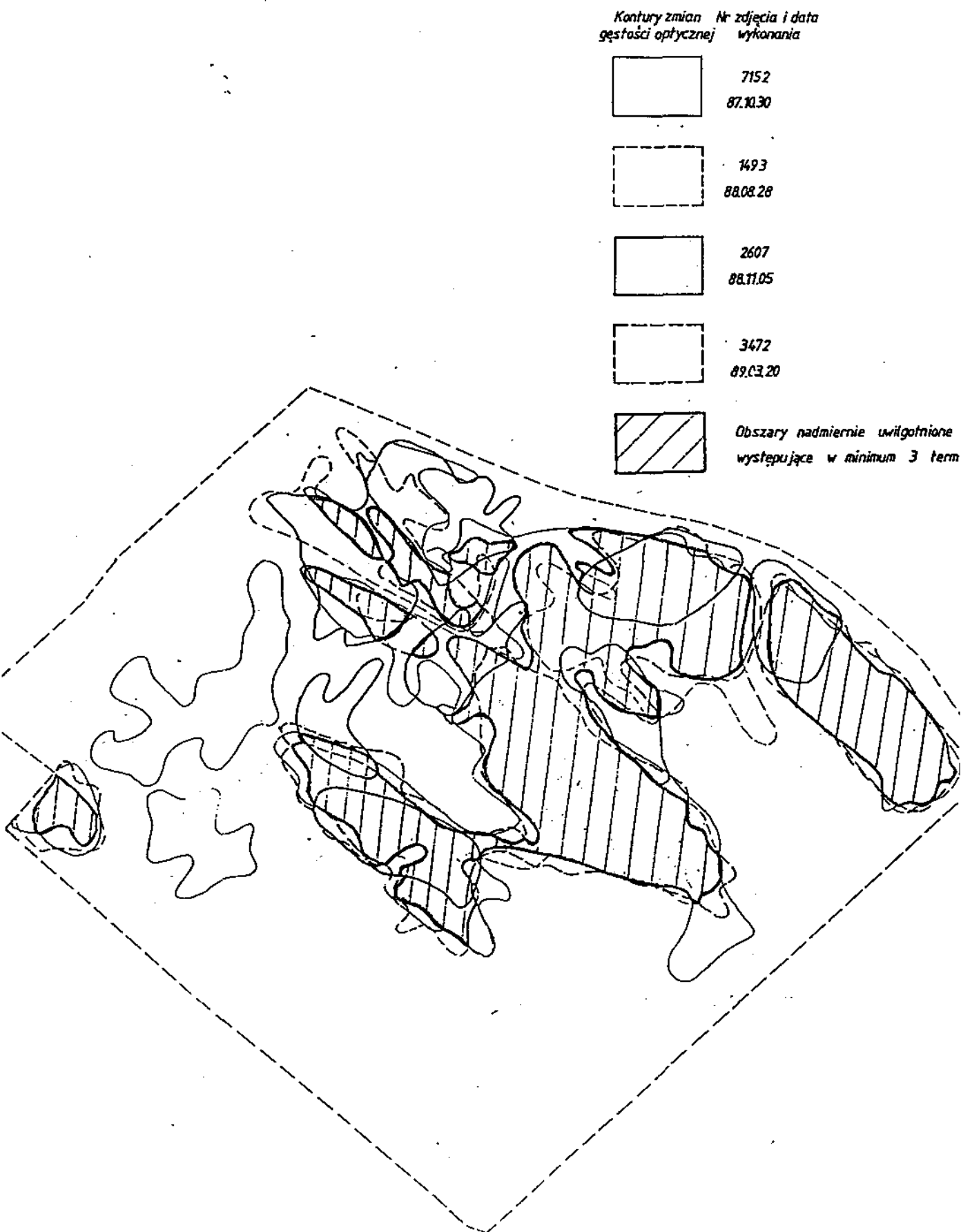
Rys. 7. Kalka fotointerpretacyjna stanu trzeciego



Fot. 5. Pole nadmiernie uwilgotnione, stan czwarty



Rys. 8. Kalka fotointerpretacyjna stanu czwartego



Rys. 9. Łączny (syntetyczny) obraz nadmiernego uwilgotnienia w skali 1 : 2 000 (to samo pole)

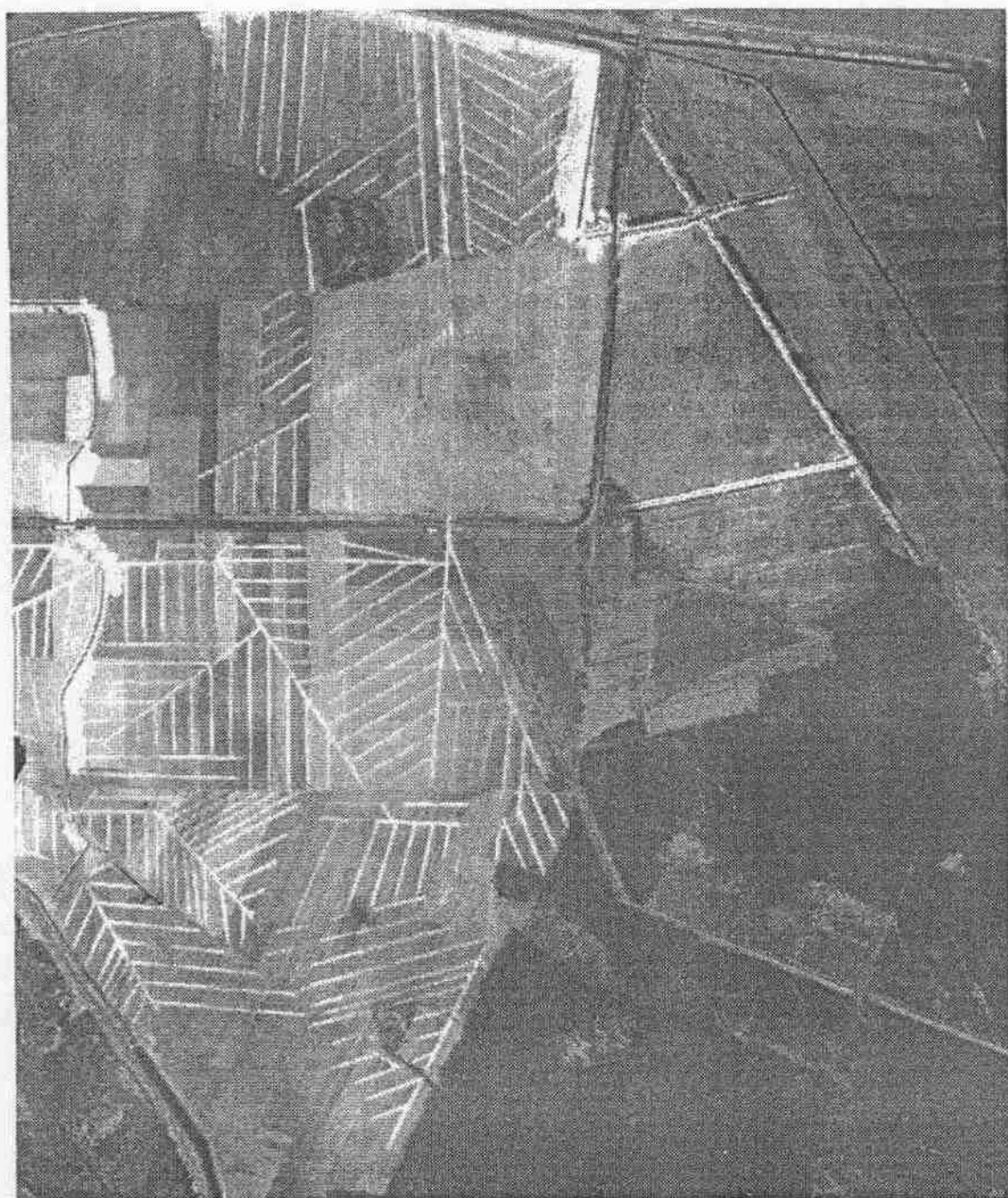


Fot. 6. Zdjęcie lotnicze obszaru wiejskiego



WYK: OLGIERD JAMROZ

Rys. 10. Kalka fotointerpretacyjna użytkowania gruntów (numery odpowiadają poszczególnym użytkom, uprawom, władaniom)



Fot. 7. Obraz sieci drenarskich na zdjęciu lotniczym

A2.5. JAKOŚĆ UŻYTKÓW ZIELONYCH

Obrazy użytków zielonych na zdjęciach lotniczych z określonej daty (jeden stan UZ) pozwalają jedynie wnioskować o miejscach zróżnicowanego wzrostu roślinności lub jej braku. Dotyczy to zarówno zdjęć panchromatycznych, jak i kolorowych. Większe możliwości stwarzają tutaj zdjęcia wielospektralne, które w powiązaniu z próbkami terenowymi, w dacie wykonania zdjęć, mogą dostarczać także pewne informacje o kondycji (bujności) użytków zielonych. Szczególnie cyfrowe opracowanie zdjęć wielospektralnych i ustalanie jakości UZ za pomocą syntetycznego wskaźnika nazywanego „indeksem wegetacji roślin”, daje zbliżoną do obiektywnej ocenę jakości UZ. W przypadkach powtarzających się (w jednym okresie wegetacji roślin) zdjęć wielospektralnych tego samego obszaru UZ i zastosowaniu – w oparciu o kolejne indeksy wegetacji roślin – postępowania określającego ilość biomasy, możliwe jest określenie zmian (przyrostu) biomasy UZ, a więc ustalenie (prognozowanie) wielkości zbiorów. Wielkość zbioru zielonej masy z danego obszaru zależy, przede wszystkim, od tempa wzrostu roślin i ich kondycji świadczącej o jakości UZ.

A2.6. GEOINFORMACYJNE SYSTEMY WSPOMAGANIA ZARZĄDZANIA I PLANOWANIA NA TERENACH ROLNICZYCH

Dla prawidłowego zarządzania i planowania zmian na gospodarowanych obszarach, konieczne jest posiadanie właściwej informacji o tych obszarach. Informacja właściwa ma trzy zasadnicze cechy: powinna być aktualna, obiektywna i pełna. Wszystkie systemy informacji przestrzennej (SIP) dążą do posiadania tych trzech właściwości. Systemy informacji geograficznej (GIS) ograniczają się w swojej szczegółowości do przedstawienia sytuacji, zjawisk, zagadnień na poziomie kartograficznym map w skali 1 : 25 000 i mniejszych. Dla celów zarządzania i planowania rolniczego odpowiada to jednostkom administracyjnym typu gmina (część gminy). Systemy informacji terenowej (SIT) rejestrują, przetwarzają i dostarczają informacje na poziomie szczegółowości map w skali 1 : 10 000 i większych (część gminy, wieś, obręb).

Informacja o dużym stopniu szczegółowości – konieczna przy postępowaniu decyzyjnym – wymaga włączenia różnorodnych informacji opisowych (tabelarycznych) i kartograficznych. Takie geoinformacyjne systemy dotyczące także rolnictwa istnieją i są rozwijane. Jednym z nich jest system „mapy zasadniczej kraju” (Instrukcja GUGiK, K-1), który oprócz warstwy sytuacyjnej i wysokościowej (hipsometrycznej) prowadzi warstwę ewidencji gruntów oraz warstwę urządzeń podziemnych (dla obszarów wiejskich skale map 1 : 5 000 lub 1 : 2 000 lub (i) 1 : 1 000).

Prowadzenie ewidencji gruntów w postaci graficzno-tabelarycznej zastępowane jest postacią elektroniczno-graficzną stwarzającą znacznie lepsze (szybsze) możliwości pozyskiwania danych o działkach, właścicielach (władających), wartości gruntu, itd. Komputerowe systemy prowadzenia ewidencji gruntów: EWGRUN (ewidencja gruntów), MSEG (mikrokomputerowy system ewidencji gruntów) dostarczają danych do ksiąg wieczystych (KW), obrotu ziemią (kupno-sprzedaż, wywłaszczenie) i wymiaru podatku (fiskus).

Dane obrazowe fotolotnicze w postaci analogowej lub cyfrowej znakomicie wzbogacają systemy informacji o terenie.

A2.7. OPTYMALIZACJA STRUKTURY PRZESTRZENNEJ TERENÓW WIEJSKICH

Zdjęcia lotnicze odgrywają istotną rolę w inwentaryzacji struktury przestrzennej terenów wiejskich. Stopień szczegółowości tej fotolotniczej inwentaryzacji zależy, przede wszystkim, od skali zdjęć lotniczych oraz ich aktualności, a także celu, któremu ma służyć fotointerpretacja. Na zdjęciach lotniczych w skali około 1 : 25 000 można bez trudu wyróżnić podstawowe elementy użytkowania ziemi (pola, lasy, pastwiska, obszary zabudowane, wody, drogi) oraz niektóre elementy rolniczego użytkowania (por. A.2.1.), szczególnie rodzaj struk-

tury władania (duże pola, „szachownica”, wąskie i długie pola). Dla bardziej szczegółowego analizowania struktury obszarów wiejskich potrzebne są zdjęcia lotnicze (lub ich powiększenia) w skali 1 : 10 000 lub 1 : 5 000, a w szczególnych przypadkach nawet 1 : 2 000.

Materiały fotolotnicze (zdjęcia lotnicze, fotoszkiecy, fotomapy, ortofotomapy) spełniają cechy informacji właściwej (por. A.2.6.) wtedy, kiedy pomiędzy datą wykonania zdjęć lotniczych a datą prowadzenia inwentaryzacji rozmieszczenia poszczególnych elementów rolniczej przestrzeni produkcyjnej nie ma dużej różnicy. W oparciu o tak przeprowadzoną inwentaryzację, plus oczywiście dokumentację urządzeniowo-rolną, mogą być prowadzone przedsięwzięcia zmierzające do poprawienia struktury obszarów wiejskich, a nawet do optymalizacji tej struktury w granicach wsi lub gminy. Obiektywny materiał lotniczy zastosowany na etapie badania rozłogów (rozmieszczenia poszczególnych działek i pól) oraz na etapie opracowania projektu wymiany i scalenia gruntów jest trudny do przecenienia. Wartość informacyjna zawarta w fototonie lub barwie znacznie przekracza wartość informacji zawartych w mapach kreskowych tej samej skali. W związku z badaniem i ewidencją rozłogów prowadzona jest optymalizacja transportu na terenach wiejskich. Projektowanie sieci dróg dojazdowych, szczególnie w terenach falistych i podgórskich, powinno być prowadzone z wykorzystaniem stereoskopowego modelu terenu (por. A.2.3.). Daje on możliwość projektowania dróg dojazdowych w sposób lepszy od stosowanego w oparciu o mapy warstwiczne. Widoczne są wykopy, nasypy, uskoki śródpolne, skarpy i inne nieciągłości topograficznej powierzchni terenu.

A2.8. ĆWICZENIA

Kameralna (indywidualna) interpretacja rolnicza zdjęcia lotniczego prowadzona według załączonych znaków umownych na kalce (folii) fotointerpretacyjnej.

A2.9. ZAJĘCIA WARSZTATOWE

Na fotoszkiecy (1 : 5 000 lub 1 : 10 000) przeprowadzić inwentaryzację struktury użytkowania według podanej niżej klasyfikacji:

- 1 - grunty orne
- 2 - łąki
- 3 - pastwiska
- 4 - sady
- 5 - warzywniki przydomowe
- 6 - wody powierzchniowe
- 7 - lasy
- 8 - inne (zwirowiska, wysypiska, nieużytki)

Granice poszczególnych klas wnieść wraz z oznaczeniem cyfrowym na kalce (folię). Sporządzić tabelę struktury użytkowania w granicach opracowanego fotoszkiecy.

Klasa użytkowania	Powierzchnia klasy		
	w mm ² (obraz)	w %	w ha (teren)
1.			
2.			
...			
8.			
Łącznie			

LITERATURA

1. Andronikow W. L.: Teledetekcja gleb. PWN, Warszawa 1986.
2. Ciołkosz A., Miszański J., Olędzki J. R.: *Interpretacja zdjęć lotniczych*. PWN, Warszawa 1986.
3. Ciołkosz A., Kęsik A.: *Teledetekcja satelitarna*. PWN, Warszawa 1989.
4. Dzikiewicz B.: *Topografia*. Wyd. MON, Warszawa 1971.
5. Kaczyński R., Mroczek S., Sanecki J.: *Rozpoznanie obrazowe*. Wyd. MON, Warszawa 1982.
6. Linsenbarth A.: *Satelitarne systemy teledetekcyjne*. Wyd. Polit. Warszawskiej, Warszawa 1987.
7. Piasecki M. B.: *Fotogrametria naziemna i lotnicza*. PPWK, Warszawa 1973.
8. *Polska na zdjęciach lotniczych i satelitarnych* (album), pod red. J. R. Olędzkiego. PWN, Warszawa 1988.
9. Sitek Z.: *Fotogrametria ogólna i inżynierska*. PPWK, Warszawa - Wrocław 1991.
10. Sitek Z.: *Zarys teledetekcji lotniczej i satelitarnej*. Wyd. AGH, Kraków 1992.
11. Świątkiewicz A.: *Fotogrametria*. PWN, Warszawa 1983 (rozdz. 4, Zarys fotointerpretacji zdjęć lotniczych).
12. Świątkiewicz A.: Zdalne rozpoznawanie rolniczych sieci drenarskich za pomocą zdjęć lotniczych. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej Nr 242, Rozprawy CXXVII, Wrocław 1994.
13. Wójcik S.: *Zdjęcia lotnicze*. PPWK, Warszawa 1989.
14. artykuły w czasopismach: „Przegląd Geodezyjny”, „Fotointerpretacja w Geografii”, „Pocztynion - Moniterra”.

A3. LEŚNICTWO I OCHRONA PRZYRODY

Piotr Wężyk, Jan Greszta

A3.1 OKREŚLENIE ZMIAN ZACHODZĄCYCH W EKOSYSTEMACH LEŚNYCH POD WPLYWEM ODDZIAŁYWANIA PRZEMYSŁU

Jan Greszta

Wykład wprowadzający, ☉ ok. 30 min.

W drugiej połowie obecnego stulecia obok olbrzymich zdobyczy technicznych nastąpiła również degradacja środowiska na skalę dotychczas niespotykaną.

W chwili obecnej ocenia się, że w Europie ginie około 6 mln ha lasów. Co najmniej 1,2 mln ha lasów jest poważnie uszkodzonych, a na ocenę dalszych 720 tys. ha brak jest środków finansowych. Zasoby uszkodzonych drzewostanów odpowiadają normie pozyskiwanej w ciągu 6 lat masie drewna w lasach środkowej i północnej Europy (IIASA).

Narastającym problemem zamierania drzewostanów iglastych oraz ograniczenie ich funkcji produkcyjnej na terenie Polski staje się z każdym rokiem coraz bardziej widocznym. Obecnie wszystkie lasy na terenie kraju znajdują się pod wpływem mniejszego lub większego zanieczyszczenia powietrza. Decydenci odpowiedzialni za politykę leśną zdają sobie sprawę, że wymieranie lasów jest zjawiskiem powszechnym, szczególnie w wysoko uprzemysłowionych krajach, ale nie tylko w skutek emisji transkontynentalnej. Wokół powyższego problemu narosło dużo hipotez i dyskusji, ponieważ problem zamierania lasów jest zjawiskiem złożonym i nie całkiem do końca wyjaśnionym.

Rozpatrując wpływ emisji na lasy należy mieć na uwadze kilka czynników. Zawsze należy uwzględnić, że ujemne zanieczyszczenie powietrza jest pojęciem względnym wobec dużego zróżnicowania wrażliwości progowej poszczególnych gatunków na określone związki (pierwiastki) jak również łączne oddziaływanie wielu związków na roślinę. Stąd mówiąc o ujemnym oddziaływaniu na drzewostan należy sprecyzować jaki gatunek lub gatunki poddane są analizie. Do właściwości determinujących stopnie uszkodzeń zalicza się: stadium rozwoju drzewa (wiek drzewa, wiek igieł a u liściastych przedział czasu w okresie wegetacyjnym, w którym poddano analizie materiał asymilacyjny roślin i in. Fizjologiczne działanie niskich stężeń gazów polega na redukcji węglowodanów, skutkiem czego następuje zaburzenie we wzroście, ograniczenie przyrostu wagi (masy) substancji suchej, zmniejszenie owocowania itp.

Ponadto uwzględnić należy: skład chemiczny powietrza atmosferycznego, stopień fitotoksyczności emitowanych związków, stężenie zanieczyszczeń, czas oddziaływania składników fitotoksycznych, odporność indywidualną roślin, warunki siedliskowe i in. W danym terenie nie występuje zazwyczaj jeden czynnik fitotoksyczny, ale w pewnych ilościach towarzyszą mu inne pierwiastki i związki np.: SO_2 , HF, pyły itp.

Oddziaływanie polutantów, w których skład wchodzi wiele związków fitotoksycznych, do dzisiaj nie zostało jeszcze dokładnie rozpoznane. Dotychczas wskazuje się na 3 możliwe rodzaje współoddziaływania zanieczyszczeń:

- wpływ antropogeniczny - oddziaływanie kilku składników na ekosystem polegające na niwelowaniu oddziaływania jednego ze składników przez pozostałe (antagonizm jonowy - wzajemne przeciwstawny wpływ na rośliny dwu rodzajów jonów o tym samym znaku);
- wpływ synergistyczny - wzajemnie potęgujące się współdziałanie dwu lub więcej czynników wpływające w tym przypadku ujemnie na organizm lub ekosystem;

c) wpływ addytywny - reakcja przyłączenia atomów lub cząsteczek do cząsteczek związku chemicznego z utworzeniem jednego produktu (za Prusienkiewiczem).

Stosunkowo wcześniej zwrócono uwagę, że podobne objawy uszkodzeń roślin mogą być wywoływane przez czynniki atmosferyczne, takie jak: nadmierne nasłonecznienie, zaciemnienie, wiatr, grad, susza, mróz itp. Brak składników pokarmowych może u wielu roślin również wywoływać podobne symptomy.

Imisje przemysłowe powodują zmiany fizjologiczne w roślinach, szczególnie w ich aparacie asymilacyjnym. Prowadzi to do uszkodzeń, które podzielono na: ostre, chroniczne oraz niewidoczne.

Uszkodzenia ostre powstają pod wpływem silnych stężeń gazów oddziałujących przez krótki okres. Stężenia graniczne powodują powstanie nekroz na blaszkach liściowych niekiedy już po kilku godzinach (Haselhoff 1932; Kisser et al. 1962; Kisser 1965 a i b). Na występowanie uszkodzeń ostrych wpływa rozwarcie szparek, co umożliwia łatwe wnikanie do wnętrza liścia toksycznych gazów. Stąd też czynniki przyczyniające się do rozwarcia szparek powodują większe uszkodzenia liści. W nocy lub w upalne dni (szczególnie w południe) rośliny są mniej narażone przez imisje przemysłowe, niż ma to miejsce podczas dni pochmurnych, o wysokiej względnej wilgotności powietrza. Ostre uszkodzenia nie powstają podczas deszczu, ponieważ krople deszczu absorbują gazy.

Uszkodzenia chroniczne powstają pod wpływem oddziaływania niższych stężeń gazów przez długi okres lub też pod wpływem periodycznego występowania (Wentzel 1963). Ich charakterystycznym objawem jest chloroza liści (Katz 1939, 1949; Thomas et al. 1950, 1956). Do tej kategorii uszkodzeń niektórzy autorzy zaliczają również szkody wynikające z obciążenia przyrostu masy u roślin wieloletnich oraz redukcji aparatu asymilacyjnego, bez pojawienia się jakichkolwiek objawów zewnętrznych (Kisser et al. 1962; Wentzel 1963; Kellner 1964; Kisser 1965 b). Występowanie chroniczne uszkodzeń i związanych z tym szkód tłumaczy się w następujący sposób: Stężone gazy wnikające przez aparat szparkowy liści, dyfundują w formie rozpuszczonej w wodzie do wnętrza komórek mezofilu, w których powodują lokalne zmiany pH, koagulację plazmy oraz inaktywację enzymów. Mogą także przyspieszać przebieg procesów produkcyjnych, powodować tworzenie się soli i innych związków. W efekcie następuje ograniczenie procesu przemiany materii (Guderian, Van Haut, Stratmann 1960; Kisser et al. 1962).

Uszkodzenia niewidoczne mają miejsce wówczas, gdy pod wpływem imisji dochodzi do zdolności produkcyjnych roślin bez widocznego na zewnątrz uszkodzenia. Termin ten został wprowadzony pod koniec ubiegłego wieku do określania zachodzących w liściach zmian stwierdzonych pod mikroskopem. Dotyczy to uszkodzeń chloroplastów, prowadzącego niekiedy do ich rozpadu (Hartwig 1986; Wieler 1987; Sorauer, Ramann 1899).

Zmiany zachodzące przy uszkodzeniach ostrych (np. powstanie chlorozy) w niektórych przypadkach są nieodwracalne, w efekcie zaś uszkodzeń chronicznych - odwracalne, jeśli dotyczą tylko procesów fizjologicznych (Piskornik, Godzik 1970). Stąd zaliczenie drzewostanów do określonej strefy uszkodzeń może nastąpić dopiero po kilkakrotnej ich obserwacji.

Adams (1963), wychodząc z założenia, że wszystkie zmiany w roślinie, spowodowane zanieczyszczeniem powietrza, są uszkodzeniami, wprowadził (na podstawie wyglądu organów asymilacyjnych) następujący podział:

- a) nekrozy, czyli zniszczenia tkanki
- b) chlorozy lub inne zmiany barwy
- c) zahamowanie zarówno przyrostów pędów, jak i wielkości liści

Wielu autorów rozgranicza pojęcie uszkodzenia roślin od pojęcia szkody. Według Pfeffera et al. (1961), Bergego (1963) oraz Guderiana, Van Hauta i Stratmanna (1969) przez

szkody rozumie się takie uszkodzenia, które obniżają wartość roślin pod względem gospodarczym, biocenotycznym, dekoracyjnym i innym, natomiast uszkodzenia wskazują jedynie na zmiany w procesach fizjologicznych, tj. powstają pod wpływem uszkodzeń ostrych, chronicznych lub innych. W praktyce przyjął się powyższy podział (Adams 1963; Guderian 1966; Guderian, Van Haut, Stratmann 1969). Inni autorzy podzielili szkody na okresowe i chroniczne z punktu widzenia ich trwałości lub bliskiego i odległego z punktu widzenia ich przestrzennego zasięgu (Lux 1965).

Cechą najbardziej rzucającą się w oczy w drzewostanach uszkodzonych, jest zmiana barw igieł w zależności od stopnia ich uszkodzenia. Przy uszkodzeniach chronicznych występują chlorozy igieł, które przyjmują jaśniejsze zabarwienie, natomiast uszkodzenia ostre powodują nekrozy, dające brązowe zabarwienie. Właściwości te wykorzystano do sklasyfikowania uszkodzeń drzewostanów przez porównanie ich barw z odpowiednio opracowanymi tablicami barw.

Przy obserwacji wyglądu drzewostanów, będących pod silną presją przemysłu, między innymi symptomami rzuca się w oczy zmniejszenie przyrostu zarówno wysokości, jak i grubości drzew. Stąd krok do opracowania metod diagnostycznych opartych na pomiarach przyrostu drzew. Zwolennicy powyższej metody wychodzą z założenia, że wartość fotometryczna rocznej szerokości słoja jest odbiciem wszystkich warunków ekologicznych wzrostu poszczególnych drzew w ciągu okresu wegetacyjnego.

Obecnie stosuje się coraz częściej analizę przyrostu pierścieni rocznych w badaniach nad wpływem emisji na drzewostany, a wyniki tych pomiarów stanowią podstawę szacowania szkód w gospodarce leśnej. Szybkie rozpowszechnienie tej metody nastąpiło z chwilą zastosowania aparatu Eklunda umożliwiającego automatyczne rejestrowanie krzywej przyrostów pierścieni rocznych. Tak otrzymane wartości opracowuje się następnie przy zastosowaniu metod matematyczno-statystycznych, używając maszyn liczących (Vins 1961).

Vins (1962) zestawiając otrzymane wartości, doszedł do wniosku, że niekorzystny wpływ emisji, który powoduje spadek przyrostów, oddziaływał silniej na drzewa opanowane niż na drzewa panujące. To znaczy, że emisje wpływają bardziej niekorzystnie na drzewa mniej żywotne, osłabione lub silnie uszkodzone aniżeli na drzewa, które znajdują się w pełni siły i które wykazują intensywny przebieg procesów fizjologicznych. Potwierdzają to również badania Pollanschutza (1963).

Ocenę stopnia uszkodzenia drzewostanów w Polsce oparto na zarządzeniu nr 143 M-LiPD z 19 września 1970 r. (Dz. U. M-LiPD nr 16-20, 1970). W myśl powyższych przepisów wyróżniono 4 strefy zagrożeń, wyodrębnione na podstawie rozpoznania oznak zewnętrznych uszkodzeń aparatu asymilacyjnego na całej długości korony wytypowanych, ściętych drzew próbnych. Jedna powierzchnia próbna charakteryzuje obszar około 50 ha lasu. Powierzchnie próbne zakłada się w drzewostanach 30-70 letnich. Obowiązuje zasada, że liczba drzew próbnych powinna równać się 2-krotnej liczbie branych pod uwagę "grup zmian". Wyróżnia się 5 grup zewnętrznych uszkodzeń, a w każdej z grup - 4 stopnie nasilenia. Dla sosny są to:

- grupa a - zmiany w długości i kształcie igliwia,
- grupa b - zmiany w barwie igliwia,
- grupa c - zmiany w liczbie roczników igieł na pędzie,
- grupa d - zmiany w przyroście wysokości,
- grupa e - zmiany żywotności drzewa.

Podobne grupy zmian zostały określone dla jodły i świerka. Przynależność danej powierzchni próbnej do strefy zagrożenia określa się na podstawie przeciętnego wskaźnika uszkodzeń (stopnia nasilenia) dla każdej z grup uszkodzeń wszystkich drzew próbnych. Powierzchnię próbną zalicza się do kolejnych stref na podstawie wartości przeciętnego wskaźni-

ka uszkodzenia następująco: do strefy I przy wskaźniku poniżej 0.5; do strefy II, gdy wskaźnik wynosi 0.5-1.4; do strefy III - 1.5-2.4; do strefy IV - 2.4-3.0.

Granice zasięgu stref zagrożeń nanosi się na mapy przeglądowe w skali 1 : 20 000 (Latoch 1976).

Tabela 1. Test biologiczny Dimitza (uproszczony) dla jodły i świerka

Stopień uszkodzenia	Uszkodzenia				Spadek bieżącego przyrostu masy		
	Zmiany pokrywy glebowej	Zmiany przyrostu wysokości	Uszkodzenia igieł (lewa kolumna zmiana barwy, prawa zmiany długości)		Procent igieł pozostałych w stosunku do normalnej ich liczby	Zmiany pokroju drzewa	%
I	brak	bez zmian	bladło zielone, sporadycznie z żółto zabarwionymi końcami	brak	80 - 90	brak	do 20
II	słabo rozłożone igliwie	słabe zahamowanie	bladzielone, często żółto zabarwione końce, sporadycznie czerwone plamki	najmłodsze igły krótsze	60 - 80	początki usychania pędów	21 - 40
III	liczne nie rozłożone igły w ściółce	silne zahamowanie	bladzielone, często końce żółte i czerwone plamy, sporadycznie plamy czerwono brunatne	połowa krótszych	40 - 60	silne usychanie pędów, pojedynczo usychanie czubków i całych drzew	41 - 60
IV	prawie wszystkie igły nierozłożone, runo zdziczałe dużo jałowca	bardzo silne zahamowanie	bladzielone, rzadko o żółtych końcach, przeważnie z czerwonymi plamami	prawie wszystkie krótsze	20 - 40	wiele suchoczubów	61 - 80
V	wszystkie igły nierozłożone leżą na wyrugowanej glebie mineralnej silnie zniszczone runo	prawie zupełne zahamowanie	bladzielone, z czerwonymi plamami brunatno czerwone, nawet szare	wszystkie bardzo krótkie	20	wszystkie drzewa usychają lub martwe	81 - 100

Przyrost objętościowy pojedynczego drzewa, który z reguły odkłada się corocznie jako płaszcz na całym pniu, można wyrazić jako różnicę objętości przy końcu okresu wegetacyjnego i objętości na początku okresu wegetacyjnego. W warunkach normalnych istnieje tendencja do odkładania określonej szerokości przyrostów pierścieni rocznych w zależności od wieku i siedliska.

Różnice dodatnie w szerokości przyrostów pierścieni rocznych występują w następstwie: trzebieży, prześwietlenia, nawożenia i in.. Zmniejszenie się przyrostów rocznych związane jest z latami nasiennymi, żywicowaniem, złymi warunkami klimatycznymi, żerem owadów itp. Są to wszystko zakłócenia okresowe.

Analizę pierścieni przyrostów rocznych stosuje się obecnie coraz powszechniej przy badaniach nad oddziaływaniem szkodliwej emisji na lasy, a wyniki tych badań służą przy stosowaniu prób wyrzykowych do ekonomicznego oszacowania strat w gospodarce leśnej. Szczególne znaczenie zyskała ta metoda z chwilą otrzymania przyrzędu Eklunda, wyposażo-

nego w urządzenie piszące, automatycznie rejestrujące krzywą pierścieni przyrostów rocznych. Opracowanie wyników z pomiarów szerokości pierścieni przyrostów rocznych wykonuje się zarówno za pomocą metod statystyczno-matematycznych, jak i maszyn liczących. Stoklasa (1923) i Vins (1961) na podstawie swoich analiz doszli do wniosku, że niekorzystny wpływ imisji silniej dotyka drzewa opanowane, aniżeli panujące.

Przytoczone metody dotyczą przede wszystkim strat powstałych w wyniku zahamowania przyrostu drzew czy drzewostanów, a więc należy je zaliczyć do strat ilościowych. Aby uzyskać pełny obraz szkód, jakie ponosi gospodarstwo leśne, należy rozpatrzeć straty jakościowe oraz straty produkcji niedrzewnej. Szczegółowe ich określanie w jednostkach technicznych, z braku odpowiednich danych, dotychczas nie było stosowane.

Według zespołu rzeczoznawców leśnych z Wyższej Szkoły Leśnej w Brnie najbardziej uciążliwe ilościowe straty w produkcji drewna można podzielić, zależnie od wywołujących je przyczyn, na 4 grupy. Powstały one w wyniku:

- Z1 - przedwczesnej likwidacji drzewostanu lub jego części, tzn. zmniejszenia się zadrzewienia przed osiągnięciem wieku dojrzałości;
- Z2 - trwałego obniżenia produkcji;
- Z3 - okresowego obniżenia produkcji;
- Z4 - opóźnienia zalesienia.

Straty wskutek przedwczesnej likwidacji i drzewostanu powstają w tych przypadkach, gdy drzewostan lub jego część przyrasta wolniej niżby to wynikało z teoretycznego przewidywania. Okres kulminacji przyrostu ma znaczenie gospodarcze i służy jako jedno z kryteriów określania wieku rębności. Przy przyjętej kolei rębności każde wcześniejsze wycięcie drzewa uważa się za przyczynę strat. Szkoda tym spowodowana wynika z różnicy między średnim całkowitym przyrostem, wyliczonym dla danej kolei rębności, a sumarycznym średnim przyrostem otrzymanym w okresie likwidacji drzewostanu.

Do strat w wyniku trwałego obniżenia produkcji zalicza się straty spowodowane trwałym obniżeniem przyrostu drzew w całym drzewostanie pod wpływem różnych szkodliwych czynników, liczonych od chwili oddziaływania zanieczyszczeń aż do usunięcia drzewostanu. W praktyce występują dwa przypadki. Drzewostan może podlegać szkodliwym wpływom w całym okresie życia, tj. od założenia aż do zrębu lub trwałe obniżenie przyrostów zaczyna się od pewnego wieku drzewostanu. Sposób wyliczenia strat w obu przypadkach jest jednakowy, ponieważ zawsze wychodzimy z obecnego stanu drzewostanu, a wyniki odnosimy do drzewostanów kontrolnych. Wyniki są tym ściślejsze, im drzewostany są bliższe wieku rębności. Do praktycznej oceny wystarczy porównanie przyrostu mączszości za okres uszkodzenia z przyrostem w tym samym okresie w drzewostanach zdrowych.

Straty spowodowane okresowym obniżeniem produkcji są nieznaczne i w ogólnych rozważaniach mogą być pominięte. W poszczególnych przypadkach należy do strat powstałych w wyniku okresowego obniżenia przyrostu doliczyć straty spowodowane przedwczesną likwidacją drzewostanu.

Straty w wyniku opóźnionego zalesienia powstają w przypadku - jeśli gleba z jakichkolwiek powodów wyłączona została z produkcji, można wyliczyć straty według średniego rocznego przyrostu, który odpowiada określonej kolei rębności i danej bonitacji drzewostanu.

Straty wskutek obniżenia jakości surowca powstają w tych przypadkach, gdy szkodliwe czynniki powodują bezpośrednio pogorszenie jakości sortymentów. W niektórych przypadkach zmiany te są bardzo znaczne, bo dochodzą do 30%.

A3.2 ZASTOSOWANIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH W LEŚNICTWIE I OCHRONIE PRZYRODY (LASY PAŃSTWOWE, PARKI NARODOWE, KRAJOBRAZOWE, STREFY CHRONIONE)

Piotr Wężyk

Wykład wprowadzający, ☉ - ok. 15 min

A3.2.1 Historia zastosowań zdjęć lotniczych w leśnictwie

Zastosowanie fotointerpretacji w leśnictwie rozpoczęło już w roku 1887 kiedy wykonano pierwsze zdjęcie terenów leśnych. Miało to miejsce niedaleko Berlina we wsi Zehdenick, nad którą zawisł balon na uwięzi. Tamtejszy leśnik wykorzystał zdjęcia wykonane z tego balonu do sporządzenia nowych map urzędniowych (Hildebrandt, 1987). Zdjęcie to o zadziwiającej jakości zachowało się po dzień dzisiejszy (fot. 1). W roku 1892 próbowano zastosować zdjęcia lotnicze do prac związanych z regulacją potoków, ale wykorzystano je głównie do kartowania górnej granicy lasu, poręb, lawinisk, dróg itp. (Huss, 1984).



Fot.1. Zdjęcie wsi Zehdenick wykonane z balonu w roku 1887

Po pierwszej wojnie światowej zainteresowanie zdjęciami terenów leśnych poszło w dwóch kierunkach.

Pierwszy z nich polegał na praktycznym wykorzystaniu zdjęcia lotniczego jako środka pomocniczego w pracach urzędniowych i sporządzaniu map drzewostanowych. Unikano

nego w urządzenie piszące, automatycznie rejestrujące krzywą pierścieni przyrostów rocznych. Opracowanie wyników z pomiarów szerokości pierścieni przyrostów rocznych wykonuje się zarówno za pomocą metod statystyczno-matematycznych, jak i maszyn liczących. Stoklasa (1923) i Vinś (1961) na podstawie swoich analiz doszli do wniosku, że niekorzystny wpływ imisji silniej dotyka drzewa opanowane, aniżeli panujące.

Przytoczone metody dotyczą przede wszystkim strat powstałych w wyniku zahamowania przyrostu drzew czy drzewostanów, a więc należy je zaliczyć do strat ilościowych. Aby uzyskać pełny obraz szkód, jakie ponosi gospodarstwo leśne, należy rozpatrzyć straty jakościowe oraz straty produkcji niedrzewnej. Szczegółowe ich określanie w jednostkach technicznych, z braku odpowiednich danych, dotychczas nie było stosowane.

Według zespołu rzeczoznawców leśnych z Wyższej Szkoły Leśnej w Brnie najbardziej uciążliwe ilościowe straty w produkcji drewna można podzielić, zależnie od wywołujących je przyczyn, na 4 grupy. Powstały one w wyniku:

- Z1 - przedwczesnej likwidacji drzewostanu lub jego części, tzn. zmniejszenia się zadrzewienia przed osiągnięciem wieku dojrzałości;
- Z2 - trwałego obniżenia produkcji;
- Z3 - okresowego obniżenia produkcji;
- Z4 - opóźnienia zalesienia.

Straty wskutek przedwczesnej likwidacji i drzewostanu powstają w tych przypadkach, gdy drzewostan lub jego część przyrasta wolniej niżby to wynikało z teoretycznego przewidywania. Okres kulminacji przyrostu ma znaczenie gospodarcze i służy jako jedno z kryteriów określania wieku rębności. Przy przyjętej kolei rębności każde wcześniejsze wycięcie drzewa uważa się za przyczynę strat. Szkoda tym spowodowana wynika z różnicy między średnim całkowitym przyrostem, wyliczonym dla danej kolei rębności, a sumarycznym średnim przyrostem otrzymanym w okresie likwidacji drzewostanu.

Do strat w wyniku trwałego obniżenia produkcji zalicza się straty spowodowane trwałym obniżeniem przyrostu drzew w całym drzewostanie pod wpływem różnych szkodliwych czynników, liczonych od chwili oddziaływania zanieczyszczeń aż do usunięcia drzewostanu. W praktyce występują dwa przypadki. Drzewostan może podlegać szkodliwym wpływom w całym okresie życia, tj. od założenia aż do zrębu lub trwale obniżenie przyrostów zaczyna się od pewnego wieku drzewostanu. Sposób wyliczenia strat w obu przypadkach jest jednakowy, ponieważ zawsze wychodzimy z obecnego stanu drzewostanu, a wyniki odnosimy do drzewostanów kontrolnych. Wyniki są tym ściślejsze, im drzewostany są bliższe wieku rębności. Do praktycznej oceny wystarczy porównanie przyrostu mąszszości za okres uszkodzenia z przyrostem w tym samym okresie w drzewostanach zdrowych.

Straty spowodowane okresowym obniżeniem produkcji są nieznaczne i w ogólnych rozważaniach mogą być pominięte. W poszczególnych przypadkach należy do strat powstałych w wyniku okresowego obniżenia przyrostu doliczyć straty spowodowane przedwczesną likwidacją drzewostanu.

Straty w wyniku opóźnionego zalesienia powstają w przypadku - jeśli gleba z jakichkolwiek powodów wyłączona została z produkcji, można wyliczyć straty według średniego rocznego przyrostu, który odpowiada określonej kolei rębności i danej bonitacji drzewostanu.

Straty wskutek obniżenia jakości surowca powstają w tych przypadkach, gdy szkodliwe czynniki powodują bezpośrednio pogorszenie jakości sortymentów. W niektórych przypadkach zmiany te są bardzo znaczne, bo dochodzą do 30%.

jednak terenów górzystych a fotografowano głównie płaskie, gdyż nie sprawiały tyle trudności (Huss, 1984).

Drugi kierunek to rozwój stereogramów czyli zdjęć stereoskopowych umożliwiających widzenie przestrzenne. W roku 1902 Weber dokonał pierwszych prób szacowania masy drewna na pniu w lasach Hesji. Później w latach dwudziestych w Skandynawii, USA i Kanadzie zaczęto przeprowadzać inwentaryzacje wielkopowierzchniowe zasobów leśnych przy użyciu zdjęć lotniczych. W latach pięćdziesiątych skartowano 22 mln km lasów Syberii. W Stanach Zjednoczonych i Kanadzie zwracano już wcześniej uwagę na wykorzystanie zdjęć lotniczych w ujmowaniu szkód leśnych powstałych od pożarów oraz monitorowania zagrożenia pożarowego.

Wraz z pojawieniem się filmu spektrostrefowego pojawiły się możliwości wykorzystania go do określania stopnia uszkodzeń drzewostanów oraz kartowania biotopów.

A3.2.2 Zastosowania ortofotografii cyfrowej w leśnictwie

W minionym okresie w Polsce ortofotomapy i fotomapy nie znalazły powszechnego zastosowania. Było to uwarunkowane różnymi względami m. in. tajemnicą materiałów fotografometrycznych (Węgrzyn, 1995). Tymi samymi względami było spowodowane zaniechanie kartowania obszarów leśnych i opracowania różnych map tematycznych na podstawie zdjęć lotniczych przez służby leśne tj. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej.

Fotogrametria cyfrowa jest techniką do opracowania geometrycznych, radiometrycznych i semantycznych informacji obiektów trójwymiarowych (3D) na podstawie dwuwymiarowych (2D) cyfrowych zdjęć tych obiektów (Heipke, 1993). W przeciwieństwie do analogowych zdjęć lotniczych, obraz cyfrowy składa się z wielu elementów ułożonych w rastrze tzw. pikseli. Obiekt przedstawiany na obrazie cyfrowym niesie z sobą informacje spektralne w postaci liczb całkowitych.

Rozwój technik fotogrametrii przynosił leśnictwu nowe możliwości począwszy od kartowania granic zasięgów formacji leśnych, poprzez planowanie gospodarczego podziału przestrzennego, aż po wielkoobszarowe inwentaryzacje stanu zdrowotnego drzewostanów w oparciu o zdjęcia spektrostrefowe.

Już kilka lat temu w Słowenii testowano programy komputerowe oparte na platformie obliczeniowej PC do sporządzania ortofotografii cyfrowej, dla celów kartowania drzewostanów. Skanowania zdjęć lotniczych dokonywano skanerem o rozdzielczości od 300 do 2400 dpi. Dokładność tej ortofotografii opracowanej ze zdjęć w skali 1: 25 000 wynosiła około: 5 do 6 metrów. Można ją uznać za wystarczającą dla tych celów przy tak nieznanym zaangażowaniu środków finansowych jakim było zakupienie mikrokomputera PC i niedrogiego skanera. (Hocevar, M et al., 1994). Z terenu Czech znane jest już zastosowanie programu komputerowego o nazwie PhoTOPOL, za pomocą którego generowano CMT i ortofotografię dla terenów leśnych w Beskidach (Židek et al., 1996).

W przeciwieństwie do ww. niedrogiemu systemu pracującego na platformie PC, w wielu krajach europejskich stosuje się oprogramowania wymagające stacji roboczych i opartych na systemie Unix (np. Image Station, Helava, PCI). Przykładem mogą być projekty inwentaryzacji stanu zdrowotnego lasów i kartowania terenów podmokłych w Szwajcarii. Prócz generowania ortofotografii i tworzenia CMT prowadzi się tam prace nad opracowaniem algorytmów do klasyfikacji obrazu. Mają one za zadanie ułatwiać i przede wszystkim zaoszczędzić pracę interpretatorom przy kartowaniu dużych powierzchni. Na razie są to aplikacje potrafiące rozróżniać obiekty „Las” od obiektu „Nie Las” itp. Dalej jednak największy ciężar pracy spoczywa na interpretatorze, który decyduje o klasyfikacji danych drzewostanów pod kątem wielu cech (Koehl, 1994). Oczywiście stacje robocze (WS) mają jeszcze przewagę nad mikrokomputerami (PC) pod kątem mocy obliczeniowej, ale różnica ta zaciera się coraz szybciej (np. kilkuprocesorowe PC z procesorami Pentium Pro).

O jakości i czasie automatycznego generowania CMT (metoda np. autokorelacji obrazu) decydują algorytmy. Dla obliczenia współrzędnych około 40.000 punktów w regularnej siatce, system potrzebuje 30 minut (Image Station, Intergraph), co wprawdzie w fotogrametrii zabraloby około 40 godzin. Model ten potrzebny w dalszych etapach opracowania ortofotografii staje się w końcu produktem ubocznym, który jednak dla potrzeb leśnictwa może mieć kapitalne znaczenie (np. mapy spadków i ekspozycji (Mansberger, 1994).

Istnieją już próby wykorzystania ortofotografii cyfrowej w badaniach dynamiki przyrostu drzewostanów. W tym celu porównuje się CMT wygenerowane dla terenów pokrytych lasem w różnych odstępach czasowych i oblicza się różnice wartości przyrostu na osi wysokości „Z”. Uzyskane informacje o przyroście drzewostanów na wysokość można korelować z przyrostem miąższości na pniu (Miller, 1994).

Możliwa do przeprowadzenia jest rewizja map w drodze digitalizacji obiektów bezpośrednio na ekranie. Obraz ortofotografii służy do opracowania edycji map wektorowych, które w stosunkowo prosty sposób można zaktualizować. (Armenakis C., Regan A., 1996)

Ortofotografia cyfrowa może się stać podstawowym materiałem do prac związanych z wykonywaniem tzw. „Planu urządzania gospodarstwa leśnego”, a szczególnie aktualizacji istniejących leśnych map gospodarczych, ze względu na:

- możliwość pozyskania w szybkim czasie aktualnego materiału fotograficznego;
- stosunkowo krótki czas generowania ortofotografii (tereny pokłękowe np. kartowanie skutków pożarów leśnych, powodzi itp.);
- obiektywizm kartowania - może ulec zmianie metoda fotointerpretacji, ale materiał zdjęciowy pozostanie dalej obiektywny (np. kartowanie stopnia zdrowotnego drzewostanów);
- malejące koszty wytworzenia ortofotografii w stosunku do kosztów prac geodezyjnych w terenie;
- możliwość integracji z cyfrową mapą gospodarczą i edycję w celu poprawek bądź aktualizacji na ekranie komputera lub digitalizację na digitajzerze.

Ortofotografia umożliwia ponadto:

- planowanie zabiegów hodowlanych np. zakładanie uprawy wymaga znajomości lokalnych warunków ekspozycji (CMT);
- użytkowanie lasu: np. budowa nowych dróg - konieczność planowania maksymalnych spadków niwelety drogi;
- pozagospodarcze funkcje lasu: tworzenie terenów prawnie chronionych, ocena walorów krajobrazowych, udostępnianie terenu turystyce;
- wykorzystanie produktu ubocznego tj. CMP (Cyfrowego Modelu Powierzchni) do analiz przestrzennych np. stopnia narażenia drzewostanów na imisje przemysłowe czy gradacje owadów czy też do analiz struktury piętrowej drzewostanów (przestrzenne zróżnicowanie wysokości);
- dowolność skalowania obrazów rastrowych (ograniczona jednak jakością zdjęć analogowych, z których została wygenerowana). Można ją przedstawić w każdych lokalnych układach odniesienia, a co najważniejsze leśnik może używać linijki i dokonywać pomiarów bezpośrednio na ortografii co w przypadku zdjęć lotniczych nie jest możliwe;
- wyznaczenie regularnych sieci punktów monitoringowych lub urządzeńowych nawet w terenie o silnie zróżnicowanej rzeźbie;
- szybką wizualizację dla różnych celów: map topograficznych, turystycznych, folderów (grafika wirtualna 3D - perspektywy i rzuty izometryczne np. w celu przeprowadzenia symulacji zalesień, wylesień, klęsk ekologicznych, pożarów, gradacji owadów, budowy dróg i autostrad, rozwoju zabudowy mieszkaniowej.

Do innych funkcji jakie może pełnić ortofotografia w leśnictwie należą:

- pomoc w orientacji w terenie zarówno samym leśnikom jak i służbom administracji terenowej, które często nie potrafią czytać map gospodarczych (np. policja, straż pożarna, wojsko, służby ochrony środowiska itp.);

- pomoc w nawigacji do określonych punktów pozyskanych w drodze digitalizacji ortofotografii na ekranie monitora lub digitajzerze. Stosunkowo prosta wydaje się być nawigacja do punktów siatki monitoringu lub innych obiektów identyfikowanych na ortofotomapie.

Połączenie cyfrowych plików jakimi są: cyfrowa ortofotografia i numeryczna leśna mapa gospodarcza ma niewątpliwe zalety i to nie tylko na ekranie monitora, ale także w postaci analogowej tj. wydruku (mapy rzeczywistej). Ortofotomapa i Cyfrowe Modele Terenu otwierają nową przestrzeń (2D→3D) w myśleniu i działaniach gospodarki leśnej. Stają się nowoczesnymi narzędziami w planowaniu i samym działaniu. Wymagają jednak wysoko wykwalifikowanego personelu, dlatego też bardzo istotne jest szkolenie w tym zakresie ludzi którzy w przyszłości będą podejmować decyzje związane z planowaniem przestrzennym, ochroną środowiska czy choćby turystyką.

Koszty wytworzenia cyfrowej ortofotografii i CMT są obecnie jeszcze stosunkowo wysokie, jednak ich znaczne obniżenie przewidywane jest w niedługim czasie. Będzie to spowodowane zwiększaniem się mocy obliczeniowych komputerów PC i ich relatywnie niższymi cenami w stosunku do możliwości procesorów.

Liczba firm wykonujących naloty fotogrametryczne będzie stale rosła i przyczyni się to niewątpliwie do obniżenia ceny zdjęć lotniczych przy jednoczesnej poprawie ich jakości. Duże nadzieje wiąże się z coraz lepszymi skanerami i pojawiającymi się kamerami cyfrowymi. Algorytmy wykorzystywane w procesie automatycznej lub półautomatycznej klasyfikacji obrazu (rozpoznawanie tekstury obrazu) nabierają ogromnego znaczenia szczególnie w pozyskiwaniu danych tematycznych dla systemów GIS.

Wszystko wskazuje więc na to, iż w niedługim czasie ortofotografia cyfrowa będzie powszechnie i wszechstronnie używana przez personel Lasów Państwowych czy też Parków Narodowych.

A3.3 WIELKOPOWIERZCHNIOWY MONITORING STANU ZDROWOTNEGO LASÓW PRZY WYKORZYSTANIU SPEKTROSTREFOWYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Piotr Wężyk

Wykład wprowadzający, ☉ - ok. 45 min.

A3.3.1 Krzywe spektrofotometryczne roślinności. Czynniki wpływające na przebieg krzywych

Promieniowanie słoneczne jest w różny sposób: odbijane, absorbowane i transmitowane przez powierzchnię liści roślin w zależności od: gatunku, struktury i stanu fizjologicznego tkanek. Odbite promieniowanie wykazuje specyficzne charakterystyki uzależnione nie tylko od gatunku lub odmiany roślin, lecz także od licznych innych, fizycznych, fenologicznych, biologicznych i ekologicznych czynników. Czynniki te można pogrupować następująco (Kadro, 1981):

A - warunki dotyczące promieniowania:

- a/ kąt padania promieni słonecznych,
- b/ blokowanie promieniowania przez atmosferę,
- c/ struktura spektralna promieniowania,
- d/ udział bezpośredniego promieniowania słonecznego i światła nieboskłonu (promieniowania nieba)

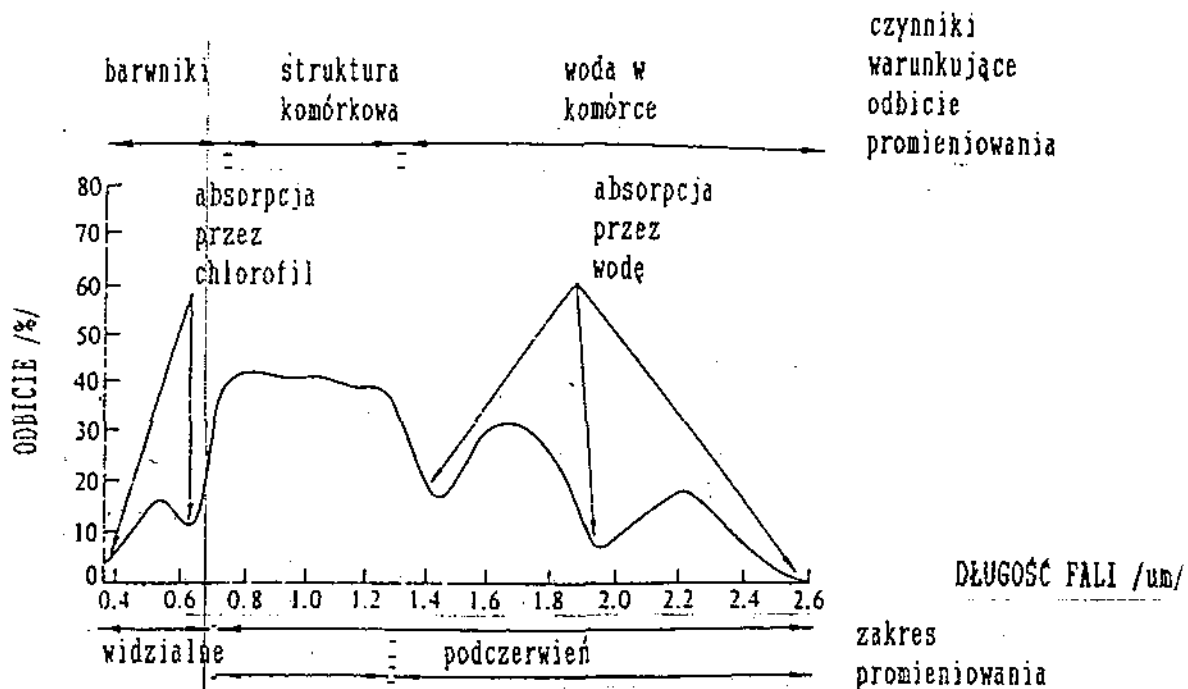
B - czynniki związane z obiektem:

- a/ zagęszczenie i odstęp między roślinami,
- b/ struktura gatunkowa roślin,
- c/ wysokość roślin,
- d/ „chropowatość” powierzchni górnej,
- e/ forma i ułożenie liści,
- f/ stosunek procentowy powierzchni gleby widocznej z góry (w zależności od jej barwy i wilgotności) do powierzchni pokrytej roślinnością,
- g/ żywotność roślin,
- h/ zmiany żywotności roślin wywołane nawożeniem, uprawą ziemi, wilgotnością gleby, brakiem określonych substancji, mineralnych,
- i/ szkody: biotyczne i abiotyczne (widoczne i niewidoczne),
- j/ szkody od emisji przemysłowych,
- k/ faza fenologiczna i czas wykonywania zdjęć,
- l/ wiek roślin,
- m/ wysokość terenu n.p.m.

Z powyższego zestawienia wynika, że badanie odbicia promieniowania należy rozpatrywać jako efekt łącznego działania wszystkich czynników.

A3.3.1.1 Odbicie promieniowania od liści i igieł

Odbicie promieniowania elektromagnetycznego od liścia i igieł wykazuje specyficzny kształt krzywej spektrofotometrycznej, charakteryzującej się wyraźnymi maksimami absorpcji (rys.1).



Rys.1. Typowy kształt odbicia promieniowania od zielonego liścia

Pierwsze maksimum odbicia, przypada w zakresie światła widzialnego i jest uzależnione od poziomu występujących w liściu barwników; **drugie** w zakresie bliskiej podczerwieni i jest determinowane strukturą komórkową, a **trzecie** w zakresie środkowej podczerwieni i jest uzależnione od zawartości wody w liściu (Kadro, 1981).

Barwniki (pigmenty)

Górna powierzchnia typowego liścia pokryta jest epidermą, której komórki nie zawierają chlorofilu ani żadnych innych pigmentów.

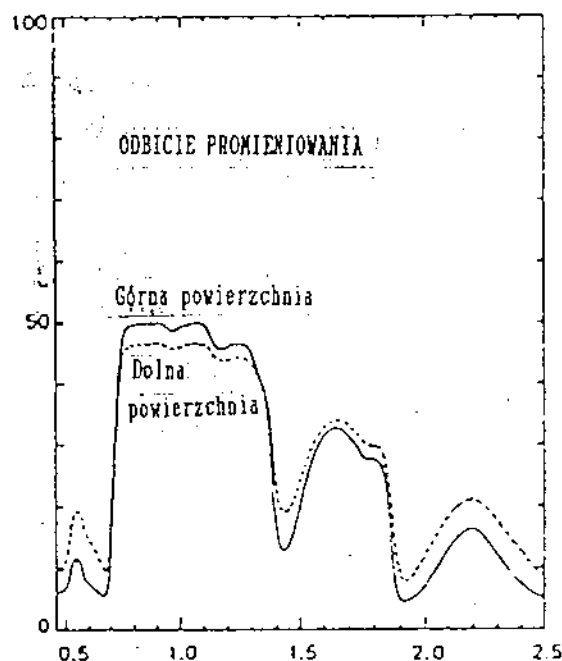
Epiderma zbudowana jest z komórek ściśle do siebie przylegających i wykształcających na zewnątrz substancję woskową tzw. kutynę, co przeciwdziała utracie wody przez liść.

Górna i dolna strona liścia wykazują różnice w odbiciu spektralnym promieniowania czyli w przebiegu krzywych spektrofotometrycznych (rys.2).

Dolna strona liścia odbija więcej promieniowania w zakresie widma widzialnego niż górna, co powodowane jest koncentracją chlorofilu. W komórkach miękiszu palisadowego znajduje się 80% tego pigmentu, a w komórkach miękiszu gąbczastego tylko 20% (Brown, 1980 cytaty za Kadro, 1981).

Odbicie w zakresie bliskiej podczerwieni dla górnej i dolnej strony liścia jest prawie takie samo. Wśród występujących w liściu pigmentów około 65% stanowi chlorofil. Podstawowa jego jednostka ma 5-8 mikrometrów szerokości i jeden mikrometr grubości, czyli jest większa od długości fal w zakresie widma widzialnego (Gates, 1965 cytaty za Kadro, 1981).

Chlorofil powstaje z protochlorofilu przy udziale promieniowania słonecznego. Wyróżniamy chlorofil a i b, które występują w stosunku ilościowym jak 3 : 1. Inne występujące w liściu pigmenty to karoten (6%) i ksantofile (29%).



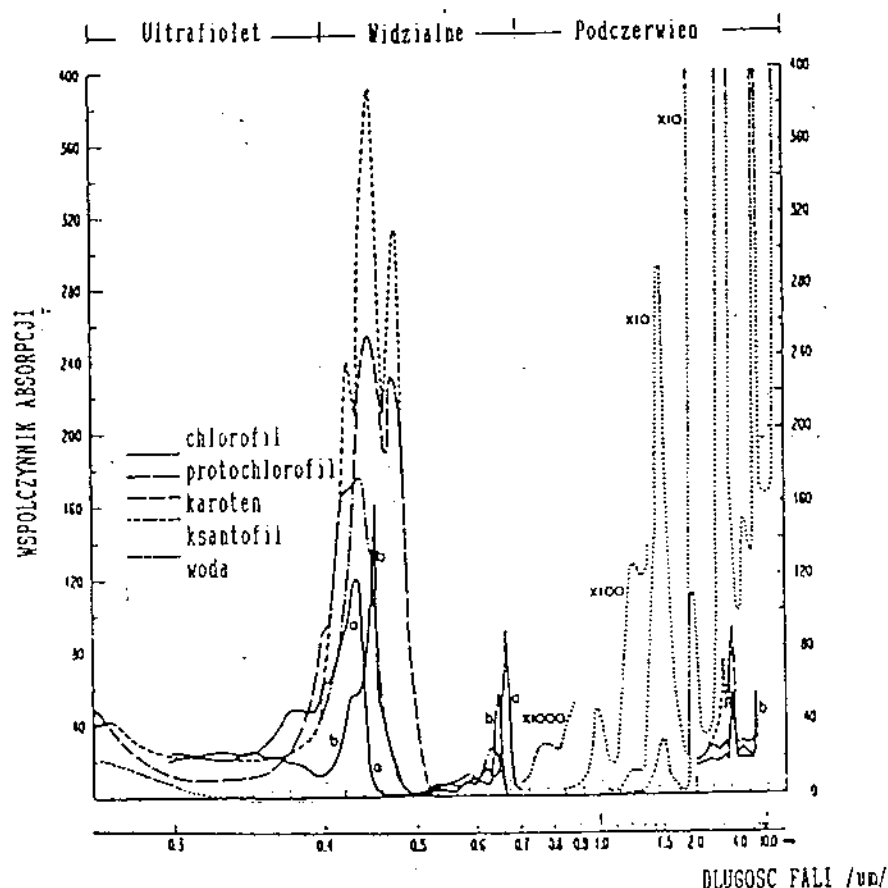
Rys.2. Krzywe odbicia spektralnego obu stron liścia

Zakresy absorpcji promieniowania przez poszczególne pigmenty podaje Hildebrandt (1976) (tab.1 i rys.3).

Tabela 1. Zakresy absorpcji promieniowania dla poszczególnych pigmentów

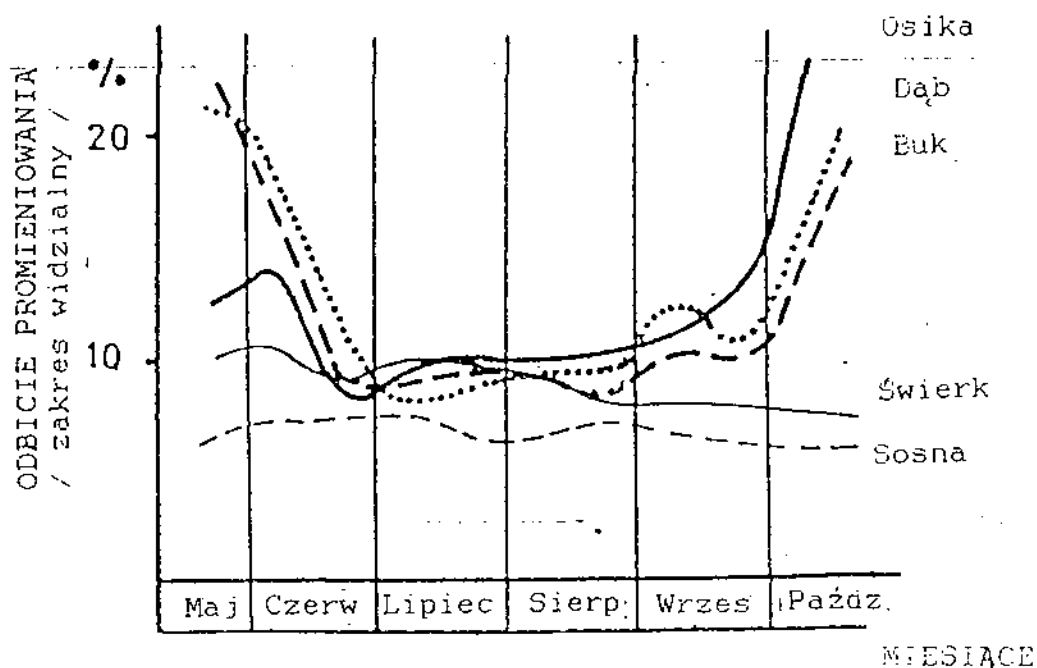
Pigment	Zakresy promieniowania (nm)
chlorofil a	360 - 440 i 600 - 700
chlorofil b	400 - 460 i 600 - 680
protochlorofil	400 - 460
karoten	380 - 510
ksantofil	400 - 510

Chlorofil absorbuje energię światła niebieskiego (430-495 nm) i żółtego (570-590 nm) do czerwonego (600-780 nm) niezbędna dla prawidłowego przebiegu fotosyntezy. Zakres światła widzialnego zielonego (495-570 nm) przechodzi przez chlorofil i może być przez liść odbijany lub transmitowany. Spektrum odbicia liścia zawierającego chlorofil dla zakresu światła widzialnego wykazuje maksimum w obszarze zielonego światła, co z kolei umożliwia nam postrzeganie liścia jako "zielonego" (Gates, 1970).



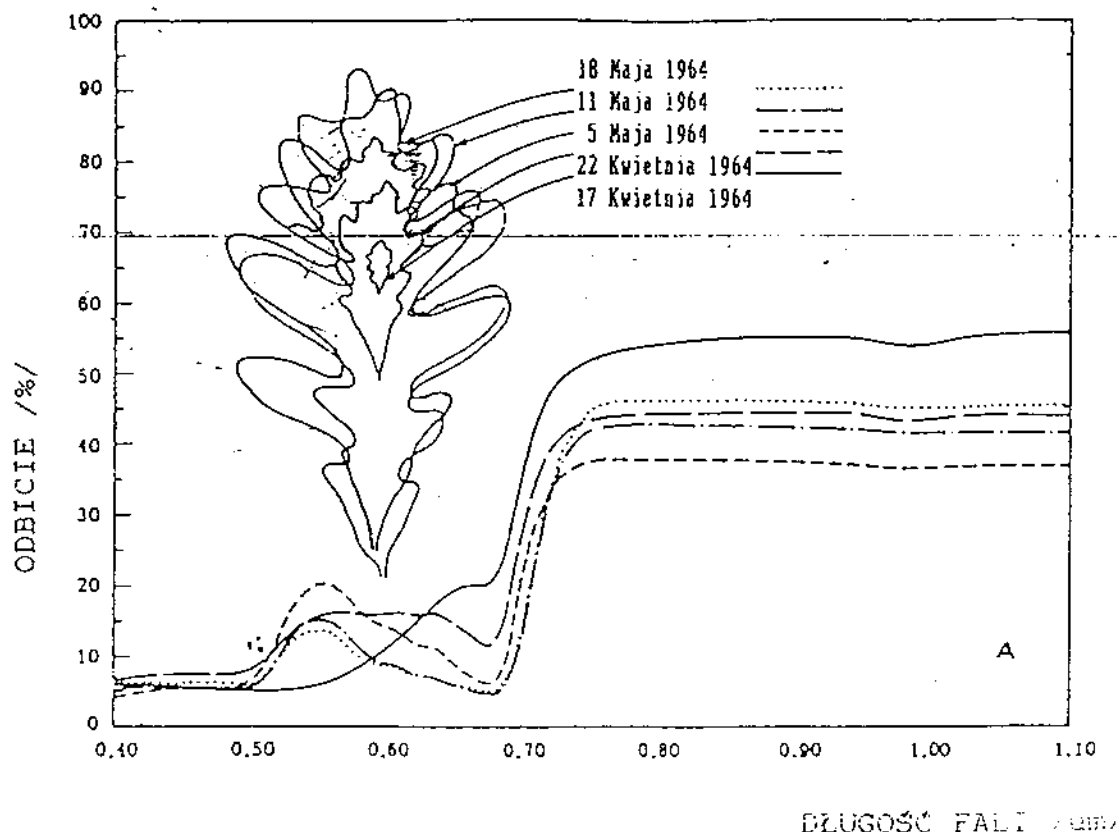
Krzywe spektrofotometryczne zmieniają swój przebieg wraz ze zmianami jakim podlegają barwniki w czasie cyklu życiowego liścia buka lub np. igły sosny (rys.4). Dla zakresu bliskiej podczerwieni (700 - 1300 nm), wg wielu autorów barwniki są prawie całkowicie przepuszczalne. Kadro (1981) podaje za Howard (1971), że przepuszczalność ta wynosić może prawie 80%. O wielości odbicia promieniowania w tym zakresie decyduje przede wszystkim struktura komórkowa liścia.

Rys. 3. Zakresy absorpcji promieniowania przez różne pigmenty (za Hildebrandt, 1976)



Rys. 4. Krzywe odbicia światła widzialnego od aparatu asymilacyjnego różnych gatunków drzew w poszczególnych fazach fenologicznych (Kenneweg, 1972)

Gates (1970) przeprowadził doświadczenia z liśćmi *Quercus alba*, badając ich krzywe spektrofotometryczne w różnych fazach fenologicznych (rys.5)



Rys. 5. Charakterystyka spektralna odbicia promieniowania przez liść *Quercus alba* w różnych fazach fenologicznych (Gates, 1970)

Pomiary w kwietniu wykazały niskie odbicie promieniowania w zakresie niebieskiego i zielonego światła; w zakresie żółtego i czerwonego było ono stosunkowo wysokie, a w zakresie bliskiej podczerwieni nawet bardzo wysokie. W okresie wzrostu liścia, odbicie promieniowania podczerwonego i czerwonego nieco spada, ponieważ wzrasta absorpcja chlorofilu, powodując tym samym wzrost odbicia w zakresie zielonego światła. W maju absorpcja w zakresie niebieskiego i czerwonego światła rośnie silnie, podczas gdy odbicie podczerwieni spada do minimum. W późniejszym okresie odbicie podczerwieni ponownie wzrasta na skutek powiększania się przestrzeni międzykomórkowych.

W okresie lata, aż do jesieni, krzywa spektrofotometryczna nie wykazuje dużych zmian, kiedy to w bardzo krótkim czasie zmienia się poziom zawartości pigmentów w liściu. Zawartość chlorofilu zostaje zredukowana, a towarzyszące pigmenty tj. karoteny i żółte ksantofile pozostają bez zmian (Brown, 1980, cyt. za Kadro, 1981).

W ostatnim okresie pozostawiania uschniętych liści na drzewie, zauważa się podwyższenie odbicia promieniowania w zakresie światła widzialnego (Gates, 1970).

Struktura

Drugie spektrum odbicia promieniowania w zakresie promieniowania podczerwonego padającego na liść, determinowane jest strukturą komórkową miękiszu gąbczastego. Wąska warstwa powietrza przy ścianach komórkowych działa jak lustro, odbijając i rozpraszając pa-

dające promienie we wszystkich możliwych kierunkach. Część tego promieniowania wraca przez górną epidermę (Kenneweg, 1972).

Silne odbicie w zakresie podczerwieni spowodowane strukturą komórkową zauważył i sfotografował Wood już w 1910 r.

To w jaki sposób promienie bliskiej podczerwieni odbijają się od ścian komórkowych lub są przez nie transmitowane, zależy od kąta ich padania w danej chwili. Ciągłe niewyjaśniona jest skala absorpcji przez same ściany komórkowe. Ponadto liczba, wielkość i kształt przestrzeni międzykomórkowych odgrywają bardzo dużą rolę. Wielkość i liczba przestrzeni międzykomórkowych w czasie życia liścia nie jest stała, co pociąga za sobą zmiany odbicia promieniowania w zakresie bliskiej podczerwieni.

Duże różnice w budowie anatomicznej liścia i igły mają istotny wpływ na wielkości odbicia spektralnego w zakresie podczerwieni co uwidacznia się bardzo wyraźnie na zdjęciu spektrostrefowym. Lasy liściaste mają na zdjęciu o wiele jaśniejszy ton barwy od lasów iglastych (Kadro, 1981).

Zawartość wody

Jak już wspomniano, zawartość wody w liściu ma wpływ na wartości odbicia w określonym zakresie spektrum. Zaopatrzenie liścia w wodę ma wpływ na wzrost komórek, kształtowanie się przestrzeni międzykomórkowych, rozwój powierzchni liścia jak również na turgor komórek (Kadro, 1981).

Maksima absorpcji dla wody zawartej w liściu przypadają na długości fal $\lambda = 450$ i 950 oraz $\lambda = 2500$ nm. Odpowiada to naturalnie minimom krzywych spektrofotometrycznych. Powyżej 2500 nm nie stwierdza się już praktycznie odbicia. Rośliny wypromieniowują jednak zaabsorbowaną, skumulowaną i przez siebie wyprodukowaną energię cieplną (Kadro, 1981).

Poza trzema ww. głównymi czynnikami wpływającymi na wartość odbicia od liścia promieniowania elektromagnetycznego należy jeszcze wymienić:

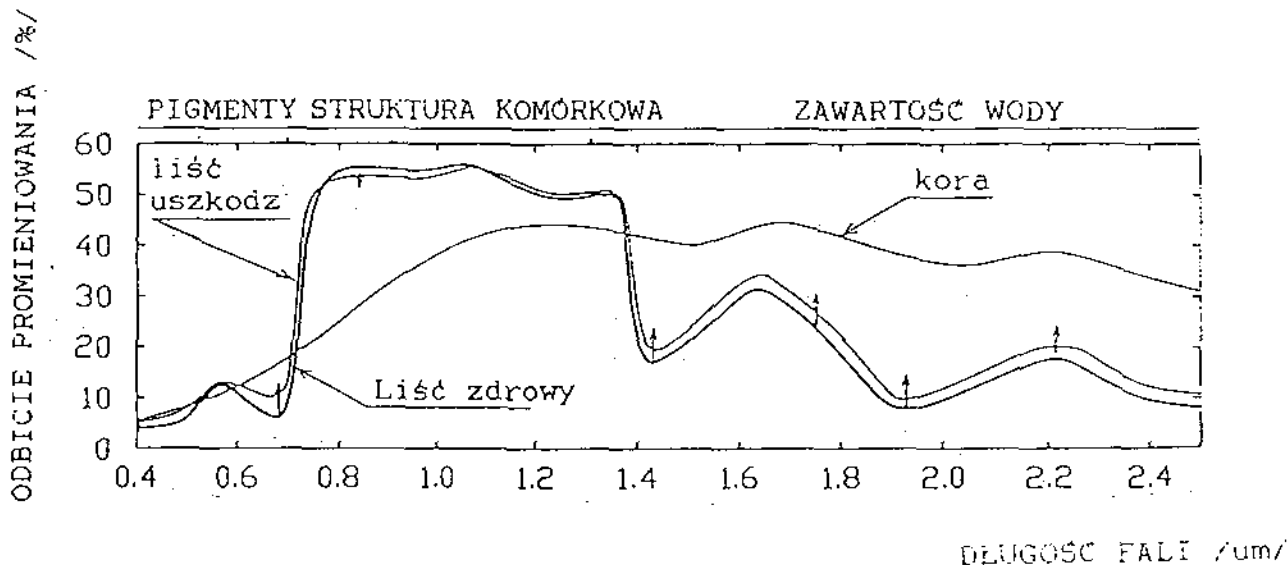
- strukturę powierzchni liścia: gładka powierzchnia odbija w całym zakresie promieniowania więcej niż powierzchnia matowa; liście owłosione nie wykazują dużych zmian w zakresie widma widzialnego natomiast w zakresie $750-1350$ nm (IR) zmiany te są widoczne;
- zaopatrzenie liścia w azot - brak azotu powoduje wzrost odbicia w zakresie widma widzialnego natomiast spadek w odniesieniu do podczerwieni;
- czynniki szkodliwe - grzyby, owady, imisje chemiczne przemysłowe (rys. 6).

A3.3.2 Ujęcie stanu zdrowotnego lasu na barwnych zdjęciach spektrostrefowych

Jedną z najczęściej praktykowanych w europejskim leśnictwie metod wielkopowierzchniowych inwentaryzacji stanu zdrowotnego zasobów leśnych, jest interpretacja barwnych lotniczych zdjęć spektrostrefowych.

W literaturze niemieckiej noszą one nazwę "Farb - Infrarot- Luftbildern", a w nomenklaturze angielskojęzycznej przyjmują nazwę "CIR" (Colour Infrared). Stosowane dawniej nazwy "False - Colour - Film" (ang.) bądź "Falschfarbfilm" (niem.) odpowiadają w polskim nazewnictwie filmom o fałszywych kolorach. Inna, dziś stosowana polska nazwa to: barwne zdjęcia spektrostrefowe.

Poniżej omówiono metody, możliwości i granice oceny stanu zdrowotnego lasu, przy zastosowaniu metod interpretacji zdjęć spektrostrefowych.



Rys. 6. Krzywe spektrofotometryczne chorego i zdrowego liścia oraz kory (Schneider, 1989)

A3.3.2.1 Lotnicze zdjęcie spektrostrefowe

A3.3.2.1.1 Czas wykonywania zdjęć

Najwłaściwszym okresem wykonywania zdjęć spektrostrefowych jest przełom lipca i sierpnia, co podyktowane jest europejskimi warunkami klimatycznymi. W sierpniu panują sprzyjające warunki atmosferyczne tzn. mała jest ilość dni z zachmurzonym niebem i panuje dobra widoczność (wymagana min. 20-25 km).

Bardzo ważnym parametrem mającym wpływ na późniejszą interpretację zdjęć jest położenie Słońca nad horyzontem w chwili ekspozycji, warunkujące poprawne oświetlenie obiektu. Przyjmuje się, że kąt padania promieni słonecznych powinien wynosić około 50 stopni. W terenach górzystych, w zależności od kąta nachylenia stoków i ekspozycji, zalecany jest jeszcze większy kąt padania promieni słonecznych. Najczęściej zdjęcia wykonuje się w okresie: 2 godziny przed i 2 godziny po osiągnięciu przez Słońce zenitu. (Oester, 1987).

A3.3.2.1.2 Film spektrostrefowy

Najczęściej używanymi w świecie filmami są:

- KODAK - Aerochrom Infrared Film 2443 (USA),
- KODAK - SO 131 (USA),
- SN (prod. dawnego ZSSR).

Rosyjskie filmy spektrostrefowe wszystkie (prócz SN-23) są praktycznie dwuwarstwowe i negatywowe, w przeciwieństwie do trójwarstwowych materiałów odwracalnych Kodaka. Film KODAK Aerochrom Infrared 2443 składa się z trzech warstw światłoczułych, z których 2 reagują na promieniowanie widzialne, a trzecia na bliskie podczerwone (Ciołkosz, 1978; Schneider, 1989). Do warstwy dolnej, uczulonej na promieniowanie podczerwone, wprowadzono barwnik niebiesko-zielony. Do warstwy górnej, uczulonej na promieniowanie zielone - barwnik żółty, a do środkowej reagującej na promieniowanie czerwone - barwnik purpurowy. Wszystkie jednak warstwy są wrażliwe na niepożądane w tym wypadku - promieniowanie niebieskie, które można wyeliminować zakładając na obiektyw kamery filtr "minus -niebieski" czyli żółty (Tzschupke, 1984).

Po naświetleniu filmu następuje proces obróbki chemicznej. Natężenie barwy określonej warstwy emulsji po wywołaniu odwracalnym, jest odwrotnie proporcjonalne do natężenia padającego na film promieniowania, o charakterystyce zgodnej z sensybilizacją tej warstwy (Bychawski, 1980). Tak więc po wywołaniu, obraz stanowią nałożone na siebie 3 filtry, o różnej gęstości: niebiesko-zielony, żółty i purpurowy.

Przebieg tego procesu jest następujący. Spektralne odbicie od korony zdrowego drzewa charakteryzuje się około trzykrotną przewagą promieni podczerwonych nad zielonymi i jeszcze większą nad czerwonymi. W takich też proporcjach naświetlone zostają emulsje na materiale światłoczułym. Najjaśniejszy będzie więc filtr niebiesko-zielony, około trzykrotnie gęstszy będzie filtr żółty i nieco bardziej gęsty od niego filtr purpurowy. Jeżeli diapozytyw filmu spektrostrefowego, traktowany jako zestaw nałożonych na siebie 3 filtrów, będzie oglądany w świetle białym, to w wyniku ich skumulowanego działania dotrą do oka ludzkiego informacje potrzebne do funkcjonowania fizjologicznego procesu postrzegania wszystkich możliwych barw i ich odcieni (Bychawski, 1980).

Mechanizm działania tych filtrów można przedstawić następująco. Bardzo przezroczysty filtr niebiesko-zielony zatrzyma trochę światła czerwonego. Na filtr żółty padnie w niezmienionej ilości światło niebieskie i zielone oraz nieco osłabione czerwone. Filtr żółty zatrzyma trzykrotnie więcej światła niebieskiego, nie reagując na zielone i nieco osłabione czerwone. Na filtr purpurowy padnie więc promieniowanie zielone, nieco słabsze czerwone i trzykrotnie osłabione niebieskie. Filtr ten natomiast osłabi tylko zielone promieniowanie ale za to trzykrotnie. Ostatecznie do oka obserwatora dociera światło czerwone z domieszką niebieskiego i zielonego tworząc w ten sposób obraz korony drzewa z dobrze rozwiniętym aparatem asymilacyjnym. Gdy drzewo jest chore, proporcje ulegają zmianie. Organy asymilacji tracąc zdolność pochłaniania promieni czerwonych niezbędnych w procesie fotosyntezy odbijają je w dużej ilości. Filtr żółty i niebiesko-zielony pochłaniają zatem więcej światła niebieskiego i czerwonego, natomiast filtr purpurowy przepuści więcej zielonego. Barwa korony drzewa na zdjęciu ma tendencję zmiany z czerwonej na zieloną z domieszką czerwono-niebieską (Bychawski, 1980).

Z powyższych rozważań jasno wynika nazwa "filmu o fałszywych kolorach", gdyż barwy na zdjęciu, nie odzwierciedlają ich naturalnych odpowiedników, w związku z czym:

- barwa niebieska odpowiada zielonej w naturze;
- barwa zielona odpowiada czerwonej w naturze;
- barwa czerwona odpowiada niewidzialnemu zakresowi promieniowania w bliskiej podczerwieni.

Nienaświetlone filmy mają ograniczoną trwałość. Wraz z upływem czasu obniża się wrażliwość emulsji oraz ulega pogorszeniu zdolność rozdzielcza filmu. Szczególnie wrażliwe okazują się te filmy na wysoką temperaturę i dlatego należy je przechowywać w temperaturze minus 18 °C. Te wszystkie okoliczności utrudniają dobór odpowiedniego filtra czasu naświetlania jak również utrzymania reżimu obróbki chemicznej filmu, by w efekcie otrzymać zdjęcia o podobnej jakości. Okazuje się, że przy zastosowaniu tej techniki jest to praktycznie niemożliwe i zniekształcenia cech barw na poszczególnych filmach są bardzo duże. Należy też pamiętać, że oryginałem jaki uzyskujemy w końcowym etapie obróbki fotograficznej, jest materiał odwracalny (przeźroczce) o formacie 23 cm x 23 cm, co praktycznie ogranicza możliwość jego stosowania do podświetlanego pulpitu interpretatora, którego w lesie nie można użyć. Naturalnie z tych przeźroczy można wykonać gorszej jakości odbitki stykowe (Tzschupke, 1984).

A3.3.2.1.3 Jakość radiometryczna zdjęcia lotniczego

A3.3.2.1.3.1 Kontrast barw na zdjęciu lotniczym

Różnica wartości odbicia spektralnego, powoduje bezpośrednio zmianę barw na zdjęciu lotniczym spektrostrefowym. Wynika to nie tylko z odmiennych właściwości różnych gatunków drzew leśnych ale także z ich kondycji zdrowotnej. Jest to powodem wykorzystania tych zdjęć dla celów oceny stanu zdrowotnego lasu. Ocena jest tym lepsza im bardziej wyraźny jest kontrast barw koron drzew zdrowych i uszkodzonych.

Na kontrast ten wpływ mają:

- wrażliwość spektralna emulsji filmowej (właściwość różnicowania barw),
- warunki atmosferyczne w chwili ekspozycji (para wodna zawarta w powietrzu powoduje ograniczenie widoczności i pomniejsza kontrast barw na zdjęciu,
- czas naświetlania i stosowane filtry,
- warunki obróbki chemicznej (należy zachować ostry reżim).

A3.3.2.1.3.2 Wskaźnik barw

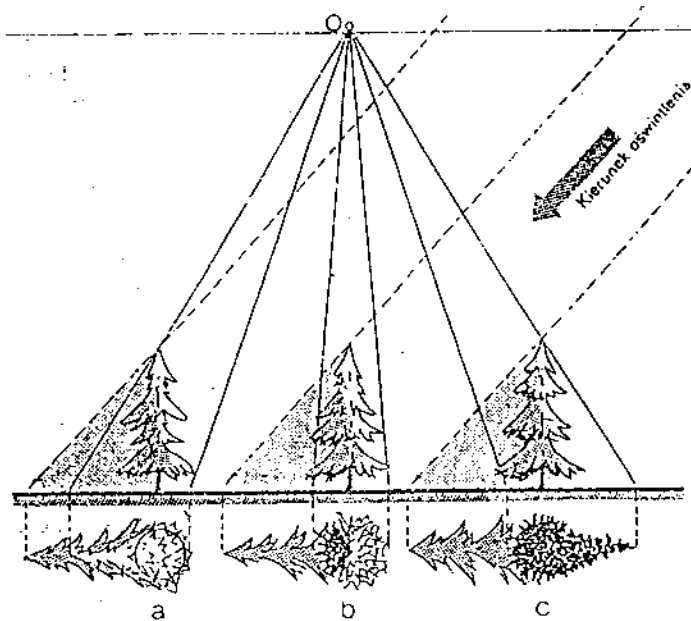
Nie wystarcza wykorzystanie samego kontrastu między poszczególnymi barwami ale powinno być też możliwe ustalenie związku pomiędzy symptomami uszkodzeń korony drzewa obserwowanymi w terenie i ich barwą na zdjęciu. Stanowi to podstawę do kartowania uszkodzeń koron drzew za pomocą sporządzonego klucza interpretacyjnego i prowadzi do porównywania wyników oraz śledzenia dynamiki rozwoju uszkodzeń.

Związek ten można ustalić poprzez porównywanie gęstości barwy pomierzonej na zdjęciu densytometrem, a właściwościami odbicia energii elektromagnetycznej od tego obiektu. Ta ostatnia wartość stanowi stosunek globalnego promieniowania padającego na obiekt do promieniowania od niego odbitego. Kalibrowane w taki sposób barwne zdjęcia spektrostrefowe, mogą w przyszłości odegrać dużą rolę ze wzgl. na zawartość informacji, których w zasadzie dzisiaj nie jesteśmy w stanie wykorzystać (Schneider, 1989).

A3.3.2.1.4 Trasa nalotu

Bardzo ważną cechą rozpoznawczą jest ton obrazu fotograficznego badanego obiektu. Pozostaje on w ścisłej zależności od promieni świetlnych od niego odbitych i padających na kliszę fotograficzną. Jasność obiektu zależy więc w dużym stopniu od kąta padania promieni słonecznych na omawiany obiekt. Najjaśniejsza jest ta część obiektu, na którą światło pada pionowo z góry. Nieoświetlona część korony tworzy tzw. cień własny o bardzo ciemnym tonie, który czasami okazuje się bardzo pomocny przy rozpoznawaniu niektórych gatunków drzew na zdjęciach (Ciołkosz, 1978). Zależność pomiędzy kątem padania promieni słonecznych, a cieniem własnym ilustruje rysunek 7.

Najczęściej trasę lotu ustala się na kierunek północ - południe. Na każdej parze stereogramu, na jednym ze zdjęć korona drzewa będzie bezpośrednio oświetlona (dobra obserwacja korony i możliwość automatycznej interpretacji), a na drugim zdjęciu może się już znajdować pod wpływem cienia własnego. Wraz ze skracaniem długości ogniskowej obiektywu, znaczenie właściwego azymutu lotu przybiera na znaczeniu.



Rys. 7. Wpływ kąta promieni słonecznych na oświetlenie obiektu (Ciołkosz, 1978)

A3.3.2.1.5 Obiektywy

Przy fotografowaniu terenów leśnych charakteryzujących się licznymi lukami i spiczastymi koronami drzew (np. świerk), szczególnie niekorzystnie ujawnia się wpływ kierunku oświetlenia. Oznacza to, że to samo drzewo w zależności od odległości od środka geometrycznego zdjęcia, posiadać będzie bardzo różne wartości: odbicia spektralnego, tekstury i kształtu. Pojawia się tu pewna sprzeczność polegająca na tym, że ww. niepożądany efekt można ograniczać, stosując obiektywy o większych ogniskowych, jednak krótsze ogniskowe są lepsze dla celów fotogrametrycznych. Stosując obiektywy o krótszych ogniskowych w celu otrzymania zdjęcia w danej skali, należy obniżyć pułap lotu samolotu, z którego fotografujemy. Podnosi się przy tym kontrastowość barw na zdjęciu.

Najczęściej stosuje się obiektywy o ogniskowych 30 cm i 21 cm (Schneider, 1989).

A3.3.2.1.6 Skala zdjęcia

Przeprowadzono liczne próby przydatności zdjęć spektrostrefowych wykonanych w różnych skalach i sformułowano na tej podstawie pewne wnioski. Przy interpretacji lasu iglastego, nie znaleziono żadnych widocznych różnic statystycznych pomiędzy wynikami pochodzącymi ze zdjęć w skalach 1 : 4000 i 1 : 6000. Należy jednak stwierdzić, że w przypadku barwnych zdjęć spektrostrefowych, małe skale (1 : 6000) są bardzo uciążliwe i męczące dla interpretatora (Huss, 1984).

W praktyce najczęściej stosowanymi skalami są (Schneider, 1989):

- 1 : 8 000 (Austria),
- 1 : 9 000 (Szwajcaria),
- 1 : 5 000 - 1 : 6 000 (RFN),
- 1 : 10 000 - 1 : 20 000 (Szwecja).

Należy zauważyć, że wprowadzenie nowego filmu Kodaka SO-131, o małej ziarnistości i podwyższonej rozdzielczości oraz kontraście barw, pozwala przy skali zdjęć 1 : 15 000 uzyskiwać takie same informacje jak ze zdjęć w skali 1 : 8 000 KODAK Aerochrome -Infrared 2443. Wadą jednak jest, wymagany w przypadku Kodaka SO 131, długi czas ekspozycji, którą mogą wyeliminować specjalne kamery FMC (Forward Motion Compensation) (Schneider, 1989).

A3.3.2.1.7 Pokrycie terenu przez zdjęcia

Przy wielkopowierzchniowych inwentaryzacjach lasu potrzebny jest tzw. blok zdjęć. Wykonuje się go w ten sposób, że trasy przelotów tak są wybrane aby otrzymać poprzeczne i podłużne pokrycie zdjęć.

Podłużne pokrycie powinno wynosić około 80%, a poprzeczne 35% powierzchni zdjęcia. W ten sposób wszystkie obiekty danego terenu są fotografowane z dwóch różnych kątów, co staje się podstawą przestrzennego stereoskopowego widzenia. Większe pokrycie należy stosować w terenach górskich.

A3.3.2.2 Zalety zdjęć spektrostrefowych

Wg Schneider (1989) zaletą barwnych zdjęć spektrostrefowych jest to iż:

- dokumentują i są podstawą do cyklicznych porównań;
- pozwalają na znaczne zaoszczędzenie czasu pracy interpretatorów;
- zawierają w sobie bardzo dużo informacji;
- uszkodzenia koron drzew przy użyciu tych zdjęć i wyraźnych kryteriów stają się sprawdzalne i obiektywne;
- na zdjęciu czytelna jest cała korona wraz z partią szczytową, od której rozpoczyna się obumieranie drzewa;
- pozwalają na wspólną ocenę a w szczególności na ujęcie wpływu czynników abiotycznych i kompleksowych, powodujących stany chorobowe lasu

A3.3.3 Inwentaryzacja stanu zdrowotnego lasu

Przed przystąpieniem do inwentaryzacji terenów leśnych, należy odpowiedzieć na następujące pytania (Masumy, 1983):

- interpretacja pojedynczego drzewa czy całego drzewostanu ?
- interpretacja metodą "pełnego zdjęcia" czy metodą analizy powierzchni próbnych ?
- nasilenie szkód wyrazimy w liczbach absolutnych czy też obraz uszkodzeń odniesiemy do jednostki powierzchni ?
- interpretacja jedno- bądź wielokrotna ?
- powierzchnie próbne jednorazowego przeznaczenia bądź trwałe ?
- interpretacja tylko drzew obumarłych czy też wg różnych stopni uszkodzenia ?

Ponieważ analiza metodą "pełnego zdjęcia" w przypadku inwentaryzacji wielkopowierzchniowych, wymaga wielkiego nakładu czasu i robocizny, a także dużych środków finansowych, niezbędne wydaje się znalezienie innego rozwiązania, którym jest metoda powierzchni próbnych.

Jest dużo możliwości wyboru odpowiedniej, szczegółowej metody wykorzystującej powierzchnie próbne, z których tylko niektóre przedstawiono poniżej.

A3.3.3.1 Siatka powierzchni próbnych

Regularna siatka powierzchni próbnych na zdjęciu lotniczym.

Nie trudno jest wyznaczyć regularną siatkę powierzchni próbnych na analizowanym zdjęciu. Wystarczy bowiem do tego tylko folia z naniesioną siatką dla odpowiedniej skali zdjęcia, którą nakłada się na jedno z dwóch zdjęć analizowanego stereogramu. Ten prosty zabieg jest jednak z dwóch powodów problematyczny.

Po pierwsze bardzo trudno jest odszukać analizowane korony drzew przy ponownych pracach fotointerpretacyjnych. Po drugie, problem pojawia się przy zdjęciach obszarów o zróżnicowanej rzeźbie terenu. Dotyczy to przede wszystkim terenów górskich, na których wyżej leżące partie fotografują się w większej skali niż te leżące w dolinach.

Regularna siatka powierzchni próbnych w terenie

Wygodniej jest wyznaczyć siatkę w terenie ale pociąga to za sobą ogromny nakład sił i środków. Dodatkowo każde analizowane zdjęcie musi posiadać folię, z odpowiednio zmodyfikowaną siatką, zniekształconą przez rzeźbę terenu.

Drugą ewentualnością jest posługiwanie się komputerami wykorzystującymi cyfrowy model terenu i ustalającymi związki pomiędzy rzeźbą terenu a obrazem na zdjęciu lotniczym (Schneider, 1989).

Inną ewentualnością jest użycie do tego celu ortofotografii w postaci zarówno analogowej (druk) jak i cyfrowej. W tym drugim wypadku przy zastosowaniu wspomagania komputerowego z zakresu CAD czy GIS jesteśmy w stanie, szybkim czasie wyznaczyć siatkę powierzchni bądź ją odtworzyć.

A3.3.3.2 Jednostopniowy i wielostopniowy wybór powierzchni próbnej

Przed wykonaniem oceny stopnia uszkodzenia drzewostanów, należy przystąpić do wyboru metody oceny. Jeśli decydujemy się na metodę powierzchni próbnych, które przy odpowiedniej ich liczbie są w stanie statystycznie być reprezentatywne, to należy zdecydować pomiędzy jednostopniowym bądź kilkustopniowym wyborem (rys.8). I tak:

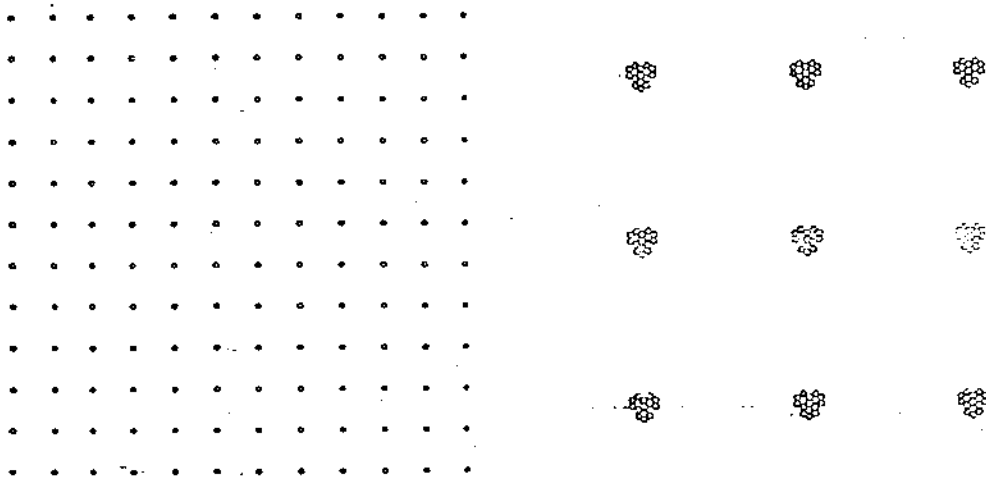
- w pierwszym etapie wybieramy próbę z bloku zdjęć - pasy zdjęć szerokości np. 3 km, oddległe od siebie o 2 - 8 km;
 - w drugim etapie wybieramy próbę ze zdjęć pochodzących z danego pasa (np. co trzecie zdjęcie);
 - w trzecim etapie wybieramy powierzchnie próbne, znajdujące się na zdjęciu;
- w czwartym, ostatnim etapie wybiera się drzewa na wybranych powierzchniach próbnych (np. w ilości 20 drzew).

Znane są różne metody posługiwania się powierzchniami próbnymi. Hradetzki (1983) opisuje metodę, która na co trzecie zdjęcie pochodzącym z danego pasa nalotu, zajmuje się tylko 6 powierzchniami oddalonymi od siebie 200 x 200 metrów. Na nich właśnie, analizie poddaje się 20 koron drzew najbliższych środka powierzchni.

Kuhl (1987) omawia metodę "heksagonalną", która posługuje się tylko 6 drzewami na powierzchniach rozrzuconych w siatce o oczkach 50 x 50 m. Hartmann (1984) zajmuje się wyszukaniem na zdjęciu, nie powierzchni lecz punktów próbnych tzn. wyznaczających w danym miejscu tylko jedną koronę drzewa. Nałożona na zdjęcie folia, ma zaznaczone punkty w siatce 4 x 4 mm, co przy skali 1 : 6 000 powoduje rozmieszczenie koron do analizy w odległości 24 x 24 metry od siebie. W ten sposób próbę stanowi 6 drzew na ha.

Rhody (1986) opisuje metodę kołowych powierzchni próbnych o wielkości 0.05 ha. Co piątą taką powierzchnię sprawdza się w terenie, mierząc na niej pierśnicę i wysokość wszystkich drzew, określając ich gatunek i wiek, długość korony i kondycję wierzchołka. Po-

daje się także koordynaty pni drzew jak również trwale stabilizuje się środek powierzchni próbnej, nawiązując go geodezyjnie, do istniejącej sieci poligonowej.



Rys. 8. Jedno- i dwustopniowy wybór powierzchni próbnych (Schneider, 1989)

W celu łatwiejszego odszukania takich powierzchni na wierzchołku drzewa rosnącego najbliżej jej środka, mocuje się folię ze specjalnego tworzywa o wysokim albedo. Taka folia jest czytelna na zdjęciach ułatwiając ponowne odnalezienie powierzchni. Zwykle powierzchnie takie traktuje się jako "trwale", badając na nich dynamikę rozwoju uszkodzeń w czasie. Odszukanie środka takiej powierzchni bez oznakowanych wierzchołków, obarczone jest błędem około do 2 metrów. Niezastąpione w tej metodzie są urządzenia, które automatycznie wyznaczają koordynaty środków powierzchni próbnych jak i koron drzew na niej rosnących.

A3.3.4 Fotointerpretacja drzewostanów na zdjęciach lotniczych i kartowanie biotopów

Piotr Wężyk

Ćwiczenia, ☉ - ok. 45 min.

A3.3.5 Interpretacja wizualna zdjęć spektrostrefowych

Inwentaryzacja lasów Europy opiera się obecnie przede wszystkim na pełnej analizie koron drzew, zobrazowanych na barwnych zdjęciach spektrostrefowych. Analiza ta obejmuje barwę, teksturę i kształt pojedynczej korony. Podstawą do takich wielkopowierzchniowych inwentaryzacji są (Schneider, 1989):

- gruntowne wykształcenie i regularny trening interpretatorów zdjęć spektrostrefowych;
- właściwe urządzenia do fotointerpretacji tzn. zapewniające dobrej jakości obrazy przestrzenne i wysoki komfort obsługi;
- ciągłe kontrole wyników interpretacji przy uwzględnieniu tendencji interpretatorów, co prowadzi do otrzymania jednolitych i porównywalnych rezultatów.

A3.3.6 Identyfikacja gatunku

Pierwszym krokiem przy interpretacji stopnia uszkodzenia obiektu leśnego, jest próba wyróżnienia poszczególnych gatunków drzew na powierzchniach próbnych, co nie jest jednak łatwe w praktyce. Opierać się należy przede wszystkim na znajomości informacji o warunkach lokalnych, które określają potencjalne gatunki drzew. Inne parametry, które określić mogą dany gatunek drzewa to:

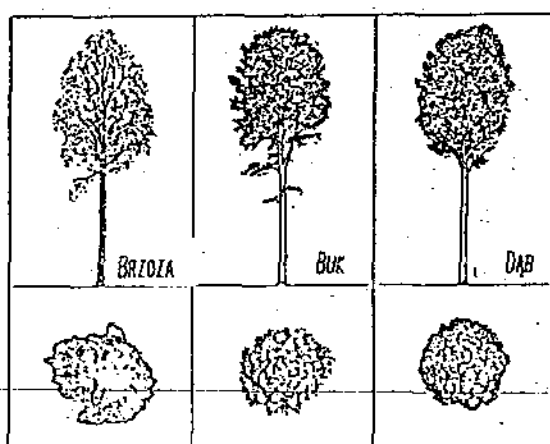
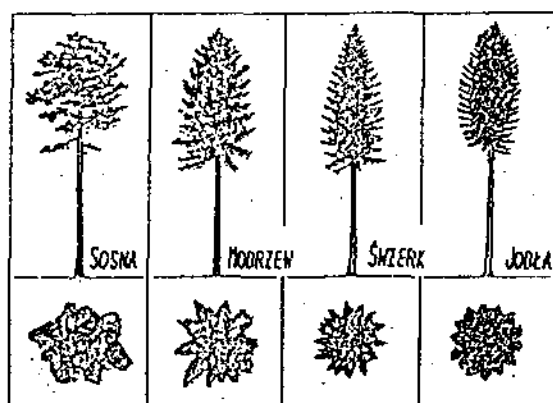
- barwa korony na zdjęciu;
- forma;
- kształt;
- struktura.

Do tych parametrów dodać można jeszcze cień własny oraz cień jaki na powierzchnię terenu rzuca drzewo.

Wszystkie ww. cechy można ująć w kluczu interpretacyjnym gatunków drzew. Niestety każde zdjęcie wykonane jest praktycznie w innych warunkach i stąd klucz ten nie może służyć do pewnego określenia gatunku. Chodzi o to, że te same gatunki, mogą być różnie interpretowane w zależności od ich oświetlenia, kąta fotografowania, warunków atmosferycznych i wielu innych czynników (Gilsa, 1983). Przykłady, które ułatwiają posługiwanie się kluczem do określania gatunków przedstawia rysunek 9.

Nie należy zapominać, że przy wzrokowej interpretacji posługujemy się urządzeniami, które pozwalają nam widzieć przestrzennie czyli stereoskopowo. To wrażenie, pozwala nam na dokładniejsze posługiwanie się kluczem interpretacyjnym. Ponadto, dzięki tym urządzeniom, można znacznie powiększać fragment zdjęcia i dokładnie analizować strukturę lub brzeg korony.

Po określeniu gatunku drzewa, należy zaliczyć je do danej klasy wieku (Ardjuno, 1986). W końcu przystępuje się do oceny stopnia uszkodzenia korony drzewa określonego wcześniej gatunku. Potrzebny do tego jest następny klucz interpretacyjny uszkodzeń drzew, sporządzany tym razem dla każdego gatunku oddzielnie, przy uwzględnieniu form ekologicznych poszczególnych gatunków.



Kształt korony								
Kształt	Trójkąt	Parabola	Okrąg	Elipsa	Liść Karłowaty	Liść Karłowaty	Kardioida	Maczuga
Gatunek drzewa	Świerk	Jodła	Drzewo owocowe	Brzoza	Sosna	Jesion	Buk	Topola

Rys. 9. Przykłady pomocne przy posługiwaniu się kluczem (Huss, 1984)

A3.3.7 Klucz fotointerpretacyjny uszkodzeń koron drzew

Klucz taki skonstruowany jest podobnie jak ten, którym posługuje się służba leśna w tradycyjnych metodach inwentaryzacji (prace terenowe). W tych pracach dla danego gatunku, w danej klasie wieku i miejsca, w którym rośnie (wysokość n.p.m., ekspozycja), uwzględnia się (Gilsa, 1983):

- prześwietlenie korony;

- zmiany barw aparatu asymilacyjnego (przebarwienia);
- lukowatość korony;
- "zwisanie" gałęzi;
- pęknięcia na pniu;
- "wilki" na strzale;
- przedwczesne powstawanie bocianiego gniazda u jodły;
- wydawanie nasion przez bardzo młode osobniki.

Podobieństwo samych kluczy polega przede wszystkim na stopniowaniu uszkodzenia. Wyróżnia się 5 klas uszkodzeń. Stopień 0 oznacza „drzewa zdrowe, bez widocznych uszkodzeń”, a stopień 4 „drzewa obumarłe”. Wartości pomiędzy 0 a 4 opisują pośrednią klasę uszkodzenia.

Pamiętać należy o tym, że analizuje się tylko tę część korony, która jest widoczna na zdjęciu tzn. wierzchołkową, od której zaczyna się proces obumierania drzewa.

Jak już wcześniej wspomniano, takie gatunki jak np. świerk wymagają zróżnicowania klucza, ze względu na różne ekotypy (świerk - szczotkowaty, grzebieniasty i płaskogałęźny - rys.11).

W niektórych kluczach do interpretacji uszkodzeń, rozdzielono od siebie cechy towarzyszące prześwietleniu korony od cech jakie występują przy chlorotycznych zmianach w aparacie asymilacyjnym. Klucz taki przedstawiono poniżej, jednak bez dokładnego omawiania cech chlorozy (VDI-Richtlinien, 1990). Opiera się on na cechach kształtu i na cechach barw koron drzew (tab.2).

Tabela 2

Klucz fotointerpretacyjny uszkodzeń koron świerka (trzy ekotypy Św) oparty na cechach kształtu i barwy

Stop. uszkodzenia	Cechy kształtu				Cechy barwy obserwowanej na zdjęciach spektrostrefowych (Kodak Aerochrom IR 2443)	
	Typ	Św grzebieniasty	Św szczotkowaty	Św płaskogałęźny		
0	Forma	ostry stożek, w rzucie pionowym kształt gwiazdki	ostry stożek do spłaszczonego, kontur korony w rzucie pionowym strzępiasty do gładkiego		Rozkład barwy	jednorodny
	Struktura ogólna	gałęzie główne: gwiazdkowato, drobne promieniście ułożone	gałęzie główne klinowate do grubych (+-) gęsto ułożone	gałęzie główne grube i szerokie do zwisających, ułożone piętrowo	Nasycenie Jasność	intensywne ciemna
	Struktura szczegółowa	gałęzie główne bez luk, jednolite, gładkie	gałęzie główne bez luk, niejednorodne, gładkie		Ton	czerwony
1	Forma	jak stopień 0	jak stopień 0		Rozkład barwy	mniej jednorodny niż w stop. 0
	Struktura ogólna	jak stopień 0	jak stopień 0	jak stopień 0	Nasycenie Jasność	intensywne lekko przejaśniona
	Struktura szczegółowa	gałęzie główne prawie bez luk, (+-) gładkie	gałęzie główne prawie bez luk, niejednorodne, (+-) gładkie		Ton	jasnoczerwony
2	Forma	ostry stożek, kontur gwiazdki	ostry stożek do spłaszczonego, kontur w rzucie pionowym gładki bądź strzępiasty		Rozkład barwy	2.1. niejednorodne drobne plamy 2.2. niejednorodne duże plamy

Stop. uszkodzenia	Cechy kształtu				Cechy barwy obserwowanej na zdjęciach spektrostrefowych (Kodak Aerochrom IR 2443)	
	Typ	Św grzebieniasty	Św szczotkowaty	Św płaskogaleźny		
2 (c.d.)	Struktura ogólna	gałęzie główne gwiazdkowato i wyraźnie promieniście ułożone	gałęzie nieregularnie do gwiazdkowato ułożonych	gałęzie główne piętrowato ułożone, wąskie i grube, sierpowate, zbite w grupy	Nasycenie	nieznacznie wzrasta udział szarości
	Struktura szczegółowa	2.1. gałęzie główne nierówne, zbite w grupy, mała ilość niewielkich luk 2.2. gałęzie główne wyraźnie nierówne, małe grupy z licznymi lukami			Jasność	bladość
3	Forma	ostry stożek, kontur korony promienisty	ostry stożek do spłaszczonego, kontur nieostry	ostry stożek do spłaszczonego, kontur ostro postrzępiony	Ton	2.1. jasnoczerwony do szaroczerwonego 2.2. szaroczerwony, jasnoszary
	Struktura ogólna	gałęzie główne gwiazdkowato i wyraźnie promieniście ułożone	gałęzie głów. chaotycznie ułożone lub ułożenie nierozpoznawalne, ew. pojed. martwe	gałęzie główne piętrowo ułożone, nasada gałęzi wąsko-sierpowata	Nasycenie	bardzo nieznaczne, większy udział szarości
	Struktura szczegółowa	gałęzie główne rozproszone, małe grupy zbitych gałązek z licznymi dużymi i małymi lukami			Jasność	jasna
4	Forma	1. świeżo obumarłe: struktura ogólna i szczegółowa jak w stopniu uszkodzenia 3			Rozkład barwy	szaro-zielony z jasnoczerwonymi plamami
	Struktura ogólna	2. od dłuższego czasu martwe: forma nie zawsze do zdefiniowania, struktura ogólna jak w stopniu uszkodzenia 3			Nasycenie	regularny
	Struktura szczegółowa	brak struktury szczegółowej			Jasność	1. intensywne 2. bardzo nieznaczne, b. jasna
					Ton	1. jasno-zielony 2. niebiesko-zielony lub biały

Kształt - może być opisywany przez trzy dalsze cechy:

- formę - różnicuje gatunki drzew od siebie (np. forma korony świerka w starszym wieku, w rzucie pionowym przyjmuje postać charakterystycznej gwiazdki, a w rzucie poziomym zaostrego stożka);
- strukturę ogólną - opisuje zewnętrzny kształt korony poprzez analizowanie rozmieszczenia gałęzi głównych;
- strukturę szczegółową - opisuje detale ze struktury ogólnej (np. wygląd brzegu korony, układ luk itp.).

Barwa - opisywana jest przez następujące cechy:

- rozmieszczenie barwy - może być równomierne bądź nierównomierne na powierzchni korony;
- nasycenie barwy - wskazuje na intensywność tonu (koloru) lub inaczej mówiąc jest to zawartość procentowa tonu w barwie;
- jasność - to cecha o charakterze ilościowym ściśle związana z natężeniem światła;
- ton barwy - (inaczej: odcień, kolor, chromat, rodzaj barwy) to właściwość wrażenia wzrokowego dzięki któremu możemy określić barwę danego przedmiotu jako zieloną czy czerwoną.

Cechy chlorozy opisują przebarwienia igieł i liści na kolory żółte. Zmiany te mogą dotyczyć pojedynczych gałęzi lub objąć całą koronę. Udział powierzchniowy części korony objętych chlorozą, podobnie jak w metodach naziemnych, wyraża się w 4 stopniowej skali. Na barwnym zdjęciu spektrostrefowym (Kodak Aerochrome 2443), chlorozy przyjmują barwy od różowych do białe - żółtych.

Cechy szczególne (dodatkowe)

Pod nazwa cechy szczególne należy rozumieć: złamania wierzchołka, obfite wydawanie nasion, żery owadzie itp.

Jeszcze raz należy przypomnieć, że każdy szereg zdjęć może wymagać stworzenia nowego, specyficznego klucza do interpretacji. Nawet w tym samym terenie, można uzyskać bardzo różne obrazy tych samych obiektów, co spowodowane może być różnym czasem wykonywania zdjęć, czułością emulsji, rodzajem filtru, warunkami atmosferycznymi bądź niewłaściwą obróbką chemiczną.

Poprzednio przedstawiony klucz pochodzi z terytorium Niemiec, ale nie jest on jedynym w tym kraju. Niektórzy z autorów wyróżniają np. tylko 4 stopnie uszkodzeń korony (tabela 3).

Tabela 3
Klucz dla dębu wg Masumy (1984)

Stopień uszkodzenia	Ubytek aparatu asymilacyjnego	Forma, tekstura i struktura korony drzewa	Barwa korony na zdjęciu spektrostrefowym Kodak IR 2443
0 - drzewo „zdrowe”	< 10 %	kulista, regularna, sklepiona, pełna, zwarta	ciemnoczerwona, brak przebarwień
1 - początek procesów chorobowych	10 %- 25 %	lekke zmiany tekstury i struktury, niewielki ubytek liści	osłabiona czerwona, lekka marmurkowatość, niewielkie przebarwienia
2 - drzewo „chore”	26% - 60%	wyraźne zmiany tekstury i struktury, luźna korona, ubytki i luki wewnątrz korony	brak specyficznej barwy czerwonej, jasno-szara do beżowej, typowa marmurkowatość
3 - drzewo zamierające / martwe	> 60 %	obumarłe części korony, bardzo luźna korona, szkielet korony	brak czerwonej barwy, b. jasna do zielonej i białej

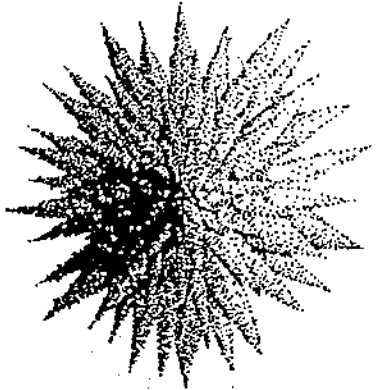
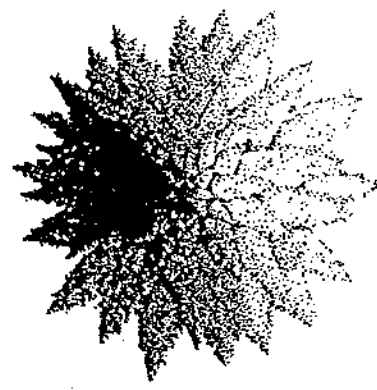
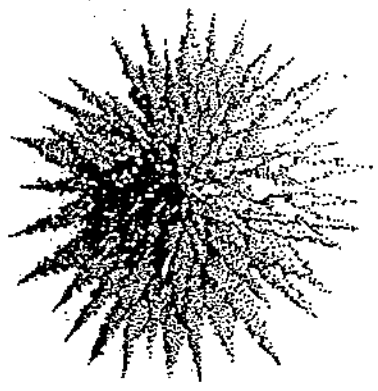
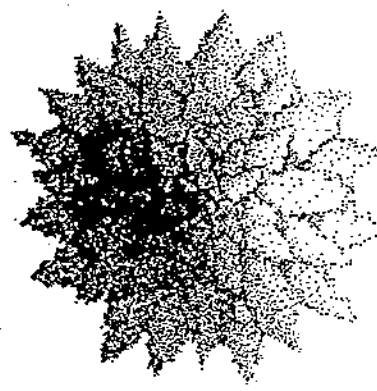
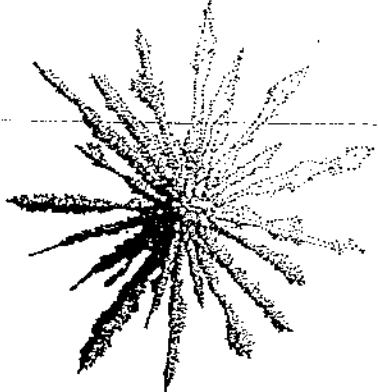
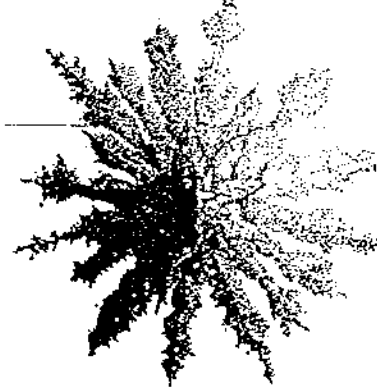
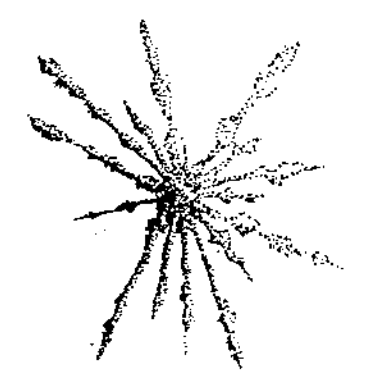
Kolejny przykład klucza fotointerpretacyjnego (dla buka) poszerzonego o obserwacje naziemne (rys.11) przedstawiają w tabeli 4, autorzy niemieccy Runkel i Roloff (1985).

Tabela 4

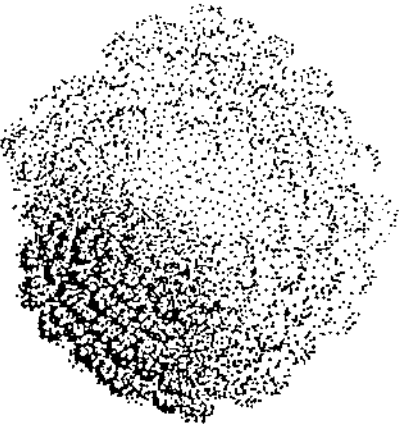
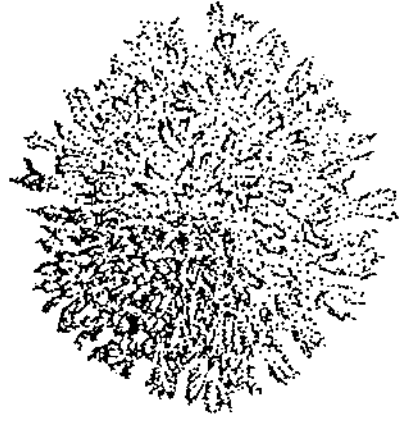
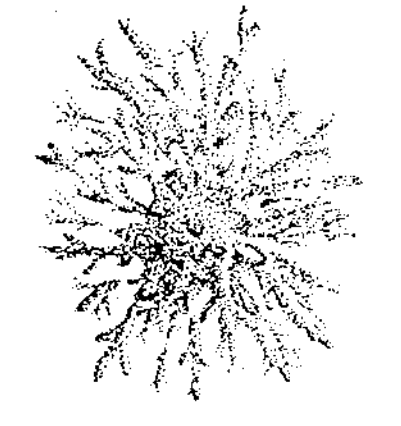
Klucz do oznaczania uszkodzeń koron buka

Stopień uszkodzenia		Cechy korony na zdjęciu	Barwa na zdjęciu spektrostrefowym Kodak IR 2443	Cechy korony buka <i>Fagus sylvatica</i> w drzewostanie
0	0	forma szer., korona elipsoidalna, pełna, gęsta, struktura rafy koralowej (przypomina wyglądem kalafior), trochę nieregularna	brązowo - czerwona do jasno - czerwonej	zaokrąglona, gęsta, intensywne ugałęzienie w całej przestrzeni korony
1	1.1.	przy gęstej koronie ze szczytowych partii sterczą lancowato gałęzie	jw.	przy gęstym ugałęzieniu i dobrym ulistnieniu wyraźnie widoczne sterczące ponad górny brzeg korony gałęzie
	1.2.	korona wachlarzowata, (+ -) gęsta	różowa do jasno - brązowej	chloroza
2	2.1.	gałęzie sterczą lancetowato lub pędzłowato; przez lukowatość powstają tzw. „chmurki” (obłoczki)	różowa do jasno - brązowej	krzaczałość gałęzi, struktura pędzłowata, luki i prześwietlenia postępujące od środka korony
	2.2.	wachlarzowata, (+ -) gęsta	żółto - zielona	silne przebarwienia żółto - brązowe
	2.3.	korona silnie lukowata, powierzchnia górna przypomina brzozę	szaro - różowa	ekstremalnie mało liści
3	3.1.	korona luźna, pejczo- watość gałęzi, widoczny szkielet korony	różowo - brązowa do szaro - białej i ciemno - zielonej	korona luźna, pejczo- watość gałęzi, struktura rafy koralowej w zewnętrznych fragmentach korony
	3.2.	wachlarzowatość, (+ -) gęsta korona, do lukowatej	zielona	silne przebarwienia całej korony przy relatywnie dobrym ulistnieniu

Należałoby jeszcze wspomnieć o tym iż ubytek starych roczników igieł wewnątrz korony, powoduje pojawienie się ciemnych tonów na zdjęciu. Z kolei brak pierwszych uszkodzonych roczników z zewnętrznych partii korony, wywołuje rozjaśnienie obiektu na zdjęciu spektrostrefowym.

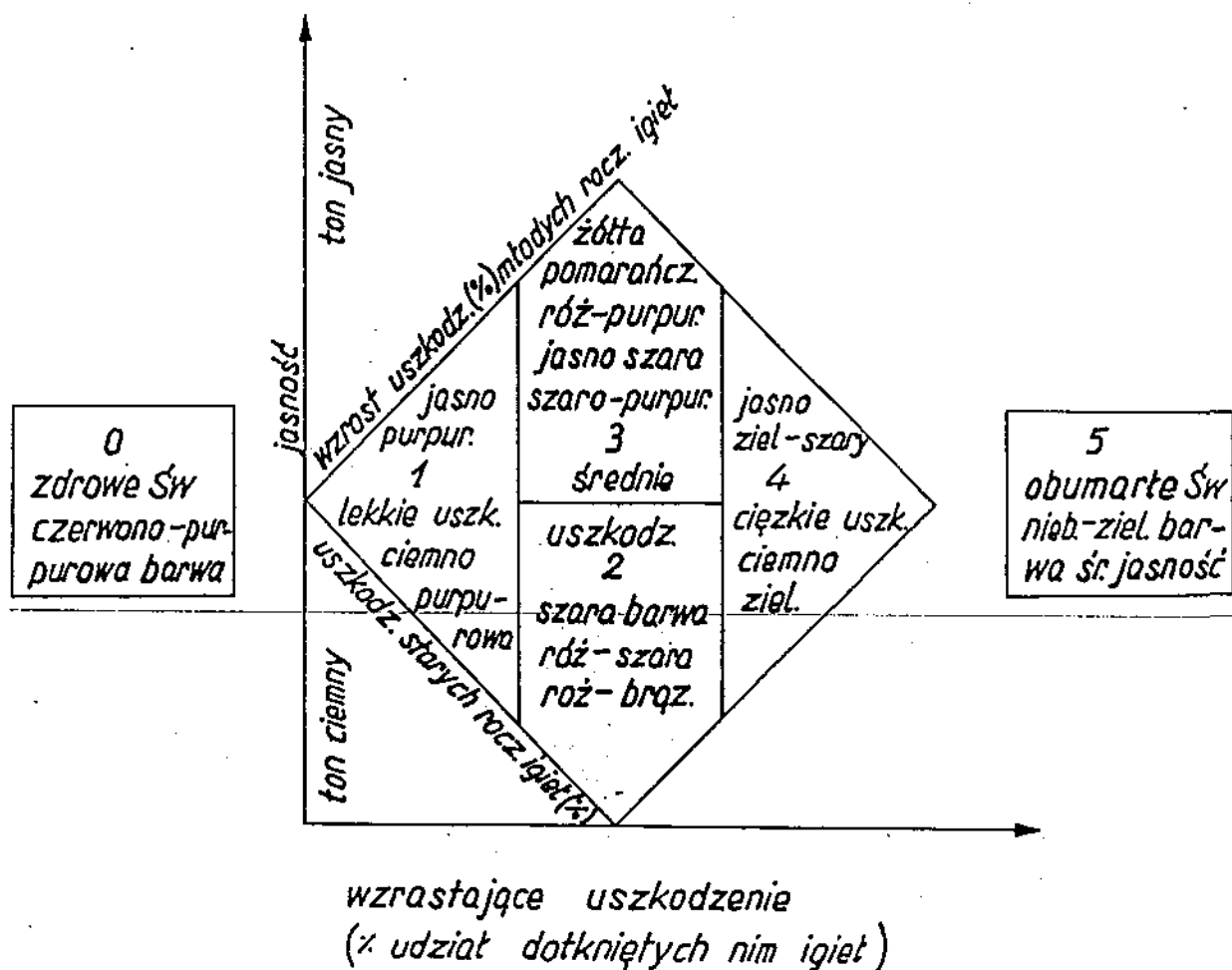
STOPIEN USZKODZ	SWIERK GRZEBIENIASTY	SWIERK SZCZOTKOWATY
0		
1		
2		
3		

Rys. 10. Korony świerka (różne ekotypy) w różnych stopniach uszkodzenia (VDI-Richtlinien, 1990)

STOPIEN USZKODZ		
0		
1		
2		
3		

Rys. 11. Korony buka w różnych stopniach uszkodzeń. Stan latem i zimą (VDI-Rechtlinien)

Dla świerka będącego pod wpływem gazowych imisji przemysłowych Kenneweg (1980) opracował schematyczny klucz interpretacyjny przeznaczony dla materiału filmowego Kodak Aerochrom Infrared 2443 (rys. 12).



Rys. 12. Klucz interpretacyjny dla świerczyny (Kenneweg, 1980)

A3.3.8 Wyniki interpretacji wzrokowej

Końcowym etapem interpretacji wzrokowej barwnych zdjęć spektrostrefowych jest sporządzanie map, mówiących o kondycji badanych drzewostanów. W Szwajcarii sporządza się 2 mapy dla potrzeb leśników (Schwarzenbach, 1986), a mianowicie:

- mapę klas uszkodzeń drzewostanów, oraz
- mapę intensywności uszkodzeń drzewostanów

Pierwszą kreśli się, nanosząc na podkład wyliczone wartości dla danych wydzieleni bądź oddziałów. Można z niej odczytać procentowy udział wszystkich uszkodzonych gatunków drzew. Jest ona bardzo dobrze czytelna, gdy rozmiar szkód jest stosunkowo niewielki. Nie zawiera jednak informacji o rozmiarze stopnia uszkodzenia korony pojedynczego drzewa.

Tabela 5 przedstawia klasyfikację uszkodzeń wszystkich drzew w poszczególnych klasach.

Tabela 5

Klasa (suma wszystkich uszkodzo- nych drzew, udział po- wierzchniowy)	Zasięg klasy	Wartość średnia
0 %	0 - 5 %	2.5 %
10 - 20 %	> 5 - 25 %	15.0 %
30 - 40 %	> 25 - 45 %	35.0 %
50 - 60 %	> 45 - 65 %	55.0 %
70 - 80 %	> 65 - 85 %	75.0 %
90 - 100 %	> 85 - 100 %	92.5 %

Poszczególne klasy uszkodzeń są oczywiście reprezentowane przez różne barwy na mapie co znacznie zwiększa jej czytelność.

Intensywność uszkodzenia koron drzew, można odczytać z drugiej mapy, którą nazwano "mapa intensywności uszkodzeń". Aby jednak taka mapa powstała, należy wyliczyć przeciętny stopień uszkodzenia w danym oddziale.

INTENSYWNOŚĆ USZKODZENIA [IS]

$$[IS] = \frac{K0 \cdot P0 + K1 \cdot P1 + K2 \cdot P2 + K3 \cdot P3 + K4 \cdot P4}{100} \quad (\text{wzór 2})$$

gdzie: K_i - kategorie szkód

$K0$ - drzewa zdrowe [0]

$K1$ - drzewa z przebarwieniami korony [1]

$K2$ - drzewa z lekkim ubytkiem aparatu asymilacyjnego [2]

$K3$ - drzewa z dużym ubytkiem aparatu asymilacyjnego [3]

$K4$ - drzewa obumarłe [4]

$P\{0-4\}$ - % udział drzew w poszczególnych kategoriach szkód $K\{0-4\}$

W ten sposób wyliczona intensywność uszkodzenia [IS], porównywana jest następnie do skali 5-cio lub 8-mio stopniowej, z której odczytujemy właściwy stopień uszkodzenia koron drzew, wyrażony także barwą na mapie (tabela 6).

Tabela 6. Stopień uszkodzeń koron drzew

Stopień uszkodzenia	[IS] skala 5-cio stopniowa	[IS] - skala 8-stopniowa
0	0.00 - 0.49	0.00 - 0.49 0
1	0.50 - 1.49	0.50 - 0.99 1A 1.00 - 1.49 1B
2	1.50 - 2.49	1.50 - 1.99 2A 2.00 - 2.49 2B
3	2.50 - 3.49	2.50 - 2.99 3A 3.00 - 3.49 3B
4	3.50 - 4.00	3.50 - 4.00 4

Czytelność mapy intensywności uszkodzeń wzrasta wraz z nasilaniem się szkód. Nie da się jednak odczytać z niej procentowego udziału drzew zdrowych bądź chorych w danym wydzieleniu. Drzewostan o dużej liczbie drzew lekko uszkodzonych, może mieć na tej mapie taki sam kolor, co drzewostan z małym udziałem drzew silnie uszkodzonych. Porównywanie tych map może doprowadzać do ciekawych i wartościowych wniosków lub sporządzenia następnych map (Schwarzenbach, 1986).

A3.4 PLANOWANIE I ESTETYKA KRAJOBRAZU. PROJEKTOWANIE AUTOSTRADY PRZEZ GRUNTY LEŚNE ORAZ ZALESIEŃ TERENÓW NIEUŻYTKÓW I GRUNTÓW ROLNICZYCH

Piotr Węzyk

Warsztaty - Workshop „Planowanie autostrady na gruntach leśnych”, ☹ - 45 min

Problematyka zajęć: Projektowanie autostrad przez tereny leśne - analiza strat dla ekosystemów leśnych. Obliczenie straty ekonomicznej (zaprzestanie produkcji surowca drzewnego na tym terenie oraz przedwczesnego wyrębu drzewostanu).

Zadania do wykonania:

1. Kartowanie granicy rolno - leśnej. Klasyfikacja drzewostanów pod kątem: składu gatunkowego i wieku. Rozgraniczenie drzewostanów na poszczególne wydzielania.
2. Wrysowanie na ortofotografię proponowanego odcinka autostrady.
3. Wyliczenie powierzchni leśnej jaka zostanie wykorzystana pod budowę autostrady z rozbiciem na poszczególne wydzielania (pododdziały).
4. Obliczenie należności z tytułu wyłączenie gruntów leśnych z produkcji oraz jednorazowego odszkodowania za przedwczesny wyręb drzewostanu.
5. Zaplanowanie zalesień na gruntach rolnych w ramach „wyrównania” zmian w powierzchni leśnej.

Materiały:

Ortofotografia cyfrowa, leśna gospodarcza mapa numeryczna, kalkulator, Dziennik Ustaw R.P., kopie operatu leśnego z rejestrem powierzchni i opisem siedliskowym.

Ad. 1. Na edytowanej na ekranie monitora ortofotomapie cyfrowej (program komputerowy IRAS-C) należy w dowolnej warstwie informacyjnej (uprzednio nie używanej) wrysować odcinek autostrady o stałej szerokości 100m. Jednocześnie należy włączyć jako tło warstwę informacyjną „mapa gospodarcza”. Używając odpowiednich narzędzi do edytowania linii i poligonów zamkniętych należy wyznaczyć obszary wydzielen leśnych „wycinanych” przez pas autostrady. Posługując się załączonymi informacjami z operatu leśnego należy uzupełnić poniższą tabelę.

Tabela 1

Numer poligonu	Skład gatunkowy	Wiek	Siedliskowy Typ Lasu	Pow. pod budowę autostrady

Ad. 2. Po obliczeniu poszczególnych powierzchni ćwiczący przystępuje do obliczenia należności i opłat rocznych za wyłączenie z produkcji gruntu leśnego (na podstawie *Ustawy z dn. 03.02.1995 o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Dz. U. Nr 16, poz. 78*)

Należność za wyłączenie z produkcji 1 ha gruntu leśnego bez drzewostanu wynosi (tabela 2):

Tabela 2

Lp.	Siedliskowy Typ Lasu	Równowartość (R) ceny 1 m ³ drewna tartaczno iglastego wg GUS
1	Lasy: świeży, mieszany, łęgowy i górski, OI, OI górski	2000
2	Lasy mieszane: świeży, wilg., bagienny, wyżynny, OI	1500
3	Bory mieszane: świeży, wilg., bagienny, wyżynny i górski	1150
4	Bory: świeży, wilgotny i górski	600
5	Bory: suchy i bagienny	250

Jest to opłata jednorazowa wyliczona jako iloczyn = powierzchni P i równowartości R ceny 1 m³ drewna oraz ceny C - 1 m³ drewna tartaczno iglastego (wg GUS)

$$N = P * R * C$$

(wzór 3)

gdzie:

N - Należność za wyłączenie z produkcji 1 ha gruntu leśnego;

P - Powierzchnia wyłączonego gruntu;

R - Równowartość ceny 1 m³ drewna tartaczno iglastego wg GUS;

C - cena 1 m³ drewna tartaczno iglastego (wg GUS)

Następną czynnością do wykonania jest wyliczenie przez ćwiczącego - wysokości jednokrotnego odszkodowania za przedwczesny wyręb drzewostanu (*Monitor Polski*, Dz. U. Nr 3, poz. 33; dn. 19.01.1996, zarządzenie Min. Ochr. Środow., Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dn. 30.12.1995 w sprawie zasad ustalania jednorazowego odszkodowania za przedwczesny wyręb drzewostanu) wg poniższego wzoru:

$$O = (W_i - WSP_i) * Z_i * P * C$$

(wzór 4)

gdzie: *O* - odszkodowanie,

W_i - przelicznik wartości 1 ha drzewostanu na pniu według niezbędnych nakładów na jego wytworzenie w wieku rębności, obliczony wg wartości m³ drewna tartaczno iglastego (patrz załączone tabele),

WSP_i - przelicznik wartości sprzedażnej 1 ha drzewostanu na pniu w wieku wyrębu faktycznego, obliczony wg wartości m³ drewna tartaczno iglastego (patrz załączone tabele),

Z_i - stopień zadrzewienia drzewostanu w wieku wyrębu faktycznego, będący ilorazem rzeczywistej miąższości drzewostanu w wieku wyrębu i miąższości drzewostanu w pełnym zadrzewieniu,

P - powierzchnia drzewostanu w ha

C - aktualna cena sprzedaży 1 m³ drewna tartaczno iglastego, podana w komunikacie Prezesa GUS

Wyjaśnienia:

BONITACJA DRZEWOSTANU - wskaźnik wykorzystania możliwości produkcyjnej siedliska leśnego i drzewostanu

SIEDLISKOWY TYP LASU - np. Bór suchy (Bs), Bór świeży (Bśw), Las górski (LG)

W drzewostanach młodszych klas wieku, w których brak jest wartości sprzedażnej WSPi odszkodowanie stanowi wartość kosztów poniesionych na założenie i pielęgnację drzewostanu, obliczoną wg wzoru:

$$O = Wki * P * C \quad (\text{wzór 5})$$

gdzie:

Wki - przelicznik wartości drzewostanów wg wyłożonych kosztów 1 ha drzewostanu, obliczony wg wartości m^3 drewna tartaczego iglastego (patrz załączone tabele),

P - powierzchnia drzewostanu w ha,

C - aktualna cena sprzedaży $1 m^3$ drewna tartaczego iglastego, podana w komunikacie Prezesa GUS.

Przykład:

Obliczenie: należności za wyłączenie z produkcji gruntu leśnego oraz jednorazowego odszkodowania dla następujących drzewostanów

Tabela 3

Numer poligonu	Skład gatunkowy	Wiek	Siedliskowy Typ Lasu	Powierzchnia pod budowę autostrady
1	So	50 lat	Bór świeży (B sw)	2,5 ha
2	Db	100 lat	Las świeży (L sw)	1,2 ha
3	Św	70 lat	Bór mieszany (BM)	3,1 ha
				RAZEM: 6,8 ha

Odszkodowanie za poszczególne drzewostany (z tabel)

Klasę bonitacji przyjęto jako II:

Współczynnik Zi przyjęto dla wszystkich drzewostanów równy 0.8

Cenę $1 m^3$ drewna tartaczego iglastego przyjęto za komunikatem GUC z dn. 18.10.96 w wysokości = 157,8 zł

Oplata za wyłączenie gruntu leśnego z produkcji:

Sosna: Powierzchnia * równowartość $1 m^3$ * 157,8 zł / $1 m^3$ = $2,5 * 600 * 157,8$ zł =

Sosna = 236 700 zł

Dąb: $1,2 \text{ ha} * 2000 * 157,8$ zł = 378 720 zł

Świerk: $3,1 \text{ ha} * 1150 * 157,8$ zł = 562 557 zł

Oplata jednorazowa za wyłączenie z produkcji 6,8 ha gruntu leśnego =

Sosna + Dąb + Świerk =

$236\,700 \text{ zł} + 378\,720 \text{ zł} + 562\,557 \text{ zł} = 1\,177\,977 \text{ zł}$

Oplaty roczne ($1/10$ wysokości jednorazowej) = $117\,977.7 \text{ zł} / 1 \text{ rok przez } 10 \text{ lat} =$

1 177 977 zł

Opłaty w ciągu 10 lat razem z jednorazową = 1 177 977 zł + 1 177 977 zł = 2 355 954 zł

Do tej sumy należy doliczyć opłatę za przedwczesny wyręb drzewostanu:

$$O = (W_i - WSP_i) * Z_i * P * C \quad (\text{patrz. Tabele Dz. U. R.P.})$$

$$O_{(So)} = (187,8 - 84,4) * 0,8 * 2,5 * 157,8 / 1 \text{ m}^3$$

$$O_{(So)} = 103,4 * 0,8 * 2,5 * 157,8 / 1 \text{ m}^3 = 32 633 \text{ zł}$$

$$O_{(Db)} = (304,4 - 231,2) * 0,8 * 1,2 * 157,8 / 1 \text{ ha}$$

$$O_{(Db)} = 73,2 * 0,8 * 1,2 * 157,8 / 1 \text{ ha}$$

$$O_{(Db)} = 11 089 \text{ zł}$$

$$O_{(Sw)} = (386,6 - 255,3) * 0,8 * 3,1 * 157,8 \text{ zł}$$

$$O_{(Sw)} = 131,3 * 0,8 * 3,1 * 157,8$$

$$O_{(Sw)} = 51 383 \text{ zł}$$

Całkowite jednorazowe odszkodowanie za przedwczesny wyręb drzewostanu =

$$O_{(So)} + O_{(Db)} + O_{(Sw)} = 32 633 + 11 089 + 51 383 = 95 105 \text{ zł}$$

Wartość za wyłączenie z produkcji i przedwczesny wyręb:

$$2 355 954 + 95 105 = 2 451 059 \text{ zł}$$

Rodzaj odszkodowania:	Wartość w zł
Wyłączenie gruntu leśnego z produkcji - jednorazowa opłata	1 177 977
Wyłączenie gruntu leśnego z produkcji - 10 x opłaty roczne (117 797,7)	1 177 977
Przedwczesny wyręb	95 105
RAZEM	2 451 059

- Hildebrandt G., 1976: Die Spektralen Reflexionseigenschaften der Vegetation. Freiburg XVI UFRO World Congress.
- Hildebrandt G., 1976: Zur Situation der Fernerkundung. Bildmessung und Luftbildwesen. Nr 6
- Hildebrandt G., 1987: 100 Jahre forstliche Luftbildaufnahme - Zwei Dokumente aus dem Anfangen der forstlichen Luftbildinterpretation. B.u.L. Nr 6.
- Hildebrandt G., 1987: Toy or Tool - Fernerkundung aus dem Weltraum. Spiel- oder Werkzeug für die Forstwirtschaft. Forstwiss. Centralbl.
- Hocevar M., et al., 1994: Verwendung digitaler Orthophotokarten für die forstliche Bestandestkartierung. Anwendungen in der Forstwirtschaft. Photogrammetrie und Forst. Freiburg
- Howard, 1971: - cytat za Kadro 1981
- Hradecki J., Schopfer W., 1984: Waldschadensinventur Baden-Württemberg 1983 mit Infrarot-Farbluftbildern. Freiburg.
- Kadro A., 1981: Untersuchungen der Spektralen Reflexionseigenschaften verschiedenen Vegetationsbetände. Freiburg.
- Kenneweg, H. 1972: Die Verwendung von Farb und Infrarot-Farb-Luftbildern für Zwecke der forstlichen Photo-Interpretation unter besonderer Berücksichtigung der Erkennung und Abgrenzung von Kronenschaden in Fichtenbeständen. Freiburg.
- Koehl M., Oester B., 1994: Photogrammetrie in der Schweizerischen Forstwirtschaft. Photogrammetrie und Forst. Freiburg
- Kuhl W.E., 1987: Waldschaden in Abhängigkeit vom Baumalter sowie der Lage und Struktur von Beständen. DFVLR- Seminar.
- Mansberger R., 1994: Digitale Photogrammetrie: Anwendungen in der Forstwirtschaft. Photogrammetrie und Forst. Freiburg
- Masumy A., 1983): Infrarot-Farbluftbildern als Grundlage zur Inventur der grossräumigen Waldschaden. AFZ Nr m46/47.
- Masumy A., 1984): Interpretationschlüssel zur Auswertung von CIR- Luftbildern für die Waldschadeninventur. AFZ Nr 27.
- Miller D.R. et al., 1994: A model of DEM and orthophotograph quality using aerial photography. Photogrammetrie und Forst. Freiburg
- Oester B., 1987): Waldschadenkartierung anhand von Infrarot- Luftbildern 1:9 000. Schweiz.Z. für Forstwes. Nr 27.
- Rhody B., 1986): Die Möglichkeit der Fernerkundung in Planen von Gross-rauminventuren und Modell einer Bundeswaldinventur auf Satelliten und Luftbasis. AFZ Nr 32.
- Runkel, M., Roloff, A. 1985): Schadstufen bei der Buche im Infrarot-Farbluftbild. AFZ Nr 30/3.
- Schneider W., 1989): Verfahren, Möglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung für die Inventur des Waldzustandes. FBVA-Bern.
- Schwarzenbach H.F., 1986): Flächenhafte Waldschadenerfassung mit Infrarot Luftbildern 1:9 000. Methoden und erste Erfahrungen. Birmensdorf-Berichte 285.
- Tzschupke W., 1984): Erfassung der neuartigen Waldschaden mit Infrarot-Farbluftbildern. Theoretische Grundlagen. AFZ Nr 46/47.
- VDI-Richtlinien, 1990): Messen von Vegetationschaden am natürlichen Standort. Interpretationschlüssel für die Auswertung von CIR Luftbildern zur Kronenzustandserfassung von Nadel- und Laubgehölzen. Verein Deutscher Ingenieure-Düsseldorf.
- Węgrzyn Z., 1995: Uwagi o przydatności ortofotografii cyfrowej w urządzaniu terenów wiejskich. Archiwum Fotogrametrii Kartografii i Teledetekcji. Vol.3. Kraków
- Židek V., Culdek I., Musilova Z., 1996: První zkušenosti s fotogrammetrickým zpracováním leteckých snímků v systému PhoTOPOL. In Proceedings: Application of Remote Sensing in Forestry. Zvolen, Slovakia

A4. EWIDENCJA GRUNTÓW I BUDYNKÓW

Kazimierz Bujakowski, Wojciech Tokarski

A4.1 PODSTAWY PRAWNE PROWADZENIA EWIDENCJI GRUNTÓW I BUDYNKÓW

Ustawa *Prawo geodezyjne i Kartograficzne z dnia 17 maja 1989 roku (DZ. U. Nr 30, poz. 163 z późniejszymi zmianami)* zdefiniowała pojęcie ewidencji gruntów i budynków. Pod tym pojęciem rozumie się jednolity dla całego kraju, systematycznie aktualizowany zbiór informacji o gruntach i budynkach, ich właścicielach oraz o innych osobach fizycznych lub prawnych, władających tymi gruntami i budynkami.

W Rozdziale 4 pt. EWIDENCJA GRUNTÓW I BUDYNKÓW ustawodawca określił jakie dane obejmuje ewidencja a także udzielił Radzie Ministrów upoważnienia do rozszerzenia, w drodze rozporządzenia, zakresu informacji objętych ewidencją. W ewidencji gruntów i budynków zawarte są informacje o:

gruntach - ich położeniu, granicach, powierzchni, rodzaju użytków gruntowych oraz ich klasach gleboznawczych, oznaczenia ksiąg wieczystych lub zbiorów dokumentów, jeżeli zostały założone dla nieruchomości, w skład której wchodzi grunty
budynkach - ich położeniu, przeznaczeniu, funkcjach użytkowych i ogólnych danych technicznych.

Szczegółowe warunki prowadzenia ewidencji gruntów i budynków zostały określone w *Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa oraz Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 17 grudnia 1996 roku (Dz. U. Nr 158, poz. 813)*. W przepisach przejściowych i końcowych tego Rozporządzenia w paragrafie 61 stwierdzono iż „Prowadzenie ewidencji założonej przed dniem wejścia w życie niniejszego rozporządzenia odbywa się na podstawie dotychczasowych przepisów, z tym że istniejącą ewidencję należy dostosować do przepisów paragrafów 25 i 27 w terminie do 31 grudnia 1998 r.”. Oznacza to obowiązek wprowadzenia w dotychczasowej ewidencji gruntów i budynków nowych grup rejestrowych określonych w paragrafie 25 oraz Załączniku nr 10 pt. „Zasady zaliczania gruntów do grup i podgrup rejestrowych” a także zastąpieniu dotychczasowych użytków gruntowych nowymi użytkami zgodnymi z oznaczeniami i ich znaczeniem zawartym w paragrafie 27 oraz Załączniku nr 11 pt. „Szczegółowe zasady zaliczania gruntów do poszczególnych użytków gruntowych”.

Z tego względu, jeszcze przez długi okres czasu będziemy mieli do czynienia z ewidencją gruntów i budynków założoną i prowadzoną na podstawie obowiązujących do 16 stycznia 1997 roku przepisów.

A4.2 CHARAKTERYSTYKA ISTNIEJĄCEGO SYSTEMU EWIDENCJI GRUNTÓW I BUDYNKÓW

Aktualnie funkcjonująca ewidencja gruntów i budynków została w głównej mierze opracowana w oparciu o *dekret z 2 lutego 1955 r. o ewidencji gruntów i budynków /Dz. U. z dnia 15 lutego 1955 r Nr 6 poz. 22/*.

Materiałami bazowymi dla ewidencji gruntów były: kataster austriacki, kataster pruski i kataster rosyjski, operaty parcelacyjne i scaleniowe oraz tzw. nowe pomiary. Ujednoliceniu, usystematyzowaniu i doprowadzeniu do jednakowej formy operatów ewidencyjnych sprzyjało wprowadzenie w życie *Zarządzenia Ministrów Rolnictwa i Gospodarki Komunalnej z 20 marca 1969 r. "w sprawie ewidencji gruntów" /MP Nr 11 poz. 98 z dn. 25 marca 1969r/*.

Sposób zakładania i prowadzenia ewidencji gruntów określają przepisy zawarte w załączniku do ww. Zarządzenia pt. „Zasady i sposób zakładania i prowadzenia ewidencji gruntów oraz sporządzania wykazu gruntów” - powszechnie znane pod nazwą „ZASADY”.

Na podstawie art. 58 ustawy prawo geodezyjne i kartograficzne utracił moc wspomniany dekret. Obowiązują natomiast nadal wymienione wyżej „ZASADY” z tym jednak, że w art. 26 ust. 2 pkt. 1 Ustawy prawo geodezyjne i kartograficzne jest delegacja dla Ministrów Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa oraz Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej do określenia w drodze rozporządzenia: „sposobu zakładania i prowadzenia ewidencji gruntów i budynków oraz szczegółowego zakresu informacji objętych tą ewidencją, sposobu i terminów sporządzania terenowych i krajowych zestawień zbiorczych danych objętych ewidencją, a także rodzajów budynków, które nie będą wykazywane w ewidencji”.

Dokumentacja ewidencji gruntów jest kompletowana i prowadzona dla jednostek ewidencyjnych, które pokrywają się z obszarami administracyjnymi gmin, miast lub dzielnic w miastach podzielonych na dzielnice. Dokumentacja ta nazywa się operatem ewidencyjnym.

Dla celów związanych z techniką zakładania i prowadzenia ewidencji gruntów obszar jednostki ewidencyjnej dzieli się na obręb. Obręb stanowi: wieś, małe miasto a w granicach większych miast lub dzielnic, obszar około 100 ha zawarty w granicach naturalnych, jak drogi, wody, ulice bądź zwarte jednostki urbanistyczne, których granice zazwyczaj są historycznie ukształtowane przez kontury obiektów naturalnych i topograficznych. Operaty poszczególnych obrębów wchodzących w skład jednostki ewidencyjnej stanowią operat ewidencyjny tej jednostki. Operaty ewidencyjne składają się z części archiwalnej i ewidencyjnej, która stanowi dokumentację jawną.

Część ewidencyjna obejmuje mapę ewidencyjną i rejestry gruntów oraz pomocniczą dokumentację tj.: skorowidze alfabetyczne właścicieli i osób władających gruntami, skorowidze działek, zestawienia gruntów oraz zbiory dowodów uzasadniających dokonywania wpisów i zmian w dokumentacji ewidencyjnej.

Mapy ewidencyjne obejmują swoją treścią granice podziału administracyjnego, granice i numery działek, granice i oznaczenia użytków gruntowych i klas bonitacyjnych, budynki z ich numerami i symbolami oraz dane opisowo informacyjne. Mapy ewidencyjne stanowią nakładki mapy zasadniczej i są sporządzane w układzie sekcyjnym. Duża jednak część map ewidencyjnych sporządzona jest w układach jednostkowych nie zawierająca pełnej treści ewidencyjnej. Dlatego też z uwagi na różny materiał źródłowy oraz stopień urbanizacji obrębu najczęściej spotykanymi skalami map ewidencyjnych są: 1 : 500, 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 2 880, 1 : 4 000, 1 : 5 000.

Podstawowym obiektem ewidencji gruntów jest działka, którą w podstawowej formule zdefiniowano jako obszar ograniczony gruntami stanowiącymi przedmiot odrębnego władania. Działka jest najmniejszym elementem powierzchniowym, któremu przypisuje się dane ewidencyjne. Działka może obejmować całą nieruchomość lub jej część. Na jedną działkę mogą również składać się części nieruchomości pochodzących z różnych ksiąg wieczystych.

Informacje o gruntach podaje się w odniesieniu do działki. Dane te obejmują: numer działki, położenie, granice, powierzchnię, rodzaj użytków i klas bonitacyjnych i ich powierzchnie, nazwisko /nazwę/ i adres właściciela oraz władającego, numer księgi wieczystej.

Działki położone na obszarze danego obrębu, będące własnością lub we władaniu tej samej osoby fizycznej lub prawnej albo innej organizacji tworzą jednostkę rejestrową a zatem

jednostka rejestrowa obejmuje jedną lub kilka działek położonych w granicach jednego obrębu i łączy podmiotowość i przedmiotowość danych ewidencyjnych.

Rejestr gruntów jest spisem wszystkich działek zebranych wg ich przynależności do poszczególnych jednostek rejestrowych położonych w granicach danego obrębu i zestawionych w kolejności numerów tych jednostek rejestrowych.

Udokumentowane prawo własności, upoważnia wpisanie w rejestrze gruntów, osoby wymienionej w akcie własności jako właściciela danej działki. Osoby nie legitymujące się dowodem potwierdzającym prawo do gruntu, wpisane są w ewidencji gruntów jako władający. Należy tutaj zwrócić uwagę, iż pojęcie "władającego", w dokumentacji ewidencyjnej, nie ma odpowiednika wśród praw rzeczowych, ustalonych w kodeksie cywilnym lub przepisach szczegółowych. Nie można również utożsamiać jednostki rejestrowej z nieruchomością czy gospodarstwem.

Według stanu na wrzesień 1996 roku rejestr gruntów dla około 80% obszarów na terenach wiejskich i około 75% na terenach miast prowadzony jest w systemie informatycznym. Najpopularniejszym w Polsce programem do prowadzenia ewidencji gruntów jest opracowany w Akademii Rolniczej we Wrocławiu przez dr inż. T. Lasotę Mikrokomputerowy System Ewidencji Gruntów nazwany MSEG. Program MSEG lub jego odmiany wprowadzono w 34 województwach. Drugi pod względem popularności jest program EWGRUN funkcjonujący w 3 województwach.

Sens istnienia ewidencji gruntów zawiera się w obowiązku utrzymania operatu ewidencyjnego w stanie aktualnym tj. w zgodności ze stanem faktycznym i prawnym.

Wprowadzanie zmian odnosi się zarówno do danych podmiotowych a więc osoby właściciela lub władającego jak i przedmiotowych tj. dotyczących działki. Zmiany w operacie ewidencji gruntów wprowadza się w wyniku zgłoszenia /na wniosek/ osób zainteresowanych lub z urzędu. Wprowadzenie zmian dokonuje się na podstawie ostatecznych decyzji właściwego organu. Zmiany wynikające z nadesłania przez sądy, notariaty, organy administracji rządowej i samorządowej - odpisów prawomocnych orzeczeń, aktów notarialnych, decyzji i uchwał, wprowadza się do operatu ewidencji gruntów bezzwłocznie z urzędu. Kierownik Urzędu Rejonowego jako organ prowadzący ewidencję gruntów jest zobowiązany zawiadomić bezzwłocznie właściwy organ podatkowy o każdej zmianie w operacie ewidencji gruntów. Dla utrzymania aktualności operatu ewidencji gruntów w okresach 5 letnich, powinien być poddawany kontroli terenowej.

Odrisy, wyrisy, odpisy, wyciągi i kopie z operatów ewidencyjnych wydaje się na wniosek właścicieli lub władających oraz zainteresowanych organów administracji państwowej. Ww. dokumenty mogą być wydawane również osobom upoważnionym przez strony.

Dla założenia księgi wieczystej sporządza się na zamówienie zainteresowanych stron wypis z rejestru gruntów i wyris z mapy wg stanu wykazanego w ewidencji.

A4.3 PRZEKSZTAŁCANIE EWIDENCJI GRUNTÓW I BUDYNKÓW W NOWOCZESNY KATASTER NIERUCHOMOŚCI

Komisja 7 Międzynarodowej Federacji Geodetów ds. katastru i gospodarki gruntami w 1994 roku zdefiniowała kataster następująco:

Kataster jest opartym na działkach gruntu aktualnym systemem informacji o terenie, zawierającym rejestr praw rzeczowych do gruntu. Obejmuje on zwykle geometryczny opis działek gruntu w powiązaniu z innymi rejestrami opisującymi charakter tych praw, jak też często wartości działek i ich zmiany. Może on być ustanowiony dla celów fiskalnych (np.

wycena i obiektywna taksacja), prawnych (przeniesienie własności), jako środek pomocniczy gospodarki przestrzennej (np. dla planowania i innych celów administracyjnych), oraz umożliwia ciągłość rozwoju i zabezpieczenia środowiska.

Na podstawie delegacji ustawowej Minister Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa oraz Minister Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej wydali 17 grudnia 1996 roku Rozporządzenie w sprawie ewidencji gruntów i budynków. W akcie tym uregulowano:

- sposób zakładania i prowadzenia ewidencji,
- zakres informacji szczegółowych objętych tą ewidencją,
- sposób i terminy sporządzania terenowych i krajowych zestawień zbiorczych,
- rodzaje budynków, które nie będą wykazywane w ewidencji.

Celem ewidencji gruntów i budynków jest gromadzenie i dostarczanie danych na potrzeby zagospodarowania przestrzennego, wymiaru podatków, innych obciążeń publiczno-prawnych, oznaczenia nieruchomości w księgach wieczystych, statystyki publicznej i gospodarki gruntami oraz zapewnienia ochrony interesów majątkowych stron obrotu nieruchomościami. Można zatem stwierdzić, że intencją Obyu Ministrów było przekształcenie dotychczasowej ewidencji gruntów i budynków a w zasadzie funkcjonującej tylko ewidencji gruntów, w kataster wielozadaniowy.

Punktem wyjścia powinno być spożytkowanie w całości informacji z istniejącej ewidencji gruntów i danych z państwowego zasobu geodezyjno-kartograficznego.

Ewidencja gruntów i budynków obejmie całe terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, z wyjątkiem morza terytorialnego i stanowić będzie podstawę krajowego systemu informacji o terenie. Zarówno w naukowym jak i praktycznym podejściu do budowania systemów informacji o terenie ugruntowany jest pogląd, że ewidencja gruntów i budynków powinna stanowić pierwszy etap jego tworzenia. Zbiory danych zgromadzone w poszczególnych jednostkach ewidencyjnych (gminach) wchodzi do lokalnej bazy danych krajowego systemu informacji o terenie.

W ewidencji gruntów wyróżnia się podmiotowy i przedmiotowy zakres informacji. Podmiotami ewidencji są właściciele, współwłaściciele gruntów i budynków oraz wieczysci użytkownicy i samoistni posiadacze gruntów.

Przedmiotami ewidencji są działki gruntu - ciągle obszary powierzchni ziemskiej jednolite ze względu na stan prawny oraz budynki - obiekty budowlane, trwale związane z gruntem, wydzielone z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych oraz posiadające fundamenty i dach a także część budynku stanowiącą segment pionowy w układzie bliźniaczym lub szeregowym będącą przedmiotem odrębnych praw własności.

Zakres danych zawartych w zbiorze „Wykaz podmiotów” obejmuje:

- oznaczenie podmiotu tj. nazwisko, imiona, imię ojca i matki, adres stałego pobytu, identyfikator PESEL lub inny jednoznaczny identyfikator w ramach gminy,
lub w przypadku osoby prawnej
nazwę pełną i skróconą, siedzibę, identyfikator REGON, numer rejestru podmiotów gospodarczych lub inny jednoznaczny identyfikator w ramach gminy,
lub
„Skarb Państwa” i pełna nazwa jednostki organizacyjnej go reprezentującej oraz jej siedziba,

lub

Pełna nazwa gminy (związku międzygminnego) i jej (jego) siedziba.

- określenie rodzaju współwłasności lub współużytkowania wieczystego,
- udział we wspólności ustawowej,
- numer grupy rejestrowej.

W części przedmiotowe dane ewidencyjne działki obejmują: datę ostatniej weryfikacji danych, unikalny w skali kraju identyfikator działki, identyfikator jednostki rejestrowej, numer ewidencyjny władającego, opis położenia działki, numer rejonu statystycznego i obwodu spisowego, wartość gruntu - o ile jest znana, pole powierzchni ewidencyjnej, powierzchnie użytków z podziałem na klasy gruntu, oznaczenie księgi wieczystej lub innego dokumentu określającego własność, oznaczenie gospodarstwa rolnego (leśnego), zgodnie z danymi organu właściwego w sprawach podatkowych, numer wpisu do rejestru zabytków.

Rozporządzenie, znacznie poszerzyło szczegółowy zakres danych w stosunku do poprzednio obowiązującej ewidencji gruntów. Przede wszystkim dotyczy to danych o budynkach i lokalach. Wśród danych o budynkach znajdują się: numer działki na której aktualnie wzniesiony jest budynek, adres budynku, numer i data wpisu do rejestru zabytków, rodzaj i funkcja budynku, wartość budynku o ile jest znana, rok zakończenia budowy lub ostatniej modernizacji, powierzchnia zabudowy, liczba kondygnacji nadziemnych, podstawowe cechy konstrukcyjne, konstrukcja i pokrycie dachu, wyposażenie w instalacje techniczne, liczba lokali mieszkalnych, liczba lokali o innym przeznaczeniu, liczba garaży.

W odniesieniu do lokali rejestruje się:

- w przypadku lokali mieszkalnych - lokale stanowiące odrębną własność, ich numer, powierzchnię użytkową, oznaczenie księgi wieczystej lub zbioru dokumentów,
- w przypadku lokali o innym przeznaczeniu - numer lokalu, funkcję lokalu, powierzchnię użytkową, oznaczenie księgi wieczystej lub zbioru dokumentów.

W przypadku garaży rejestruje się numer garażu i jego powierzchnię użytkową.

W rozporządzeniu przyjęto pojęcie nieruchomości zgodne z ustawą kodeks cywilny a ponadto wprowadzono pojęcie jednostki rejestrowej gruntowej i budynkowej odpowiadającej nieruchomościom gruntowym lub budynkowym położonym w granicach danego obrębu co powinno znacznie ułatwić powiązanie ewidencji z księgami wieczystymi.

Zachowano gminę jako jednostkę ewidencyjną dla której zakłada się operat ewidencyjny oraz obręb jako element techniczny utrwalony w wielu dokumentach. Przy projektowaniu przebiegu granic obrębów nakazano uwzględnienie podziału na rejonu statystyczne i obwody spisowe poprzez uzgodnienie granic obrębów z właściwymi miejscowo organami statystycznymi i zagospodarowania przestrzennego.

Zmieniono nieznacznie istniejący podział na grupy użytków dodając użytki ekologiczne, które przyjmowane są do ewidencji na podstawie rozporządzenia właściwego wojewody wydanego w trybie art. 32 ustawy o ochronie przyrody. Do użytków ekologicznych zalicza się zasługujące na ochronę pozostałości ekosystemów, takich jak naturalne zbiorniki wodne, śródpolne i śródleśne „oczka wodne”, kępy drzew i krzewów, bagna torfowiska, wydmy, płaty nie użytkowanej roślinności, starorzecza, wychodnie skalne, skarpy, kamienice itp.

Zmieniono całkowicie **grupy rejestrowe**, dostosowując je do procesu transformacji mienia Skarbu Państwa, powstania mienia Gmin i innych osób prawnych. Wyróżniono następujące grupy rejestrowe:

1. Grunty Skarbu Państwa, z wyłączeniem gruntów przekazanych w użytkowanie wieczyste,
 - 1.1 grunty wchodzące w skład Zasobu Własności rolnej Skarbu Państwa,
 - 1.2 grunty znajdujące się w zarządzie lub posiadaniu Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe,
 - 1.3 grunty znajdujące się w zarządzie lub posiadaniu państwowych jednostek organizacyjnych, z wyłączeniem Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe,
 - 1.4 pozostałe grunty Skarbu Państwa.
2. Grunty Skarbu Państwa przekazane w użytkowanie wieczyste,
3. Grunty państwowych osób prawnych,
4. Grunty gmin i związków międzygminnych, z wyłączeniem gruntów przekazanych w użytkowanie wieczyste,
 - 4.1 grunty tworzące zasób gruntów komunalnych,
 - 4.2 grunty komunalne znajdujące się w zarządzie lub posiadaniu jednostek organizacyjnych gmin i związków międzygminnych,
 - 4.3 pozostałe grunty gminy (związków międzygminnych).
5. Grunty gmin i związków międzygminnych, przekazane w użytkowanie wieczyste,
6. Grunty komunalnych osób prawnych,
7. Grunty osób fizycznych,
 - 7.1 grunty wchodzące w skład gospodarstw rolnych,
 - 7.2 grunty nie wchodzące w skład gospodarstw rolnych.
8. Grunty spółdzielni,
9. Grunty kościołów i związków wyznaniowych,
10. Grunty wspólnot gruntowych,
11. Grunty osób prawnych nie wymienionych w grupach poprzednich.

Rozporządzenie przyjmuje, że ewidencja gruntów i budynków musi być w pełni ziformatyzowana zarówno w części opisowej jak i kartograficznej. Wojewoda zapewnia współdziałanie organu prowadzącego ewidencję z ośrodkiem dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej między innymi w celu zapewnienia właściwego zabezpieczenia zbiorów a także ustala administratora sieci komputerowej oraz określa tryb udzielania i zakres uprawnień dla poszczególnych użytkowników sieci.

A4.4 KATASTER NIERUCHOMOŚCI A ZDJĘCIA LOTNICZE

W celu opisanie przedmiotów ewidencji gruntów i budynków - katastrze nieruchomości wykorzystuje się dane gromadzone w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym. Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa geodezyjnego i kartograficznego wykonawca zdjęć lotniczych obowiązany jest przekazać ich negatywy do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

Powyższe przepisy stanowią prawną podstawę wykorzystania zdjęć lotniczych do opisu przedmiotów ewidencji tj. działek gruntu i budynków.

Usytuowanie działek i budynków w przestrzeni przedstawione jest na mapie zwanej mapą ewidencyjną. Mapa ewidencyjna jest mapą numeryczną, prowadzoną w postaci wekto-

rowej, obiektowej i stanowi element treści obligatoryjnej mapy zasadniczej. Mapa ewidencyjna między innymi zawiera:

- granice jednostek terytorialnego podziału państwa,
- granice działek,
- opis i kontury użytków gruntowych w tym ekologicznych,
- opis i kontury klas gleboznawczych,
- usytuowanie budynków,
- nazwy ulic i oznaczenia dróg publicznych.

Położenie działki określa się przez podanie współrzędnych punktów granicznych uzyskanych z pomiarów bezpośrednich lub fotogrametrycznych. Ustalenie przebiegu granic działek następuje w trybie: rozgraniczeń, podziałów, scaleń i wymian gruntów, scaleń pod skoncentrowane budownictwo jednorodzinne, sądowym w zakresie dowodów stanowiących podstawę rozstrzygnięć sądowych oraz decyzji administracyjnych oraz innym obejmującym protokolarne ustalenie granic nieruchomości.

Błąd określenia położenia stabilizowanych punktów granicznych w stosunku do punktów osnowy geodezyjnej, nie powinien przekraczać 0,10 m.

Natomiast położenie konturów użytków gruntowych i klas gleboznawczych uzyskuje się z pomiarów bezpośrednich lub w drodze digitalizacji map analogowych albo ofototomapy.

A4.5 WYKORZYSTANIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH I ORTOFOTOMAP DO PORÓWNIANIA STANU WŁASNOŚCI LUB WŁADANIA (EWIDENCJA) I FAKTYCZNEGO STANU UŻYTKOWANIA

Zadanie 1. Ocena zgodności położenia elementów treści mapy ewidencyjnej na tle ortofotomapy (na wskazanym obszarze - po kilka działek na mapach w różnych skalach)

- porównanie powierzchni działek ewidencyjnych z powierzchniami faktycznie użytkowymi
- lokalizacja niezgodności przekraczających błędy położenia punktów granicznych
- lokalizacja niezgodności położenia budynków

Materiały: Ortofotomapa i wektorowa numeryczna mapa ewidencyjna w skalach.

- 1 : 500 i 1 : 1 000 - tereny miejskie o dużym stopniu zainwestowania,
- 1 : 2 000 - tereny wiejskie,
- 1 : 5 000 - tereny rolne i leśne.

Wynik: *RAPORT Z OCENY ZGODNOŚCI TREŚCI MAPY EWIDENCYJNEJ ZE STANEM PRZEDSTAWIONYM NA ORTOFOTOMAPIE*

A4.6 AKTUALIZACJA EWIDENCJI GRUNTÓW I BUDYNKÓW NA PODSTAWIE ORTOFOTOMAPY CYFROWEJ

- Zadanie:
- ◊ Wnieść na mapę ewidencyjną brakujące budynki w oparciu o ortofotomapę
 - ◊ Porównać otrzymane położenie budynków z wynikami pomiarów terenowych
 - ◊ Ocenić możliwości aktualizacji lub korekty granic działek i użytków w oparciu o ortofotomapę
 - ◊ Dokonać oceny otrzymanych wyników

Materiał: RAPORT z cz. 4.5.

Pomiary terenowe elementów mapy ewidencyjnej (budynków, granic działek - prawnych, stabilizowanych, użytków w wybranych obszarach - numeryczna mapa ewidencyjna z bezpośredniego pomiaru - wskazane wcześniej obszary na których występują braki elementów treści i niezgodności)

Wynik: *RAPORT Z DOKONANYCH ZMIAN W MAPIE EWIDENCYJNEJ*

A4.7 WYKRYWANIE SAMOWOLI BUDOWLANEJ ORAZ BUDOWLI WZNIESIONYCH NIEZGODNIE Z MIEJSCOWYM PLANEM ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO

Wojciech Tokarski

A4.7.1 Zarys systemu planowania przestrzennego

Zadania w sferze planowania przestrzennego ustawa dzieli pomiędzy państwo i gminę. Rozwiązanie takie zakłada wielopoziomową strukturę planowania przestrzennego.

Na system ten składają się:

- akty planowania ogólnego,
- akty planowania specjalistycznego.

Na system aktów planowania ogólnego składają się:

- na poziomie gminy:
 - studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego;
 - miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego;
- na poziomie województwa:
 - studium zagospodarowania przestrzennego województwa;
- na poziomie kraju:
 - koncepcja polityki przestrzennego zagospodarowania kraju.

Na system aktów planowania specjalistycznego składają się:

- wojewódzkie programy, zawierające zadania rządowe służące realizacji ponadlokalnych celów publicznych;
- programy zawierające zadania rządowe służące realizacji ponadlokalnych celów publicznych, sporządzane przez naczelne i centralne organy administracji państwowej.

A4.7.2 Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego

Podstawę systemu aktów planowania ogólnego stanowi miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego. Plan ten jest w świetle ustawy przepisem „gminnym” co oznacza, że jest aktem prawnym powszechnie obowiązującym. Wiąże zarówno organy gminy, instytucje publiczne, a także obywateli. Wraz z przepisami ustawy i przepisami szczególnymi stanowi podstawę wydawania decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.

Wszystkie inne akty planowania pełnią funkcje informacyjno - koordynacyjne i nie wywołują bezpośrednich skutków prawnych dla obywateli, w tym dla właścicieli gruntów.

Plan składa się z:

- części tekstowej, zawierającej ustalenia planowe,
- oraz z części graficznej;
- do planu dołącza się prognozę skutków wpływu ustaleń planu na środowisko przyrodnicze.

Część graficzna jest integralną częścią planu czyli ma moc wiążącą. Prognoza zawiera informacje o przewidywanych skutkach przyrodniczych gospodarowania przestrzenią i nie jest aktem prawnym czyli nie jest wiążąca dla obywateli jak i dla gminy.

A4.7.3 Decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu

Potencjalny inwestor chcący realizować obiekt wymagający pozwolenia na budowę jest zobowiązany do wystąpienia z wnioskiem do właściwego organu, którym jest wójt, burmistrz

lub prezydent miasta, o wydanie decyzji. Warunek ten wynika z Ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym.

Wniosek winien zawierać:

- określenie granicy terenu objętego wnioskiem, na mapie umożliwiającej identyfikację terenu w planie zagospodarowania przestrzennego. Ponadto, na kopii mapy zasadniczej lub jednostkowej winny być określone granice własności wraz z wykazem nazwisk i adresów właścicieli działki przeznaczonej pod inwestycję oraz działek położonych w bezpośrednim sąsiedztwie,
- określenie planowanej funkcji sposobu zagospodarowania terenu oraz charakterystyki zabudowy,
- zapotrzebowanie na wodę i energię oraz sposób odprowadzenia ścieków oraz innych ewentualnych potrzeb w zakresie infrastruktury technicznej,
- określenie parametrów technicznych inwestycji oraz dane dotyczące jej wpływu na środowisko (w przypadku inwestycji szczególnie uciążliwych należy wykonać ocenę oddziaływania na środowisko)

Kiedy inwestycja jest planowana w szczególnym miejscu lokalizacji lub wymaga tego jej charakter, czy też ustalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, wniosek należy uzupełnić o koncepcję architektoniczno - urbanistyczną wraz z projektem scalenia gruntów.

Decyzja wydawana jest po uprzednim dokonaniu uzgodnień lub uzyskaniu decyzji wymaganych ustawą o zagospodarowaniu przestrzennym. Tryb podejmowania decyzji zależy od dwóch przesłanek:

- czy dla danego terenu jest uchwalony miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (mpzp),
- oraz czy ten plan ma charakter obowiązkowy.

W przypadku gdy plan został uchwalony, to na jego podstawie właściwy organ, po dokonaniu wymaganych uzgodnień podejmuje omawianą decyzję. Natomiast jeżeli takiego planu brak i nie ma on charakteru obowiązkowego, to po wcześniejszym przygotowaniu decyzji przez osobę z uprawnieniami urbanistycznymi, odbywa się rozprawa administracyjna. Następnie właściwy organ przedstawia propozycję wojewodzie, który w terminie 30 dni stwierdza jej zgodność lub niezgodność z prawem.

W przypadku gdy brak jest obowiązkowego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, postępowanie administracyjne zostaje zawieszone do czasu uchwalenia brakującego planu.

Decyzja o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu określa:

- rodzaj inwestycji,
- warunki wynikające z mpzp,
- warunki zabudowy i zagospodarowania terenu wynikające z przepisów szczególnych,
- warunki obsługi w zakresie infrastruktury technicznej,
- wymagania dotyczące osób trzecich,
- linie rozgraniczające teren inwestycji, wyznaczone na mapie w odpowiedniej skali,
- okres ważności decyzji.

W przypadku terenów wymienionych poniżej wymagane jest uzyskanie dodatkowych decyzji, których potrzeba uzyskania wynika z przepisów szczególnych.

Są to tereny:

- na których miała miejsce działalność rolnicza lub leśna,

- grunty wchodzące w skład parków narodowych,
- grunty pod lasami ochronnymi.

Dodatkowe ograniczenia wynikają z następujących aktów prawnych:

- ustawa o ochronie dóbr kultury i muzeach,
- ustawa Prawo Wodne,
- ustawa o drogach publicznych,
- ustawa o ochronie przyrody.

A4.7.4 Pozwolenie na budowę

Pozwolenie na budowę jest decyzją wydaną na podstawie przepisów prawa budowlanego przez właściwy terytorialnie organ państwowego nadzoru budowlanego. Przed wydaniem pozwolenia organ bada wnioski wraz z wymaganymi przez Prawo Budowlane załącznikami.

Badanie jest przeprowadzane w dwóch zakresach:

- zakres I
 1. zgodność projektu zagospodarowania działki lub terenu z:
 - miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego i wymagania ochrony środowiska,
 - wymaganiami decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu,
 - przepisami, w tym techniczno - budowlanymi,
 2. kompletność projektu budowlanego i posiadanie wymaganych opinii,
 3. wykonanie projektu przez osobę posiadającą wymagane uprawnienia budowlane.
- zakres II
 - obejmuje badanie zgodności projektu architektoniczno - budowlanego z przepisami techniczno - budowlanymi oraz z obowiązującymi normami.

Wydając pozwolenie na budowę organ nadzoru budowlanego określa:

- szczegółowe warunki zabezpieczenia terenu budowy i prowadzenia robót,
- czas użytkowania tymczasowych obiektów budowlanych,
- termin rozbiórki tymczasowych obiektów budowlanych oraz istniejących obiektów nie przewidzianych do dalszego użytkowania,
- wymagania dotyczące nadzoru,
- oraz jeśli jest to uzasadnione względami bezpieczeństwa ludzi i mienia lub ochrony środowiska, nakłada obowiązek uzyskania pozwolenia na użytkowanie.

Konieczność uzyskania pozwolenia na użytkowanie jest stosowana z reguły na obiekty będące zakładami pracy.

Wydaną decyzję organ nadzoru budowlanego przesyła organowi, który wydał decyzję o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.

Pozwolenie na budowę wygasa jeżeli budowa nie została rozpoczęta przed upływem 2 lat, lub gdy budowa została przerwana na okres dłuższy niż dwa lata.

W przypadku prowadzenia robót budowlanych bez ważnego pozwolenia na budowę inwestorowi grozi rozbiórka wybudowanego obiektu lub jego części. Natomiast jeżeli upłynęło 5 lat od dnia zakończenia budowy, właściciel jest zobowiązany do uzyskania pozwolenia na użytkowanie obiektu. Jeżeli nie uzyska takiego pozwolenia, właściwy organ nakaze w drodze decyzji administracyjnej rozbiórkę.

A4.7.5 Geodezyjna dokumentacja powykonawcza - tryb wnoszenia budynków na mapę zasadniczą i mapę ewidencyjną

Artykuł 3 prawa budowlanego, punkt 13 i 14 przewiduje, że w skład dokumentacji budowy wchodzi także operaty geodezyjne dotyczące wytyczenia, obsługi geodezyjnej budowy oraz pomiarów powykonawczych. Rodzaj i zakres opracowań geodezyjno - kartograficznych oraz czynności geodezyjne obowiązujące w budownictwie reguluje Rozporządzenie ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21.02.1995r. Rozdział 5 par. 17 rozporządzenia nakłada obowiązek wykonania geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej w celu zebrania aktualnych danych o przestrzennym rozmieszczeniu elementów zagospodarowania działki. Wyniki pomiaru powykonawczego służą nadzorowi budowlanemu do stwierdzenia zgodności posadowienia obiektów z projektem oraz zgodnie z rozdziałem 6 do wniesienia zmian na mapie zasadniczej, ewidencji gruntów i budynków.

Tryb przeprowadzenia inwentaryzacji geodezyjnej jest następujący:

- inwestor wnioskuje o wykonanie inwentaryzacji,
- geodeta posiadający odpowiednie uprawnienia składa zgłoszenie roboty do właściwego terenowo ośrodka dokumentacji geodezyjno - kartograficznej,
- ośrodek wydaje dokumenty źródłowe,
- po wykonaniu pomiaru geodeta wnosi wyniki na mapę zasadniczą i ewidencyjną lub w przypadku ich braku na mapę jednostkową,
- porównuje wyniki pomiaru z projektem i w przypadku zgodności przekazuje dokumenty do ośrodka, a kopię mapy zleceńodawcy,
 - w przypadku różnic z projektem inwestor jest zobowiązany do zmiany lokalizacji obiektu lub do wykonania projektu zastępczego sankcjonującego nowe położenie.

A4.7.6 Wyszukiwanie w oparciu o ortofotomapę samowoli budowlanych oraz lokalizowanie budynków wzniesionych w terenach przeznaczonych w planie zagospodarowania przestrzennego na inne cele

Zadanie jest znacznie uproszczone jeżeli jesteśmy w posiadaniu ortofotomapy w skali mapy zasadniczej lub mapy ewidencji gruntów i budynków.

A4.7.6.1 Zadanie I:

- należy przyłożyć matrycę mapy zasadniczej do obrazu ortofotomapy i zlokalizować obiekty budowlane nieistniejące na mapie. ponieważ, każdy inwestor realizujący obiekt wymagający pozwolenia na budowę jest zobowiązany do wykonania inwentaryzacji powykonawczej, należy sądzić, że brakujące obiekty na mapie są przykładami samowoli budowlanej.

A4.7.6.2 Zadanie II:

- należy przyłożyć wydrukowany (wykreślony) na materiale przezroczystym obraz graficzny planu zagospodarowania przestrzennego. Na podstawie charakterystycznego wyglądu obiektów budowlanych można stwierdzić, że niektóre z nich są wybudowane niezgodnie z funkcją przypisaną terenowi w planie zagospodarowania.

Niedogodności tej metody:

- niektóre obiekty budowlane, mimo, że zostały bez uzyskania pozwolenia na budowę mogą być naniesione na mapę zasadniczą i pochodne. Wynika to z praktyki stosowanej przez geodetów, którzy w trakcie wykonywania map dc. projektowych zamierzają wszystkie budynki, bez różnicy czy były realizowane zgodnie z prawem budowlanym czy nie,

- brak na niektóre tereny mapy zasadniczej lub na mapę ewidencji gruntów nie są wniesione obiekty budowlane.

Land Information System

PL. 9206-02-04/II

KOMPLEKSOWE WYKORZYSTANIE INFORMACJI ZE ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Zestaw B

Skrypt został przygotowany na zamówienie Głównego Geodety Kraju, w ramach projektu PHARE PL. 9206-02-04/II, przez:

- ⇒ Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH w Krakowie;
- ⇒ Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej w Sieradzu wchodzące w skład Konsorcjum „AEROFOTO 97”.

B2. PLANOWANIE PRZESTRZENNE I URBANISTYKA

Daniel Rutkowski

Ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym określa zakres oraz sposób postępowania w sprawach przeznaczania terenów na określone cele i ustalania zasad ich zagospodarowania, przyjmując ekorozwój jako podstawę tych działań, a także określa zasady i tryb rozwiązywania konfliktów terenowych między interesami obywateli, wspólnot samorządowych i państwa [5].

Urbanistyka - nauka o zasadach planowania przestrzennego miast i terenów przeznaczonych pod zabudowę oraz ich powstawaniu i historycznym rozwoju.

Urbanizacja - proces przedstawiający rozwój ośrodków miejskich i innych terenów zamieszkałych pod wpływem przemysłu, handlu, usług i rolnictwa, powodujący napływ ludności wiejskiej do miast, powiększanie się obszarów miejskich, udział w tym procesie ludności miejskiej oraz upowszechnienie miejskich wartości kulturowych i stylu życia.

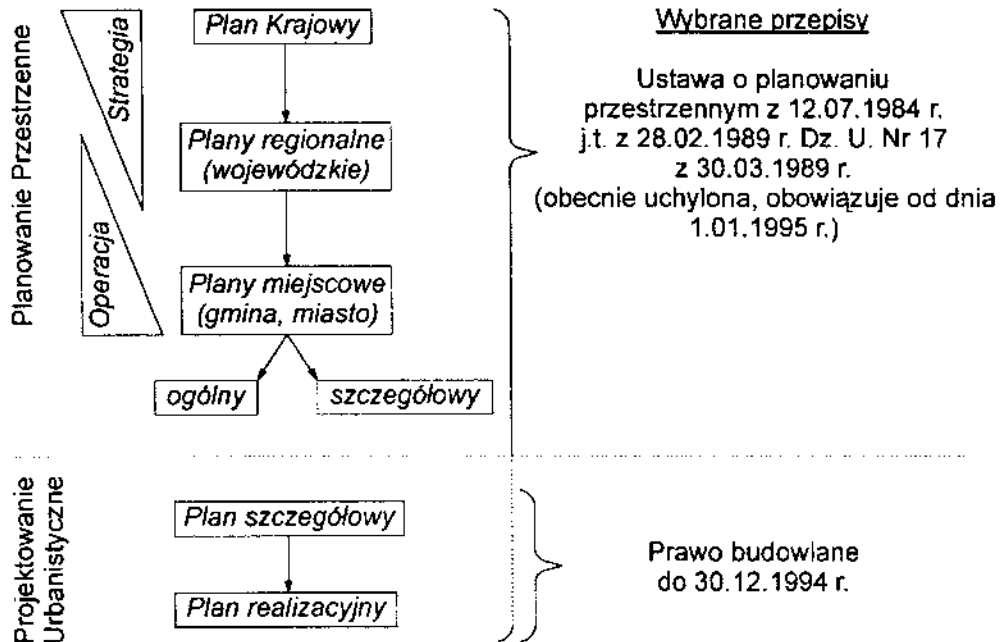
Na następnych stronach przedstawiam schematyczny układ władzy państwowej i samorządowej opartej na układzie wg Montesquieu (Monteskiusza) - rys.1 - oraz schemat blokowy uproszczony planowania przestrzennego i projektowania urbanistycznego według przepisów obowiązujących do 30.12.1994 r. (rys.2) i taki sam schemat według przepisów obowiązujących od 1.01.1995 roku (rys.3) [3, 4, 5]. Według nowej ustawy z 7.07.94 r. Art. 67 ust. 1 miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego obowiązujące w dniu 1.01.1995 r. tracą moc po upływie 5 lat, to znaczy w dniu 31.12.1999 r.

Z przedstawionych treści wynika, że obecnie nie jest możliwe stworzenie pełnego systemu wykonywania planów dla różnych szczebli podziału administracyjnego kraju, bo władze wybieralne, które zatwierdzają plany, są tylko w gminie samorządowej i na szczeblu kraju - sejm i senat. Ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym przewiduje wykonanie planów tylko dla gminy lub jej części; na pozostałych szczeblach (województwo i kraj) wykonuje się tylko studia zagospodarowania przestrzennego [5, 6].

	Władza ustawodawcza (organy przedstawicielskie wybieralne)	Władza wykonawcza (zarządzająca)	Sądy i instytucje kontrolne
władza państwowa	Państwo Sejm i Senat	Urząd Rady Ministrów	Sądy i inne organy kontrolne
	Województwo aktualnie brak	Urząd Wojewódzki	Sądy Wojewódzkie i inne wojewódzkie organy kontrolne
	Rejon lub powiat aktualnie brak	Urząd Rejonowy lub Powiatowy	Sądy Rejonowe i inne organy kontrolne
władza samorządowa	Gmina Rada Gminy (organ samorządowy)	Urząd Gminy	Aktualnie brak (kontrolę wykonują wyższe szczeble)

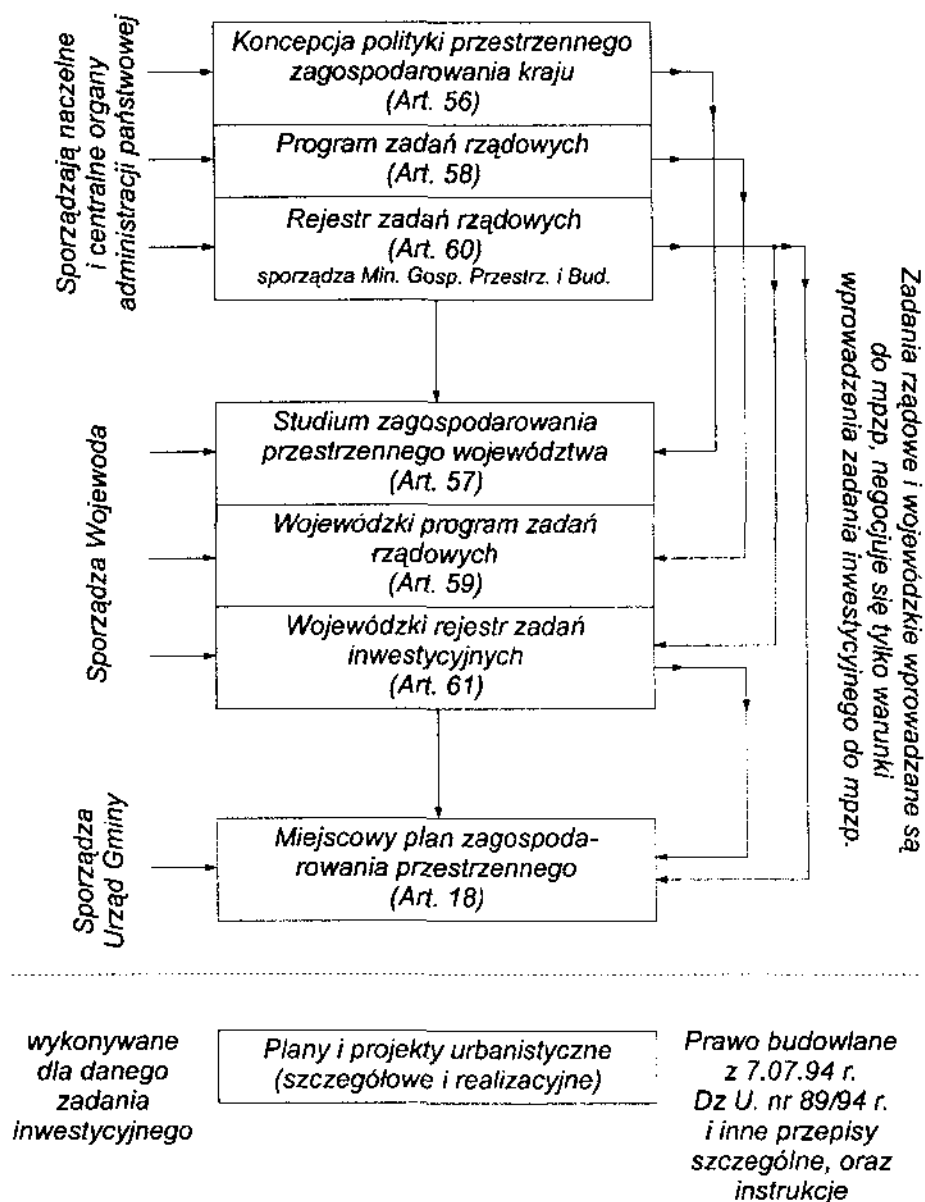
Rys. 1. Schemat władzy rządowej i samorządowej według Monteskiusza

SCHEMAT BLOKOWY UPROSZCZONY
planowania przestrzennego i projektowania urbanistycznego
wg ustawy z 12.07.1984 r. o planowaniu przestrzennym



Rys. 2.

- Linia ciągła, określa zakres uregulowań prawnych potrzebnych do podjęcia decyzji;
- Linia przerywana, określa zakres uregulowań, które należy uwzględnić przy podejmowaniu decyzji



Rys. 3. Schemat blokowy uproszczony. Zagospodarowanie przestrzenne kraju wg Ust. o zagospodarowaniu przestrzennym z 7.07.94 r. Dz. U. nr 89/94 r.

B2.1 WYKORZYSTANIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH W PLANOWANIU PRZESTRZENNYM I URBANISTYCE

W planowaniu przestrzennym i urbanistyce wykorzystuje się różnego rodzaju opracowania kartograficzne a w szczególności mapy w różnych skalach: od 1 : 1 000 do 1 : 50 000 a nawet 1 : 500 000 (tabele 1, 2 i 3).

Planowanie przestrzenne i urbanistyka w swej praktycznej działalności służą osobom fizycznym, osobom prawnym i władzy w państwie. Poniżej przedstawiony jest podział studiów dla planowania przestrzennego i skale map, na których te studia są wykonywane.

MAPY TEMATYCZNE DLA POTRZEB PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO

Tabela 1. Środowisko naturalne

Oznaczenia	Rodzaje map tematycznych	Skale (orientacyjne) map tematycznych w opracowaniach studialnych	
		Studia zagosp. przestrzennego	Plany miejscowe
1	2	3	4
1.1.	STUDIA GEOLOGICZNE		
1.1.1.	Budowa geologiczna podłoża	1 : 100 000 1 : 50 000	1 : 10 000
1.1.2.	Złoża surowców mineralnych		
1.1.3.	Tereny wodonośne odkryte podczas studiów geologicznych. Strefy ochronne		
1.1.4.	Wytrzymałość budowlana gruntów	1 : 25 000	1 : 5 000
1.1.5.	Zabytki przyrody nieożywionej	1 : 25 000	1 : 2 000
1.2.	STUDIA GEOMORFOLOGICZNE		
1.2.1.	Model kartograficzny ukształtowania powierzchni skorupy ziemskiej		
1.2.2.	Wysokości względne		
1.2.3.	Nachylenie powierzchni terenu		
1.2.4.	Cechy plastyczne terenu	1 : 25 000	1 : 5 000
1.3.	STUDIA WARUNKÓW WODNYCH		
1.3.1.	Wody podziemne		
1.3.2.	Wody powierzchniowe		
1.3.3.	Charakterystyka istniejących zasobów i warunków wodnych	1 : 25 000	1 : 5 000
1.4.	STUDIA KLIMATU		
1.4.1.	Usłonecznienie, nasłonecznienie (insolacja) i zachmurzenie	1 : 100 000	1 : 5 000
1.4.2.	Temperatury		
1.4.3.	Ciśnienie atmosferyczne i wiatry		
1.4.4.	Opady atmosferyczne	1 : 100 000	1 : 100 000
1.4.5.	Tereny inwersyjne		
1.4.6.	Wpływy klimatyczne lasów, zadrzewień przeciwwiatrowych i powierzchni wodnych		
1.4.7.	Charakterystyka mikroklimatów	1 : 100 000	1 : 10 000
1.5.	STUDIA GLEBOZNAWCZE		
1.5.1.	Typy gleb	1 : 25 000	1 : 10 000
1.5.2.	Klasyfikacja (bonitacja) gleb		
1.5.3.	Tereny narażone na erozję	1 : 25 000	1 : 2 000
1.6.	STUDIA FLORY I FAUNY		
1.6.1.	Szata roślinna		
1.6.2.	Fauna dzika		
1.6.3.	Ochrona flory i fauny (przyrodyżywionej)	1 : 100 000	
1.7.	DEWASTACJA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO	1 : 25 000	
1.8.	REGIONY FIZJOGRAFICZNE	1 : 100 000	

Tabela 2. Zagadnienia demograficzne

Oznaczenia	Rodzaje map tematycznych	Skale (orientacyjne) map tematycznych w opracowaniach studialnych	
		Studia zagosp. przestrzennego	Plany miejscowe
1	2	3	4
2.1.	ROZMIESZCZENIE LUDNOŚCI	1 : 100 000	1 : 2 000
2.2.	GĘSTOŚĆ ZALUDNIENIA, ZMIANY W PRZYJĘTYCH OKRESACH CZASU	1 : 100 000	1 : 2 000
2.3.	RUCH NATURALNY LUDNOŚCI	1 : 100 000	
2.4.	ZDROWOTNOŚĆ I WYPADKI	1 : 100 000	1 : 2 000
2.5.	STRUKTURA ZAWODOWA LUDNOŚCI, STAN ZATRUDNIENIA	1 : 100 000	
2.6.	MIGRACJE	1 : 100 000	
2.7.	DOJAZDY DO PRACY	1 : 100 000	
2.8.	RUCHY LUDNOŚCI W MIEŚCIE		
2.9.	RUCHY WZASOWE LUDNOŚCI	1 : 200 000	
2.10.	POJEMNOŚĆ LUDNOŚCIOWA BADANEGO OBSZARU	1 : 200 000	

Tabela 3. Zabudowa, urządzenie i użytkowanie terenu (zmiany dokonane w środowisku naturalnym przez człowieka)

Oznaczenia	Rodzaje map tematycznych	Skale (orientacyjne) map tematycznych w opracowaniach studialnych	
		Studia zagosp. przestrzennego	Plany miejscowe
1	2	3	4
3.1.	ZABUDOWA TERENU (SIEĆ OSADNICZA, KATASTER BUDYNKÓW)		
3.1.1.	Sieć osadnicza	1 : 25 000	
3.1.2.	Rodzaje i funkcje zabudowy jednostek osadniczych, zasięgi stref podmiejskich		
3.1.3.	Materiały i konstrukcje ścian i pokrycie (dachów) budynków (plany miejscowe)		
3.1.4.	Wiek, stan techniczny i wyposażenie budynków, budynki zabytkowe		
3.1.5.	Intensywność zabudowy, wysokości budynków, ilości kondygnacji	1 : 25 000	1 : 2 000
3.1.6.	Mieszkalnictwo		
3.2.	GÓRNICTWO I PRZEMYSŁ		

c. d. tabeli 3

Oznaczenia	Rodzaje map tematycznych	Skale (orientacyjne) map tematycznych w opracowaniach studialnych	
		Studia zagosp. przestrzennego	Plany miejscowe
1	2	3	4
3.2.1. 3.2.2.	Produkcja górnicza Wpływ eksploatacji górnicznej na powierzchnię oraz obiekty budowlane i inżynieryjne (szkody górniczne), zwały kopaliny użytecznej, hałdy skały płońskiej, granice stref ochronnych, klasyfikacja terenów górniczych pod względem przydatności do zabudowy		
3.2.3. 3.2.4.	Produkcja przemysłowa Wpływ zakładów przemysłowych na środowisko, granice stref ochronnych	1 : 25 000	1 : 2 000
3.3.	GOSPODARKA ROLNICZA I LEŚNA		
3.3.1.	Uprawy zbóż, roślin okopowych, pastewnych, przemysłowych, warzyw polnych. Sadownictwo, ogrodnictwo	1 : 25 000	
3.3.2. 3.3.3. 3.3.4.	Hodowla Typy, mechanizacja i intensywność gospodarki rolniczej Gospodarka leśna	1 : 100 000	
3.4.	INFRASTRUKTURA TECHNICZNA I JEJ FUNKCJONOWANIE		
3.4.1.	Sieć komunikacji dalekobieżnej	1 : 100 000	
3.4.2.	Sieć komunikacji miejskiej (aglomeracji miejskich, miast)	1 : 25 000	1 : 5 000
3.4.3.	Sieć komunikacji lokalnej na obszarach gospodarki rolniczej i leśnej	1 : 100 000	1 : 5 000
3.4.4.	Stan zaspokojenia potrzeb komunikacyjnych badanego obszaru	1 : 100 000	
3.4.5.	Sieci wodne	1 : 25 000	
3.4.6.	Sieci energetyczne	1 : 100 000	
3.5.	SIEĆ INSTYTUCJI I URZĄDZEŃ USŁUGOWYCH (RODZAJE, PRZEPUSTOWOŚĆ, ZASIĘGI OBSŁUGI)		
3.5.1.	Podziały administracyjne (granice). Urzędy administracji ogólnej, sądownictwo, banki itd.	1 : 100 000	
3.5.2. 3.5.3. 3.5.4. 3.5.5.	Sieć instytucji i urządzeń oświaty i kultury, organizacje polityczne, społeczne Służba zdrowia, opieka społeczna, zakłady dziecięce Sieć handlowa i żywienia zbiorowego Sieć instytucji i urządzeń kultury fizycznej, wczasów, wypoczynku, turystyki	1 : 25 000	
3.6.	SOZOLOGIA I SOZOTECHNIKA		
3.6.1. 3.6.2.	Rozmieszczenie źródeł zagrożeń środowiska przyrodniczego i zasięgi szkodliwego ich oddziaływania Zdewastowane tereny i zespoły przyrodnicze przeznaczone do rekultywacji i odnowienia (usunięcia szkód)	1 : 25 000	

c. d. tabeli 3

Oznaczenia	Rodzaje map tematycznych	Skale (orientacyjne) map tematycznych w opracowaniach studialnych	
		Studia zagosp. przestrzennego	Plany miejscowe
1	2	3	4
3.7.	UŻYTKOWANIE TERENU (MAPA)	1 : 25 000	
3.8.	MAPY I PLANY HISTORYCZNE		

Mapy wykonuje się różnymi metodami, najszybszą i najbardziej przydatną do potrzeb planowania przestrzennego i urbanistyki są mapy wykonane metodami fotogrametrycznymi.

B2.1.1 Zapotrzebowanie na materiały kartograficzne w planowaniu przestrzennym i urbanistyce

Jako podstawa do wykonania prac studialnych, projektowych i opracowania propozycji planu zagospodarowania przestrzennego jest mapa kreskowa sytuacyjno - wysokościowa, a z map kreskowych najczęściej do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego wykorzystuje się mapę zasadniczą. Do celów zagospodarowania przestrzeni zabudowanej często potrzebne są pomiary i prace terenowe uzupełniające - szczególnie jeżeli chodzi o małą architekturę.

B2.1.2 Zapotrzebowanie i wykorzystanie opracowań fotogrametrycznych

Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że zastosowanie opracowań fotogrametrycznych dostarcza więcej potrzebnych informacji, często jest tańsze i szybciej uzyskuje się potrzebny do planowania materiał (tabela 4).

Tabela 4

Oznaczenie	Rodzaje i treść map tematycznych	Elementy możliwe do odczytania z ortofotomapy, zdjęć lotniczych i modeli stereoskopowych
1	2	3
1 Środowisko naturalne		
1.1.	Studia geologiczne	Wstępna fotointerpretacja geologiczna może dać informacje o jakości, wieku zjawisk i procesów geologicznych tylko w ramach ogólnej wiedzy geologicznej fotointerpretatora, wiedzy o regionalnej budowie geologicznej, zjawiskach i procesach geologicznych tam zachodzących.
1.1.1.	Budowa geologiczna podłoża	Na powierzchniach odsłonięć naturalnych lub sztucznych (np. tereny kopalni odkrywkowych, osuwisk) można częściowo odczytać budowę geologiczną podłoża z modelu stereoskopowego.
1.1.2.	Złoża surowców mineralnych Rodzaje złóż, ich ilość, jakość Zasięgi występowania złóż i projektowanych eksploatacji Granice stref ochronnych	Ortofotografia znajduje zastosowanie jako doskonały podkład do kartowania danych geologicznych. Przyspiesza prace terenowe i zwiększa dokładność kartowania. Informuje o zjawiskach i procesach geologicznych odzłogowanego terenu w sposób syntetyczny nieosiągalny innymi metodami badań i kartowania geologicznego. Ułatwia wyodrębnienie zespołów przyrodniczych i krajobrazowych podlegających ochronie.
1.1.3.	Tereny wodonosne odkryte podczas studiów geologicznych.	Materiał fotogrametryczny ułatwić może odkrycie terenów wodonosnych i wydzielenie stref ochronnych.
1.1.4.	Wytrzymałość budowlana gruntów Tereny nadające się do zabudowy.	Wykonywanie zdjęć tego samego terenu w odstępach czasowych pozwala na udokumentowanie osuwisk i ich współzależności z innymi zjawiskami i procesami przyrodniczymi czy też z działalnością człowieka.
1.1.5.	Osuwiska.	
1.2.	Zabytki przyrody nieożywionej Studia geomorfologiczne	Zdjęcie fotogrametryczne umożliwia odczytanie kameralne lub ułatwia identyfikację na podstawie wywiadu terenowego. Zdjęcia lotnicze a zwłaszcza stereortofotomapy stanowią mogą podstawowy materiał źródłowy w studiach geomorfologicznych.
1.2.1.	Model kartograficzny ukształtowania powierzchni skłony ziemskiej.	W procesie wykonywania ortofotografii można uzyskać Cyfrowy Model Terenu. Dane modelu zapisane na komputerowych nośnikach informacji i przetworzone przez komputer pozwalają wykreślić warstwice, przekroje itd.
1.2.2.	Flupsometria Nachylenie powierzchni terenu i jego cechy plastyczne	Możliwa jest orientacja stoków względem stron świata, lokalizacja terenów nadających się do zabudowy ze względu na spadek, lokalizacja skarp, wąwozów, itd. Kształt i charakter różnych form terenowych, np. ich głębokość czy wysokość uzyskać można z modelu stereoskopowego. Elementy plastyczne są dobrze widoczne, szczególnie przy obserwacji stereoskopowej.
1.3.	Studia warunków wodnych	
1.3.1.	Wody podziemne	Ortofotomapa jako podkład do kartowania

Oznaczenie	Rodzaje i treść map tematycznych	Elementy możliwe do odczytania z ortofotomapy, zdjęć lotniczych i modeli stereoskopowych
1	2	3
1.3.2.	Wody powierzchniowe morza, ciekł wodne, jeziora, kanały, sztuczne zbiorniki itd. Tereny zalewowe. Działy wód. Mapa hydrograficzna.	Zdjęcia lotnicze mogą być bardzo cennym materiałem przy wykonywaniu studium ukształtowania powierzchni dna morskągo w strefie przybrzeżnej (1,5 - 2,5 km od brzegu). Dają możliwość zarejestrowania obrazu dna w ujęciu powierzchniowym a obserwacja stereoskopowa umożliwia ustalenie badanych form ich objętości i głębokości występowania. Powierzchnie wód są dobrze widoczne. Można odróżnić naturalne rzeki i jeziora od kanałów i sztucznych zbiorników. Zdjęcia lotnicze pozwalają w pewnym stopniu na identyfikację glebin, mielizn oraz stopnia zanieczyszczenia wód. Istnieje również możliwość określenia przez specjalistów śladów nurtów rzeki i formy dawnego koryta. Przy dobrej jakości zdjęcia i wystarczającej skali obrazu wyodrębnić można tereny podmokłe.
1.3.3.	Charakterystyka istniejących zasobów i warunków wodnych. Zasoby wodne. Tereny korzystne dla zabudowy. Możliwość zaopatrzenia w wodę.	Ortofotomapa służyć może jako pełnowartościowy podkład dla opisu charakterystyki. Model stereoskopowy oraz ortofotomapa pozwalają określić możliwość wykorzystania wód jako czynnika transportu, urządzeń rekreacyjnych, sportowych, ożywienia krajobrazu.
1.4.	Studia klimatu	
1.4.1.	Nasłonecznienie i zachmurzenie	Ortofotomapa może być pełnowartościowym podkładem do opracowań danych charakteryzujących insulację i zachmurzenie.
1.4.2.	Temperatura, ciśnienie atmosferyczne i wiatry, opady atmosferyczne	Mapy topograficzne są wystarczającym podkładem do kartograficznego opracowywania tych zagadnień. Odpowiednio dobierając czas nalołów można łatwo odczytać ze zdjęć lotniczych zasięg i okres zalegania pokrywy śnieżnej, którą możemy namieść na mapę topograficzną.
1.4.3.	Tereny inwazyjne	
1.4.4.	Wpływy klimatyczne lasów, zadrzewień przeciwwiatrowych i powierzchni wodnych	Zdjęcia lotnicze wraz z modelem stereoskopowym mogą być pomocne przy określaniu wymienionych uwarunkowań klimatycznych.
1.5.	Studia gleboznawcze	
1.5.1.	Typy i klasyfikacja gleb	W procesie opracowywania studiów gleboznawczych ortofotografie mogą być bardzo cennym materiałem pozwalającym na znaczne przyspieszenie i ułatwienie prac terenowych. Istnieje możliwość rozpoznania cech charakteryzujących daną glebę, jej typ i przydatność rolniczą. Widoczne są kontury gleb mokrych, piaszczystych itp. Istnieje możliwość racjonalnego doboru miejsc odkrywek glebowych oraz kameralnego ustalenia przybliżonych konturów zasięgów typów gleb i wydzielenia konturów klasyfikacyjnych. Przy interpretacji wskazane jest posługiwanie się modelem stereoskopowym.
1.5.2.	Tereny narażone na erozję	Ortofotomapa i model stereoskopowy mogą być pomocne przy identyfikacji terenów podlegających erozji.
1.6.	Studia flory i fauny	

Oznaczenie	Rodzaje i treść map tematycznych	Elementy możliwe do odczytania z ortofotomapy, zdjęć lotniczych i modeli stereoskopowych
2		
I.6.1.	Szata roślinna, fauna dzika Zasięgi występowania głównych gatunków i rodzajów roślin i zwierząt dzikich.	Na modelu stereoskopowym i ortofotomapach można określić zasięgi występowania głównych gatunków i rodzajów roślin oraz większych zespołów trawiastych. Pozostałe elementy możliwe są do określenia ze zdjęć kolorowych wykonanych w ściśle określonych terminach. Powyższe informacje zgeneralizowane możemy przenieść na mapy topograficzne w odpowiedniej skali.
I.6.2.	Ochrona flory i fauny Parki narodowe, rezerwy i pomniki przyrody	Z uwagi na opracowania w małych skalach wystarczają mapy topograficzne.
I.6.3.	Dewastacja środowiska przyrodniczego Zmiany w środowisku przyrodniczym w przyjętych okresach czasu. Mapa sozologiczna.	Ortofotomapa i model stereoskopowy pozwala na określenie niektórych zmian w środowisku przyrodniczym szczególnie przy zaplanowaniu nalotów w odpowiednich przedziałach czasowych. Pełniejsze informacje uzyskać można ze zdjęć specjalnych.
I.6.4.	Regiony fizjograficzne	Wystarcza mapa topograficzna. Ortofotomapa i modele stereoskopowe umożliwiają określenie bardziej szczegółowe ważniejszych fragmentów regionów fizjograficznych i jednostek krajobrazu przyrodniczego.
2. Zagadnienia demograficzne		
Dla opracowania różnego rodzaju studiów demograficznych wystarczającym podkładem jest mapa topograficzna lub zasadnicza zależnie od etapu planowania.		
3. Zabudowa, urządzenie i użytkowanie terenu (zmuany dokonane w środowisku naturalnym przez człowieka)		
3.1.	Zabudowa terenu	
3.1.1.	Sieć osadnicza	Ortofotomapa stanowi podkład pełnowartościowy. Okresowo wykonywane zdjęcia pozwalają na uchwycenie zmian w zabudowie terenu.
3.1.2.	Rodzaje i funkcje zabudowy jednostek osadniczych, zasięgi stref podmiejskich	Na podstawie materiałów fotograficznych można scharakteryzować ogólny typ zabudowy (zabudowa regularna, nieregularna, zwarta, luźna). Wyodrębnić można tereny budownictwa mieszkaniowego, przemysłowego, budynki kultu religijnego.
3.1.3.	Materiały, konstrukcje ścian i pokrycia (dachów) budynków	Obraz fotograficzny w skali 1 : 2 000 - 1 : 1 000 pozwala w wysokim procencie określić konstrukcje dachów a w większości przypadków z dużym prawdopodobieństwem również i rodzaj materiału, którym są pokryte.
3.1.4.	Wiek, stan techniczny i wyposażenia budynków Mieszkalnictwo	Wymagany wywiad terenowy czy też korzystanie z innych źródeł zawierających potrzebne dane.

Oznaczenie	Rodzaje i treść map tematycznych	Elementy możliwe do odczytania z ortofotomapy, zdjęć lotniczych i modeli stereoskopowych
3.1	2	3
3.1.5.	Intensywność zabudowy, wysokości budynków, ilość kondygnacji	Można wydzielić zabudowę luźną i zwartą, tereny budownictwa wysokościowego i tereny domków jednorodzinnych. Zdjęcie nieprzetworzone pozwala określić w znacznym procencie ilość kondygnacji.
3.2.	Górnictwo i przemysł	
3.2.1.	Produkcja górnicza	W przypadku górnictwa podziemnego ortofotomapa stanowić może jedynie podkład do kartowania obszarów górniczych. Na zdjęciach w dużej skali zidentyfikować można charakterystyczne budynki produkcyjne, haldy, itd. Przy eksploatacji systemem odkrywkowym (węgiel brunatny, siarka, piaski, surowce skalne) określić można granice obszarów górniczych i zasadniczo również kopaliny. Dane o ilości zatrudnionych osób, wielkości, wartości i zasięgu zbytu produkcji należy zbierać drogą wywiadu lub z innych źródeł.
3.2.2.	Wpływ eksploatacji górniczej na powierzchnię oraz obiekty, zwąty, kopaliny, haldy itp.	Widoczne zwąty kopaliny użytkowej, haldy skały płonnej. Okresowe wykonywanie zdjęć lotniczych pozwala na śledzenie postępu robót w górnictwie odkrywkowym jak również na badanie szkodliwych wpływów eksploatacji na powierzchnię. Ułatwione jest optymalne ustalenie granic stref ochronnych oraz klasyfikacji terenów górniczych pod względem przydatności do zabudowy.
3.2.3.	Produkcja przemysłowa Rodzaje i rozmieszczenie zakładów przemysłowych. Ośrodki zaopatrzenia w surowce. Stopień mechanizacji i automatyzacji, liczby zatrudnionych osób itd.	Kształt, wielkość odfotografowanych budynków i urządzeń produkcyjnych, obecność składów surowców i produktów gotowych, istnienie dróg dojazdowych, ogrodzenia wskazują na określone zakłady przemysłowe. W przypadku braku cech wyróżniających konieczne jest zebranie całości informacji z innych źródeł.
3.2.4.	Wpływ zakładów przemysłowych na środowisko, granice stref ochronnych	W niektórych przypadkach określić można niekorzystny wpływ zakładu na środowisko (np. wpływ cementowni na lasy) i zaprojektować strefy ochronne.
3.3.	Gospodarka rolnicza i leśna	Zdjęcia lotnicze mogą mieć wielokrotnie zastosowania w gospodarce rolniczej i leśnej, dostarczając niezbędnych informacji potrzebnych dla prawidłowej organizacji produkcji. Konieczność rozwiązywania na dużych obszarach szeregu zagadnień ściśle ze sobą powiązanych sprawia, że ortofoto jest dla tych dziedzin gospodarki materiałem szczególnie cennym i ekonomicznym. Obraz fotograficzny pozwala na podstawie badania pokrycia roślinnego oraz innych cech określić tereny o wadliwej uprawie gleby, a nawet rozpoczynającej się erozji.
3.3.1.	Uprawy, sadownictwo, ogrodnictwo	Dla potrzeb statystyki rolniczej podkład ortofoto pozwala w sposób szybki i ekonomiczny zlokalizować i określić powierzone obszary zajętych pod zasiewy, odłogi, sady, tereny zalesione. Dokładne dane odnośnie uprawy zbóż, roślin okopowych, pastewnych i przemysłowych, wydajności z 1 ha i rynku zbytu należy uzyskać drogą wywiadu lub z innych źródeł.
3.3.2.	Hodowla	

Oznaczenie	Rodzaje i treść map tematycznych	Elementy możliwe do odczytania z ortofotomapy, zdjęć lotniczych i modeli stereoskopowych
1	2	3
3.3.3.	Typy, mechanizacja i intensywność gospodarki rolniczej	Wystarczającym podkładem do kartowania danych jest mapa topograficzna.
3.3.4.	Gospodarka leśna	Mapa topograficzna jest zasadniczo wystarczającym podkładem do kartowania opracowań dla gospodarki leśnej. Zdjęcia lotnicze pozwalają na inwentaryzację zespołów leśnych. Stosowane są przy taksacji drzewostanów oraz kontroli i korekcie istniejących materiałów taksacyjnych i poniarowych. Umożliwiają uzyskanie procentowych wskaźników lesistości (wykładnikiem stopnia zadrzewienia jest zwarcie koron drzew). Klasa wieku drzewostanów jest możliwa do określenia za pośrednictwem szeregu czynników jak wysokość drzew, rozmiar, gęstość i forma koron.
3.4.	Infrastruktura techniczna i jej funkcjonowanie	
3.4.1.	Sieć komunikacji dalekobieżnej	Istnieje możliwość zinventaryzowania sieci komunikacyjnej (linie kolejowe, szosy, drogi, szlaki wodne, lotniska) i budowl towarzyszących (np. lokomotywownie, stacje kolejowe). Można podać charakterystykę walorów krajobrazowych, zadrzewień wzdłuż dróg i linii kolejowych. Szerokość dróg uzyskać możemy wprost z ortofotografii, przekroje, warstwiec przy współdziałaniu komputerów przetwarzających zapisane na komputerowych nośnikach informacji dane Cyfrowego Modelu Terenu. Widoczne maszty wysokiego napięcia. Dane dotyczące sieci telekomunikacyjnych szczególnie bezprzewodowych, uzyskać można tylko z innych źródeł.
3.4.2.	Sieć komunikacji miejscowej Uytuowanie, stan wyposażenia, natężenie ruchu.	Widoczna sieć komunikacji miejsckiej i urządzenia jej towarzyszące (np. mosty, wiadukty, wysepki uliczne, parkingi). W przybliżeniu zorientować się można o rodzaju nawierzchni i natężeniu ruchu. Ortofotografia jako mapa sytuacyjna układu sieci komunikacyjnej przedstawia materiał pełnowartościowy.
3.4.3.	Mapa sytuacyjna, przekroje. Sieć komunikacji lokalnej na obszarach gospodarki rolniczej i leśnej	Drogi lokalne na terenach rolniczych są dobrze widoczne. Na obszarach leśnych, jeżeli zwarcie drzewostanu (powierzchnia pokryta rzutami koron) nie przewyższa 50% prawidłowe odczytanie drogi czy ścieżki nie jest trudne, jeżeli zaś zwarcie koron przewyższa 50% - wskazówką istnienia drogi może być układ linii koron.
3.4.4.	Stan zaspokojenia potrzeb komunikacyjnych Gęstość sieci dróg, nawierzchnie, urządzenia podstawowe, natężenie ruchu itp.	Ortofotoniapa może ułatwić określenie rodzaju i stanu nawierzchni drogowej oraz pozostałych elementów drogi.
3.4.5.	Sieci wodne Układ sieci przewodów i urządzeń zaopatrzenia w wodę, odwodnienie i kanalizacji.	Ortofotoniapa może służyć jako podkład do kartowania układu sieci przewodów i urządzeń zaopatrzenia w wodę, odwodnienia i kanalizacji. Na obszarach rolniczych na zdjęciach w dużej skali wykonanych w odpowiednim okresie, widoczne są rowy melioracyjne.

Oznaczenie	Rodzaje i treść map tematycznych	Elementy możliwe do odczytania z ortofotomapy, zdjęć lotniczych i modeli stereoskopowych
1	2	3
3.4.6.	Sieci energetyczne (elektryczne, gazowe, ogrzewcze)	Ortofotomapa może stanowić podkład do kartowania. Widoczne są maszty wysokiego napięcia.
3.5.	Sieć instytucji i urzędzeń usługowych	Ortofotomapę można zastosować jako podkład do kartowania. Niektóre elementy (np. stacje paliw, targowiska) mogą być identyfikowane na podstawie zdjęć lotniczych.
3.5.1.	Podziały administracyjne, urzędy	Ortofotomapa jako podkład do kartowania ułatwiający w dużym stopniu identyfikację granic i obiektów.
3.5.2.	Sieć instytucji i urzędzeń oświaty, kultury, służby zdrowia, sieci handlowej itp.	
3.5.3.	Sieć instytucji i urzędzeń kultury fizycznej, czasów, wypoczynku, turystyki	Widoczne są boiska sportowe, baseny, parki. Ortofotomapa ponadto stanowić może podkład do kartowania.
3.6.	Sozologia i sozotechnika	Ortofotomapa może stanowić podkład do kartowania. W niektórych przypadkach istnieje możliwość określenia zasięgu szkodliwego oddziaływania zakładów przemysłowych czy też eksploatacji górniczych (zapadliska, ginące lasy).
3.7.	Rozmieszczenie źródeł zagrożeń Użytkowanie terenu (mapa) Rodzaje użytkowania. Bilans użytkowania terenów regionu, jednostki osadniczej	Ortofotografie zawierają pełnowartościowy materiał pozwalający na wydzielenie terenów o różnym zagospodarowaniu i użytkowaniu. Należy tutaj podkreślić, że z punktu widzenia planowania przestrzennego ortofotografia zawiera pełniejszy obraz terenu, pozwala na dokładniejsze poznanie wzajemnych powiązań niż na podstawie map kreskowych. Bardzo ważnym momentem jest możliwość wglądu w plastyczny model terenu (obserwacja stereoskopowa). Niektóre elementy, jak np. strukturę własnościową terenów, czy też dokładny przebieg granic zalegania surowców mineralnych, należy uzupełnić pomiarami lub danymi z innych źródeł. Ortofotomapa może być wykorzystana jako doskonały podkład do kartowania. W dzielnicach staromiejskich widoczny układ ulic, placów i zabudowy. Ogólne zdjęcia lotnicze ułatwiają analizę zmian w różnych okresach zabudowy, układów komunikacyjnych itd.
3.8.	Mapy i plany historyczne Analiza przemian w okresach historycznych użytkowania terenów zabudowy miast	

B2.1.3 Wykorzystanie modelu stereoskopowego terenu otrzymanego ze zdjęć lotniczych

Modele stereoskopowe otrzymane ze zdjęć lotniczych czy w ogóle ze zdjęć fotogrametrycznych są bardzo przydatne jako źródło informacji uzupełniających szczególnie w zakresie małej architektury, form terenowych oraz pokrycia terenu zielenią niską i wysoką (tabela 4).

B2.1.4 Wykorzystanie zdjęć lotniczych kolorowych

Zdjęcia lotnicze kolorowe (w barwach naturalnych) pozwalają lepiej i dokładniej określić szatę roślinną i jej cechy charakterystyczne, ważne to jest w strefach podmiejskich i w strefach obejmowanych przez zabudowę miejską [1].

B2.2 INWENTARYZACJA TERENU Z WYKORZYSTANIEM ZDJĘĆ LOTNICZYCH DLA OBSZARÓW MAŁEGO I DUŻEGO INWESTOWANIA Z WYRÓŻNIENIEM ZABUDOWY, UŻYTKOWANIA ROLNICZEGO, ROŚLINNOŚCI, WÓD, KOMUNIKACJI, PRZEMYSŁU, ITP

B2.2.1 Studia dla potrzeb planowania przestrzennego

Studia wykonywane dla potrzeb planowania przestrzennego można podzielić na:

- a. studia środowiska naturalnego;
- b. studia zmian dokonanych w środowisku naturalnym przez człowieka (studia antropogeniczne);
- c. studia demograficzne.

Powyższa systematyka pokazana jest w tabeli 1, 2 i 3.

B2.2.2 Określenie kierunku zmian i ich dynamiki

Określenie zmian, kierunku i dynamiki tych zmian na obszarze objętym planami przestrzennego zagospodarowania i projektowania urbanistycznego w celu możliwie dokładnego określenia przyszłych zdarzeń i stanu zagospodarowania najlepiej jest określić ze zdjęć fotogrametrycznych lub fotoszkieł wykonanych w określonych odstępach czasu i najlepiej kolorowych (w barwach naturalnych). Problematyka wyżej wymieniona, omówiona jest w części B2.3.

LITERATURA

1. Odlanicki-Poczobutt M., Novak K., Rutkowski D., Słoniowska T.: Prace studialne i projektowe w planowaniu przestrzennym przy wykorzystaniu zdjęć fotogrametrycznych i ortofotografii. Kraków 1975. Opracowanie wykonano w ramach tematu węzłowego II.2.1.44.1.
2. Odlanicki-Poczobutt M.: Zagadnienia map tematycznych dla potrzeb planowania przestrzennego. Prace Komisji Górniczo-Geodezyjnej. PAN, Oddz. Kraków. Geodezja 23. Kraków 1997.
3. Rutkowski D.: Aktualna sytuacja w dziedzinie planowania przestrzennego - kilka uwag. *Moniterra* nr 6-7. Kraków 1993.
4. Ustawa o planowaniu przestrzennym z 12.07.1984 r. j. t. Dz. U. nr 17 z 30.02.1989 r.
5. Ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym z 7.07.1994 r. Dz. U. nr 89 z 25.08.1994 r. poz. 415.
6. Ustawa prawo budowlane z 7.07.1994 r. Dz. U. nr 89 z 25.08.1994 r. poz. 414.

B2.3 ZMIANY UŻYTKOWANIA TERENU ORAZ JEGO FUNKCJI NA PODSTAWIE MULTITEMPORALNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH, WRAZ Z OKREŚLENIEM TENDENCJI TYCH ZMIAN

Kazimierz Trafas

Sluchacze otrzymają zestaw dwóch lub trzech stereogramów z zadaniem przeprowadzenia na podstawie tych materiałów analizy porównawczej obejmującej główne elementy struktury użytkowania ziemi oraz określenia kierunków i tendencji uchwyconych zmian (graficznie i opisowo). Materiały fotolotnicze stanowić będą zarówno stykowe zdjęcia lotnicze jak i ich powiększenia w skalach od ok. 1 : 8 000 do 1 : 16 000, wykonane dla okolic Tyńca (w południowo-zachodniej części Krakowa) w latach: 1957, 1974, 1982 (lub później).

Wariant I: Sluchacze wykonują kalki fotointerpretacyjne dla każdego zdjęcia (okresu) oddzielnie w obrębie pokrycia stereoskopowego (posługując się stereoskopem), zaznaczając przez okonturowywanie, podstawowe elementy użytkowania i pokrycia terenu, a to:

- zabudowę mieszkaniową,
- zabudowę gospodarczą,
- zabudowę związaną z użytecznością publiczną,
- lasy,
- roślinność antropogeniczną, w tym:
 - tereny upraw rolnych
 - użytki zielone (łąki i pastwiska)
 - sady i ogrody
 - zieleń urządzona (parki)
- wody
- użytki techniczne (np. tereny komunikacyjne).

Wariant II: Sluchacze wykonują jedną kalkę fotointerpretacyjną, na której zaznaczają różnymi kolorami stan użytkowania ziemi w poszczególnych okresach, okonturowując użytki jak wyżej w Wariacie I, lub zaznaczając same tylko zmiany. Można to też wykonać unaczęsniając zdjęcie wcześniejsze treścią zdjęcia późniejszego.

Czytelność poszczególnych form użytkowania ziemi na zdjęciu lotniczym uwarunkowana jest różnymi tzw. **cechami fotointerpretacyjnymi** (rozpoznawczymi). Dzieli się one na **bezpośrednie** - odnoszące się do obrazu fotograficznego danego obiektu lub zespołu obiektów tworzących jakąś kategorię oraz **pośrednie** - dotyczące obrazów fotograficznych obiektów sąsiednich lub relacji i współzależności pomiędzy nimi. Do cech bezpośrednich zalicza się te, które są nieodzowną właściwością danego obiektu, a więc: kształt, wielkość obiektu, fototon lub barwa obrazu fotograficznego oraz jego tekstura, a także struktura. Do grupy cech pośrednich natomiast zalicza się te cechy, które drogą pośrednią wskazują na obecność przedmiotu i na jego charakterystyczne właściwości. Pośrednimi cechami rozpoznawczymi obiektów odfotografowanych na zdjęciu lotniczym są: cień własny i cień rzucany przez dany obiekt oraz rozmieszczenie topograficzne danego obiektu i jego powiązanie z innymi elementami terenu. **Kształt** obiektu wiąże się z jego genezą. Można powiedzieć, że obiekty powstałe w wyniku działalności człowieka odznaczają się kształtami zbliżonymi do figur geometrycznych, a więc kwadratów, prostokątów, trójkątów itp. Jako przykład można podać prostokątne kształty zabudowań mieszkalnych, gospodarczych i przemysłowych, pól ornych, linijne kształty dróg,

mostów, kanałów itp. Obiekty naturalne natomiast mają w zasadzie kształt nieregularny, na przykład nieuregulowane rzeki, jeziora, elementy rzeźby itp. Należy jednak pamiętać, że kształt jako cecha rozpoznawcza nie jest cechą niezawodną. Często bowiem zdarza się, że jednorodne obiekty mogą mieć różne kształty, jak również obiekty różnorodne mogą mieć ten sam kształt.

Wielkość obrazu badanego obiektu jest zależna od jego rzeczywistych rozmiarów i od skali zdjęcia. Wymiary obiektów odfotografowanych na zdjęciu lotniczym określa się zwykle wizualnie, przez porównanie obiektów, których wielkość jest znana z obiektami o nieznannej wielkości. Bardzo ważną cechą rozpoznawczą jest **ton obrazu fotograficznego (fototon)** badanego obiektu. Fotografia czarno - biała zawiera bogatą gamę tonów szarych, zawartych między dwoma tonami ekstremalnymi - czarnym i białym. Ton obrazu fotograficznego danego obiektu pozostaje w ścisłej zależności od promieni świetlnych odbitych od tego przedmiotu i padających na kliszę światłoczułą w kamerze fotograficznej. Im jaśniejszy jest dany obiekt w rzeczywistości, tym silniej naświetla negatyw i tym jaśniej z kolei wychodzi on na pozytywie i odwrotnie, im ciemniejszy obiekt, tym ciemniejszy jego obraz na odbitce pozytywowej. Na ton obrazu przedmiotu na zdjęciu lotniczym wpływa również charakter samej powierzchni obiektu. Duże znaczenie dla tonu obrazu obiektu ma stan pogody w momencie wykonywania zdjęcia. Przy pełnym oświetleniu słonecznym obraz obiektu na zdjęciu lotniczym jest bardziej kontrastowy i większe są różnice w tonie poszczególnych jego elementów. Na ton obrazu obiektu na zdjęciu lotniczym wpływa również jego położenie w stosunku do środka zdjęcia. Wiele obiektów kamer lotniczych przepuszcza więcej światła przez swą centralną część, a mniej w części brzeżnej. Stąd też obrazy tych samych obiektów w większym oddaleniu od środka zdjęcia są nieco ciemniejsze od obrazów znajdujących się w centralnej jego części. Obecnie coraz powszechniej stosowane są w fotografii lotniczej filmy barwne, które znacznie ułatwiają proces rozpoznawania obiektów. Barwa obiektów odfotografowanych na barwnym filmie lotniczym jest w wielu przypadkach identyczna z jego barwą rzeczywistą, choć czasem może od niej nieco odbiegać. Na skutek tego niekiedy obiekty, których barwy rzeczywiste różnią się na zdjęciu lotniczym mają zabarwienie podobne lub nawet identyczne. **Struktura obrazu fotograficznego (fotostruktura)** oddaje charakter powierzchni sfotografowanego obiektu. Jest ona jedną z najbardziej stałych cech rozpoznawczych. Duży wpływ na fotostrukturę danego obiektu ma zazwyczaj skala zdjęcia. Ten sam obiekt może mieć strukturę drobniejszą na zdjęciu małoskalowym i znacznie grubsza na zdjęciu wielkoskalowym. Najczęściej strukturę obrazu fotograficznego badanego obiektu definiuje się jako gładką - amorficzną, drobnoziarnistą, gruboziarnistą, itp. Obrazy wszystkich obiektów są charakteryzowane też przez ich **teksturę (fototeksturę)**, tj. przestrzenne uporządkowanie poszczególnych elementów obrazu w określony wzór. **Cień rzucany** przez dany obiekt jest ważną cechą rozpoznawczą, gdyż umożliwia widzenie danego obiektu jak gdyby z profilu, a więc z pozycji, z której jesteśmy przyzwyczajeni oglądać obiekty terenowe. Cień podkreśla na zdjęciu lotniczym plastykę terenu. Nie oświetlona część przedmiotu znajduje się w **cieniu własnym** obiektu. Cień własny na zdjęciach lotniczych ma z reguły ciemniejszy ton niż cień rzucany przez ten obiekt. Znaczenie poszczególnych cech rozpoznawczych w procesie odczytywania i interpretacji zdjęć lotniczych jest różne, dlatego też powinno się je rozpatrywać w sposób kompleksowy. Nieraz bowiem nawet jedna cecha drugorzędna może przesądzić o tym, że rozpoznanie nie może być przyjęte jako wiarygodne. Zestaw najważniejszych cech fotointerpretacyjnych dla różnych form użytkowania występujących w obszarze sfotografowanym na zdjęciach lotniczych wykorzystywanych w ćwiczeniu podaje tabela 1.

Tabela 1

Forma użytkowania ziemi	Cechy fotointerpretacyjne
las mieszany	ciemny fototon, struktura gąbczasta
grunty orne	zmienny fototon, prostokątny kształt zagonów, struktura zależna od uprawy
łąki	szary fototon, występowanie rowów melioracyjnych oraz kopek siana
pastwiska	jaśniejszy od łąk fototon, struktura centkowa, model stereoskopowy (stoki pagórków)
sady	struktura punktowa (drzewa)
eksploatacja wapienia	jasny fototon, model stereoskopowy
wiklina	ciemny fototon, występowanie wzdłuż rzeki
nieużytki (łachy piasku)	jasny fototon, struktura jednorodna

Wydzielanie większości form nie przedstawia większych trudności (np. lasów, pól uprawnych, sadów, osadnictwa). Kłopoty mogą wystąpić przy rozgraniczaniu np. łąk i pastwisk oraz skoszonych łąk i pól po zbiorach. Dobrze rozpoznanie warunków przyrodniczych obszaru oraz wnikliwa obserwacja stereoskopowa pozwala na to rozgraniczenie, jednak w wielu miejscach jest ono hipotetyczne. Pewną pomocą mogą być zidentyfikowane uprzednio rowy melioracyjne. Ostrożnie należy również postępować przy interpretacji zabudowy, budynki są bowiem często zasłonięte konarami wyższych drzew - dlatego lepiej łączyć zabudowę w większe kompleksy razem z podwórzami, małymi sadami przydomowymi itp. jako tzw. tereny przyzagrodowe.

Należy zwrócić szczególną uwagę na entropię (zgodność) konturów poszczególnych wydzieleni a w razie jej braku, na zmiany spowodowane przede wszystkim ingerencją człowieka (np. budową stopnia wodnego, likwidacją kanieniólomów, pracami wodno - melioracyjnymi). Rys. 2 przedstawia przykładowe kalki interpretacyjne dla dwóch okresów a dotyczące okolic Tyńca. W wyniku analizy porównawczej zdjęć i kalek fotointerpretacyjnych powinna nastąpić konkluzja, która da odpowiedź na pytania:

- 1) Jakie są kierunki zmian? tzn. jakim przekształceniom jakościowym i ilościowym uległy poszczególne kategorie użytkowania,
- 2) Czy da się je uzasadnić jakimiś przedsięwzięciami inwestycyjnymi (np. budową nowych obiektów)?
- 3) Jakie są skutki tych zmian w ogólnym bilansie użytkowania? - w tym celu należy dokonać ogólnego bilansu udziału procentowego form użytkowania w poszczególnych okresach a wyniki zestawić w tabelce:

Tabela 2

Formy (kategorie) użytkowania	Okres I %	Okres II %	Okres III %
tereny zabudowane (łącznie z przyzagrodowymi)			
las			
łąki i pastwiska			
wody			
nieużytki			

W opisie należy określić funkcję obszaru oraz dać ocenę zmian z punktu widzenia racjonalnej gospodarki wynikającej m.in. z założeń i ustaleń planu przestrzennego zagospodarowania.

wania (informacji na ten temat udzieli prowadzący). Ćwiczenie zakończy dyskusja na temat przydatności zdjęć lotniczych w analizie zmian użytkowania ziemi.

Komentarz:

W badaniach użytkowania ziemi oraz przy konstrukcji szczegółowej mapy użytkowania ziemi z pełnym inwentarzem wydzielen, zdjęcia lotnicze odgrywają poważną rolę, szczególnie gdy będziemy dysponowali materiałem zdjęciowym pochodzącym z nalogów specjalnych tj. wybranych jeśli chodzi np. o porę roku, przez prowadzących badania. Daje to możliwość orientacji np. co do kierunku upraw i systemu gospodarowania. Natomiast niektóre zagadnienia ekonomiczno - rolnicze, wchodzące w problematykę szczegółowej mapy użytkowania ziemi, z natury rzeczy nie będą mogły być odczytane ze zdjęć lotniczych (np. zagadnienia dotyczące hodowli).

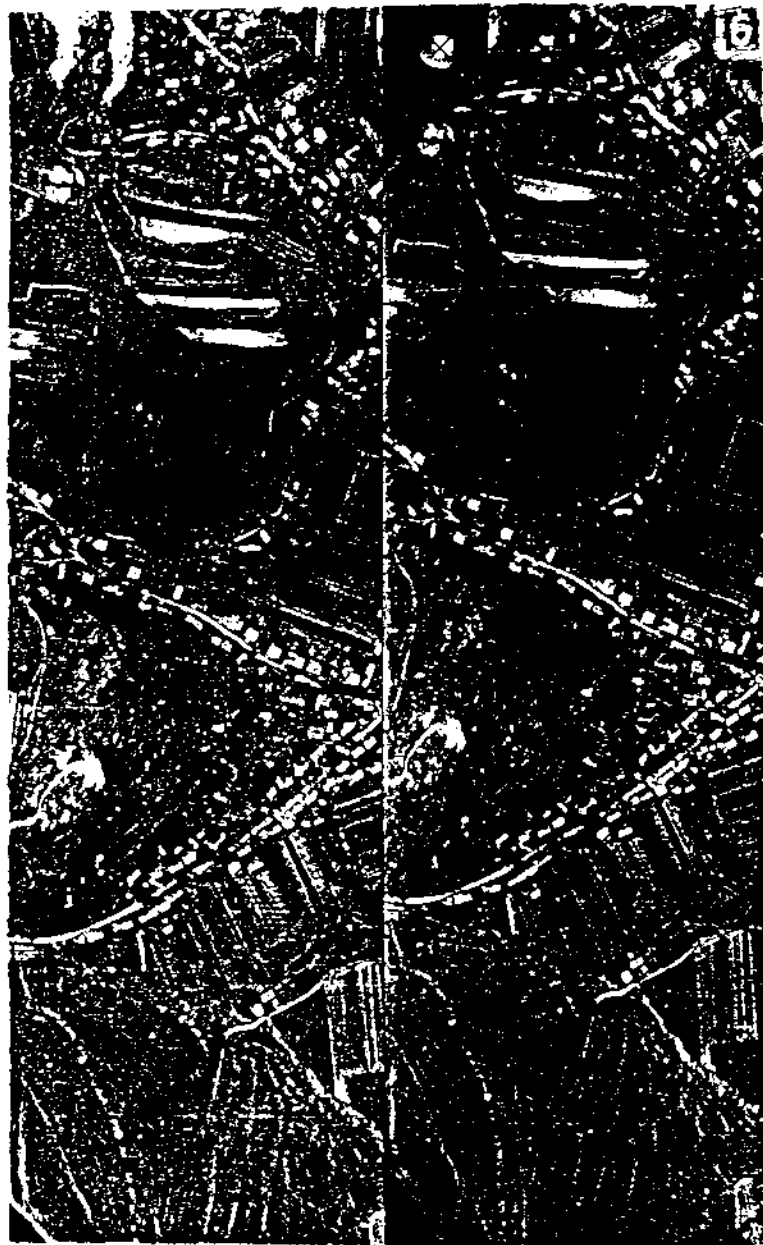
Niewątpliwa natomiast jest przydatność zdjęć lotniczych i ortofotomap jako podkładów do przeprowadzania inwentaryzacji różnych form użytkowania ziemi, przede wszystkim dzięki maksymalnie dużej ilości punktów orientacyjnych (np. wierne oddanie nawet najmniejszych zagonów uprawowych). Jeśli sam obraz fotograficzny nie daje nam wystarczającej informacji to posiadając w terenie zdjęcia lotnicze i fotomapy można bardzo szybko zlokalizować na nich poszczególne uprawy. Zdjęcia lotnicze pozwalają też na precyzyjne wyznaczanie rzeczywistych konturów poszczególnych użytków i pod tym względem są materiałem o wiele lepszym od map topograficznych (dotyczy to np. granicy lasu). Zdjęcia lotnicze pochodzące z różnych, dość odległych od siebie okresów (wtedy zmiany będą lepiej dostrzegalne) są doskonałym narzędziem do badania zmian użytkowania oraz określenia kierunków i tendencji tych zmian.

Okolice Tyńca (obszar typowy dla strefy podmiejskiej dużego miasta) wykazują dużą różnorodność form użytkowania ziemi. Są to tereny, gdzie zachodzi w pewnym sensie równowaga pomiędzy powierzchnią gruntów ornych, lasów oraz łąk i pastwisk. Znaczny procent zajmuje osadnictwo wraz z terenami przyzagrodowymi (głównie ogrodami i sadami), pewne tereny możemy określić też jako przemysłowe (eksploatacja wapienia), występują także nieużytki (łachy piaszczyste).

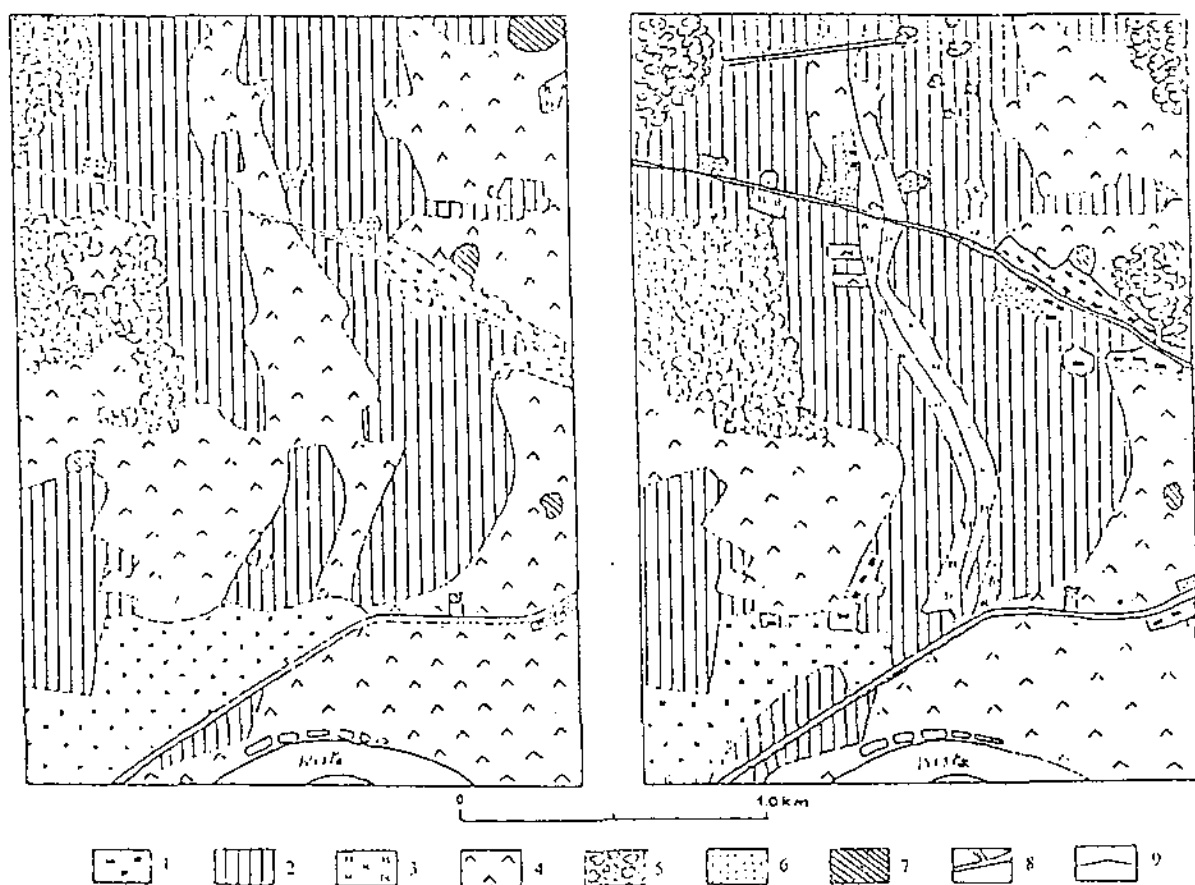
Zmiany w użytkowaniu ziemi w rejonie Tyńca zaszły przede wszystkim w wyniku pewnych przedsięwzięć gospodarczych i inwestycyjnych, takich jak:

- melioracje, które powiększyły powierzchnię pól uprawnych a także umożliwiły wkroczenie osadnictwa na dotychczas podmokłe tereny,
- zalesienia słabo wydajnych pastwisk na stokach wzgórz i zwydmionych piaskach,
- rozszerzenia eksploatacji wapienia, a więc powiększenia terenów przemysłowych ale także likwidacja małych kamieniołomów,
- przemiany w osadnictwie a przede wszystkim coraz intensywniejszy ruch budowlany,
- zmiany w rolnictwie wyrażające się przyjęciem nowych kierunków upraw bardziej intensyfikujących oraz zwiększeniem powierzchni sadów i ogrodów (np. nowe szklarnie).

Ogólnie można powiedzieć, że obszar przedstawiony na zdjęciach okolic Tyńca stanowi bardzo reprezentatywny przykład przemiany typowego do niedawna obszaru wiejskiego w coraz bardziej zurbanizowany teren podmiejski.



Ryc. 1. Stereogram lotniczy okolic Tyńca (1957 r.) skala ok. 1 : 8 000



Ryc. 2. Zmiany w użytkowaniu ziemi (1957 - 1974). 1- osadnictwo (łącznie z terenami przyzagrodowymi), 2- grunty orne, 3- łąki, 4- pastwiska, 5- lasy, 6- sady, 7- tereny przemysłowe (kamieniołomy), 8- ważniejsze drogi, 9- rowy melioracyjne

B2.4 OCENA KONCEPCJI ZAGOSPODAROWANIA TERENU W OPARCIU O RÓŻNE TECHNIKI FOTOINTERPRETACYJNE, W ASPEKcie POLITYKI ŚRODOWISKOWEJ

Sluchacze kursu otrzymaja fragmenty elaboratu kartograficznego szczegolowego lub ogolnego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa w skali 1 : 5 000 oraz material fotolotniczy dotyczacy tego obszaru w postaci: barwnych zdjec stykowych lub ortofotomapy w tej samej skali.

Do wykonania zadania niezbedna jest chociazby minimalna wiedza z zakresu samej metodologii planu zagospodarowania przestrzennego oraz znajomosc co najmniej celow rozwojowych miasta. Te ostatnie w odniesieniu do Krakowa sa nastepujace:

- poprawa jakosci zycia mieszkancow, a szczegolnie warunkow ekologicznych oraz funkcjonowania miejskich systemow infrastruktury technicznej i spolecznej, zapewnienie mieszkani i modernizacja istniejacych zasobow mieszkaniowych oraz zapewnienie bezpieczenstwa;
- zachowanie dobr kultury i krajobrazu miasta, a szczegolnie tych, ktore wplywaja na poczucie tozsamosci mieszkancow oraz decyduja o atrakcyjnosci miasta dla turystow i biznesu;
- zapewnienie dogodnych warunkow dla rozwoju gospodarczego miasta, a szczegolnie dostepnosci terenow dla inwestycji i zwiekszenie atrakcyjnosci przestrzeni publicznej;
- umocnienie roli Krakowa jako regionalnego i krajowego centrum nauki, kultury, turystyki i biznesu oraz liczacego sie w Europie Srodkowej centrum kontaktow miedzynarodowych;
- zawieszenie efektywnosci wykorzystania istniejacych zasobow budowlanych, terenow uzbrojonych oraz systemow transportu, telekomunikacji, odprowadzenia sciekow i utylizacji odpadow poprzez nacisk na modernizacje i racjonalna eksploatacje;
- skuteczną ochrone wartosci przyrodniczych i kulturowych, pozwalajacą zachowac najcenniejsze dla wypoczynku i rekreacji tereny otwarte wewnatrz istniejacego zainwestowania a takze utrzymanie atrakcyjnosci krajobrazu miasta i jego fragmentow;
- usprawnienie gospodarki terenami dla zahamowania negatywnych zjawisk mogacych opoznic baidz uniemozliwic zmiany jakosciowe, a mianowicie:
 - ◊ zahamowanie ekstensywnego wykorzystywania terenow miejskich, w pelni uzbrojonych i obslugiwanych przez komunikacje zbiorowa,
 - ◊ niedopuszczanie do uszczuplania istniejacych terenow zieleni lub tworzenia zagrozen dla jej istnienia,
 - ◊ wplywanie poprzez plany, decyzje lokalizacyjne i inwestycje miejskie na powstrzymanie rozrostu miasta i przebudowe jego struktury przestrzennej.

Pierwszym etapem roboczym bedzie maksymalnie szczegolowe odczytanie tresci zdjecia lotniczego w zakresie roznych form uzytkowania terenu oraz innych detali, na ktore pozwala skala zdjecia.

Nastepnie po nałożeniu na zdjecie kalki identyfikacyjnej bedacej fragmentem planu zagospodarowania przestrzennego (z samymi konturami bez oznaczen dotyczacych stanu lub przeznaczenia danego terenu) nalezy wpisac na niej wlasciwe oznaczenie (patrz tabela 1) biorac pod uwage aktualny, widoczny na zdjeciu stan oraz pewne rekomendacje planistyczne - podane przez prowadzacego.

Dodatkowym zadaniem bedzie wyznaczenie obszarow zgodnosci lub konfliktow jakie stwarza przewidywana planem funkcja lub rodzaj zagospodarowania w konfrontacji z faktami ujawnionymi w obrazie zdjec lotniczych (np. inwazja budownictwa na tereny zielone) - wnioski nalezy podac w czesci tekstowej.

Rezultatem będzie z jednej strony ocena trafności ustaleń planu względnie wskazanie korekty jego zapisu (np. zmiana strefy, modyfikacja funkcji, wprowadzenie dodatkowych ograniczeń).

Tabela 1

Oznaczenia planu zagospodarowania przestrzennego	
IT	tereny urządzeń infrastruktury technicznej
KT	trasy komunikacyjne
KU	obszar urządzeń komunikacyjnych
M1	tereny mieszkaniowe o bardzo dużej intensywności zabudowy
M2	tereny mieszkaniowe o dużej intensywności zabudowy
M3	tereny mieszkaniowe o średniej intensywności zabudowy
M4	tereny mieszkaniowe o małej intensywności zabudowy
M1U	tereny mieszkaniowo - usługowe o dużej intensywności zabudowy
M2U	tereny mieszkaniowo - usługowe o średniej intensywności zabudowy
M3U	tereny mieszkaniowo - usługowe o małej intensywności zabudowy
PS	tereny produkcji i zaplecza technicznego
UP	tereny usług publicznych
UC	tereny usług komercyjnych
RM	tereny rolne i urządzeń rolnictwa
RP	tereny rolne
RL	tereny leśne
ZP	obszar miejskiej zieleni publicznej
ZS	tereny sportowe
W	wody otwarte

Plan zagospodarowania przestrzennego ujęty jest na podkładzie mapy zasadniczej, wykorzystane mogą być też warstwy informacyjne funkcjonujące w Systemie Informacji Przestrzennej takie jak : ewidencja gruntów i budynków, sieć ulic. Zapewnia to korelację poszczególnych elementów środowiska, zabudowy i infrastruktury. Najlepiej jest zastosować tutaj procedury komputerowe a nawet GIS-owskie które umożliwiają jednoczesne wykorzystywanie kilku warstw informacyjnych (w tym także zdjęcia lotniczego). Taki przykład odnośnie trzech warstw graficznych pokazany jest na ryc. 5.

Ryc. 3. przedstawia fragment ogólnego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru uwidocznionego na zdjęciu lotniczym pokazanym na ryc. 4.

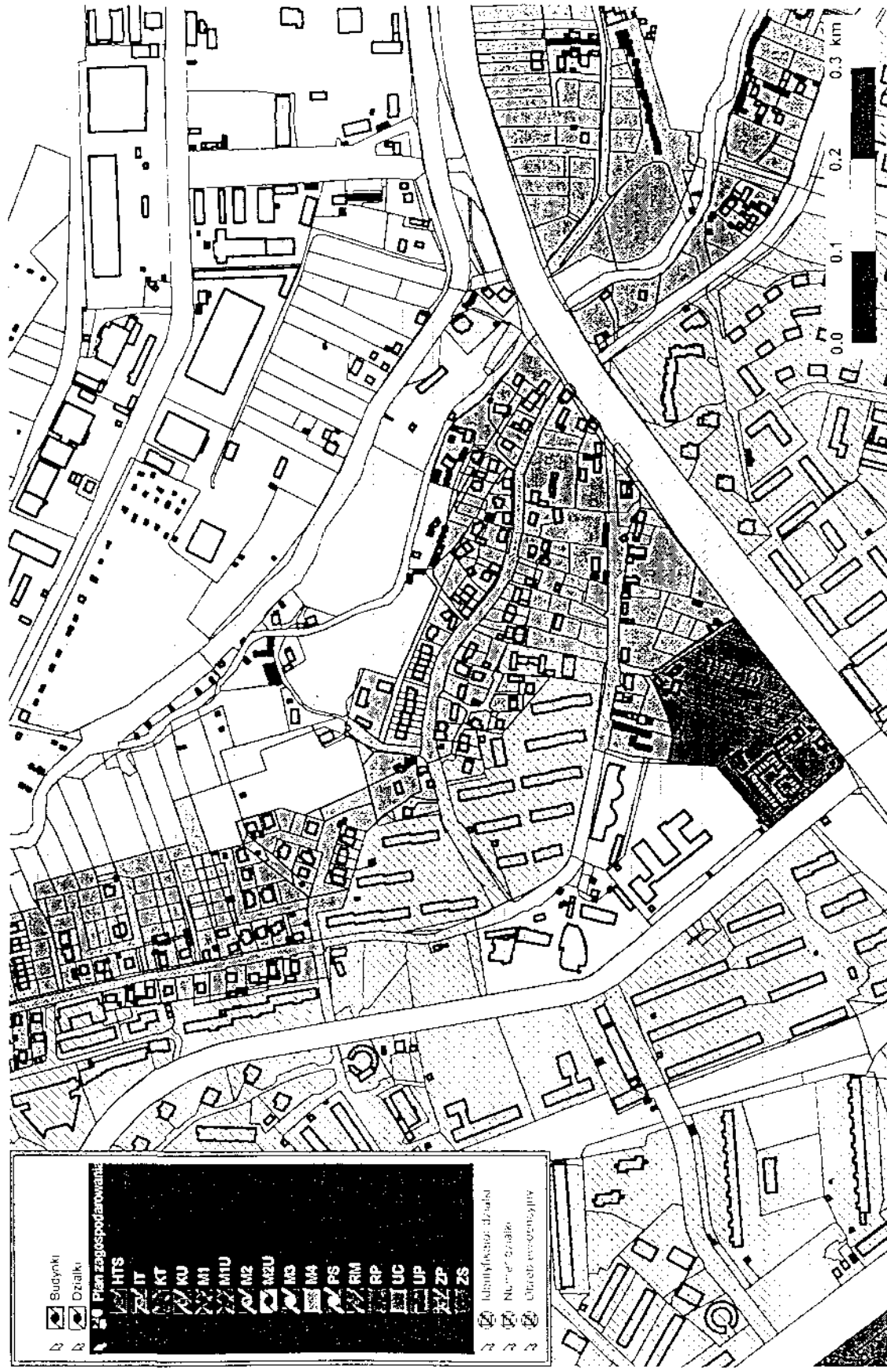
W pracach planistycznych, szczególnie przy inwentaryzacji planu zagospodarowania terenu można stosować także i inne techniki teledetekcyjne, dzięki którym rozpoznanie obiektów może być bardziej szczegółowe lub w ogóle umożliwiające ich odczytanie. Do technik tych należą obrazy w podczerwieni, zdjęcia spektrostrefowe, obrazy termalne, wreszcie coraz bardziej dokładne obrazy satelitarne. Przykłady wykorzystania tych technik dla celów planistycznych zademonstrowane będą w czasie ćwiczenia.



Ryc. 3. Fragment ogólnego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru uwidocznionego na zdjęciu lotniczym (ryc.1). Skala 1 : 5 000.



Ryc. 4. Zdjęcie lotnicze w skali 1 : 5 000 fragmentu Nowej Huty (obszar zgodny z przedstawionym na ryc. 3)



Ryc.5. Zestaw trzech warstw informacyjnych (evidencja gruntów, budynki, ogólny plan zagospodarowania przestrzennego) dotyczących obszaru uwidocznionego na zdjęciu lotniczym (ryc. 1)

B3. INŻYNIERIA I BUDOWNICTWO

Jerzy Bernasik, Regina Tokarczyk

Budownictwo i inżynieria wymagają podejmowania trudnych, odpowiedzialnych a trafnych decyzji w każdej fazie procesu inwestycyjnego: na etapie projektowania, budowy, eksploatacji a także likwidacji budowli. Decyzje te muszą być oparte o aktualne i kompletne informacje, dostosowane do potrzeb odbiorcy. Powinny być uzyskiwane możliwie tanio i szybko. Takie warunki mogą spełnić zdjęcia lotnicze i ich pochodne: fotoszkiece, fotomapy, ortofotomapy.

Na etapie studiów projektowych stereoskopowe zdjęcia lotnicze, wsparte techniką komputerową, ułatwią optymalną lokalizację budowli czy przebieg trasy komunikacyjnej - uwzględniając przesłanki ekonomiczne i ekologiczne.

Rozległy obszar budowy (budowle wodne, trasy komunikacyjne, obszary odkrywkowej lub otworowej eksploatacji kopalin) można na bieżąco kontrolować dzięki aktualnym zdjęciom lotniczym, podejmując w razie potrzeby właściwe decyzje korygujące.

Bezawaryjną eksploatację obiektu inżynierskiego i zapobieganie szkodom przez wczesną likwidację zagrożeń (dla obiektu lub dla środowiska) ułatwia monitoring fotolotniczy.

Zdjęcia fotogrametryczne ułatwią także podjęcie we właściwym momencie decyzji o likwidacji obiektu a następnie zagospodarowaniu terenu.

Symptomatyczne jest, że dokumentalną wartość materiałów fotogrametrycznych doceniają fachowcy, zaś często obawiają się jej dyletanci.

Odczytując zdjęcia lotnicze przedstawiające obiekty inżynierskie należy pamiętać o kilku podstawowych cechach rozpoznawczych, takich jak kształt, wielkość, struktura, ton (lub barwa) i cień obiektu na zdjęciu, jego barwa na zdjęciach kolorowych lub odcień szarości na zdjęciach czarno-białych. Zasady odczytywania obiektów budowlanych i inżynierskich zostały już omówione w Rozdziale 7 części I i w Rozdziale 10 części II skryptu.

B3.1 WYKORZYSTANIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH I ORTOFOTOMAP DLA PRZYGOTOWANIA PODKŁADÓW DO PROJEKTOWANIA INWESTYCJI BUDOWLANYCH I INŻYNIERSKICH

B3.1.1 *Sporządzanie projektów inwestycji budowlanych w świetle prawa budowlanego*

Zgodnie z prawem budowlanym podstawą do sporządzania projektów inwestycji o charakterze inżynierskim jest mapa zasadnicza lub jej dwukrotne powiększenie lub zmniejszenie. Używane do tego celu są głównie mapy kreskowe, chociaż coraz częściej stosuje się ortofotomapy, dostarczające więcej materiału informacyjnego o powierzchni terenu i środowisku, o ile użytkownik korzystając z własnej wiedzy potrafi go wydobyć.

"§ 6.1....Skalę map do celów projektowych należy dostosować do rodzaju i wielkości obiektu lub całego zamierzenia budowlanego, przy czym:

- 1) skala map działek budowlanych nie powinna być mniejsza niż 1 : 500,
- 2) skala map zespołów obiektów budowlanych oraz terenów budownictwa przemysłowego nie może być mniejsza niż 1 : 1 000,
- 3) skala map rozległych terenów z obiektami budowlanymi o dużym rozproszeniu oraz obiektami liniowymi może wynosić 1 : 2 000."
- 4) wielkość obszaru, o którym mowa w § 5, oraz skalę map do celów projektowych dla danej inwestycji określa w razie potrzeby organ właściwy do wydania pozwolenia na budowę.".. i

§7.12. Inwentaryzacja, o której mowa w ust.1, powinna zawierać dokumentację opisową, pomiarowo-kartograficzną, fotograficzną i fotogrametryczną umożliwiającą w sposób jednoznaczny, z wymaganą dla charakteru planowanych prac dokładnością, odtworzyć geometrię układu przestrzennego oraz detali architektonicznych i budowlanych danego obiektu."

(Rozdział 2 Rozporządzenia ministra gospodarki przestrzennej i budownictwa z dnia 21 lutego 1995 r., na podstawie art. 43 ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. Nr 89 poz.414)

Jak wynika z powyższego dopuszcza się jako dokumentację do projektowania nie tylko materiały kartograficzne, ale i zdjęcia fotograficzne.

B3.1.2 Rola i miejsce zdjęć lotniczych w procesie projektowania inwestycji

Mapa zasadnicza obecnie często jest sporządzana metodą fotogrametryczną z wykorzystaniem zdjęć lotniczych. Oczywiście wzbogacona jest ona pomiarami bezpośrednimi w terenie dla obiektów, które są niewidoczne na zdjęciach (np. urządzenia podziemne). Może to być klasyczna kreskowa mapa sytuacyjno-wysokościowa albo ortofotomapa, tego prawo budowlane nie precyzuje. Ale nie tylko taki produkt fotogrametrii jest tu wykorzystywany. W fazie wstępnej projektowania wykorzystuje się bardzo często stereoskopowe zdjęcia lotnicze, które zazwyczaj są bardziej szczegółowe niż mapa kreskowa i mogą być aktualniejsze, dostarczają poza tym informacji o pokryciu terenu roślinnością. Duża ilość informacji zawarta na zdjęciu lotniczym pozwala na prawidłową ocenę stanu środowiska, w którym ma być realizowana inwestycja, a zatem umożliwia podjęcie trafnych decyzji co do jej lokalizacji.

Ortofotomapa, posiadająca zarówno właściwości mapy, jak i zdjęcia lotniczego, może spełniać równocześnie funkcję obydwu dokumentów, służąc jako źródło informacji o terenie, jego ukształtowaniu i pokryciu. Zawiera elementy przedstawiane na mapie konwencjonalnej, szczególnie przydatne przy pracach projektowych: granice działek użytkowania i zabudowy, rozmieszczenie instalacji naziemnych i nadziemnych, drogi, trasy komunikacyjne, rzeki i zbiorniki wodne, zadrzewienie i zakrzewienie (nie tylko większe kompleksy). Zawierając informacje opisowe charakterystyczne dla map przedstawia znacznie więcej szczegółów niż mapa kreskowa - nie ma bowiem potrzeby stosowania znaków konwencjonalnych. Ortofotomapa z warstwicami obrazuje rzeźbę terenu, natomiast wzbogacona o tzw. stereokomponent pozwala na łatwy pomiar rzeźby terenu.

We wstępnej fazie projektowania, kiedy trzeba dokonać wyboru jednego z kilku wariantów lokalizacji inwestycji, można oprzeć się na przesłankach wynikających z odczytania zdjęć. Na przykład można dokonać wstępnego wyboru przebiegu linii wysokiego napięcia kierując się minimalizacją ilości wycinanych drzew (jeśli trasa ma przechodzić przez tereny leśne). Podobnie wykorzystanie efektu stereoskopowego pomoże w trafnym wyborze przebiegu trasy komunikacyjnej: drogi lub autostrady. Odczytany ze zdjęć stopień zindustrializowania (zurbanizowania) terenu może również wpływać na decyzje dotyczącą wyboru miejsca danej inwestycji.

Cennym narzędziem przy projektowaniu jest komputer. Istnieje szereg systemów komputerowych wspomagających projektowanie inżynierskie. Wykorzystują one między innymi zdjęcia cyfrowe lub cyfrowe ortofotomapy oraz numeryczny model zobrazowanego za ich pomocą terenu, dokonana na obrazach klasyfikacja z punktu widzenia użytkowania terenu pozwala na automatyzację i wielowariantowość projektowania.

B3.1.3 Wykorzystanie zdjęć lotniczych przy projektowaniu dróg

Do ważnych elementów projektowania dróg kołowych należy badanie istniejącego ruchu pod względem rodzaju, ilości i szybkości pojazdów. Stereoskopowe zdjęcia lotnicze wy-

konywane w odpowiednio dużej skali (powyżej 1 : 5 000) w ustalonych odstępach czasu, pozwalają określić pod stereoskopem wymienione elementy. Ułatwiają również określenie natężenia ruchu pieszego.

Przydatność zdjęć lotniczych łatwo jest dostrzec analizując obowiązujące wytyczne projektowania dróg. Przebieg drogi powinien być zgodny z założeniami planu zagospodarowania przestrzennego. Projekt (przedstawiany „w planie” i w przekroju poprzecznym) powinien stanowić optymalne, najkrótsze połączenie komunikacyjne dwu punktów. Każdy projekt (czy wariant) powinien zawierać analizę ekonomiczną. Przy ustalaniu przebiegu drogi uwzględnia się warunki techniczne i ruchowe, ekonomiczne, środowiskowe i estetyczne związane z utrzymaniem drogi, oraz warunki wynikające z porozumień międzynarodowych.

Przy kształtowaniu drogi i projektowaniu węzłów komunikacyjnych zaleca się:

- stosowanie w terenie płaskim rozwiązań eliminujących monotoność drogi oraz przyjmowanie promieni łuków większych od najmniejszych zalecanych,
- dostosowanie w terenie falistym przebiegu drogi do ukształtowania terenu,
- dążenie w terenie górskim do najpełniejszego wpisania drogi w teren, zwracając uwagę na warunki gruntowo-wodne.

Warunki środowiskowe obejmują warunki gruntowo-wodne, ukształtowanie terenu, cechy krajobrazowe i klimatyczne. Przy projektowaniu drogi zaleca się omijać tereny o niekorzystnych warunkach gruntowo-wodnych (bagna, tereny zalewowe, tereny osuwiskowe i szkód górniczych). Przejścia przez te tereny wymagają stosowania kosztownych rozwiązań technicznych.

Ponieważ zachowanie użytkowników dróg zależy od informacji wzrokowych (pochodzących z obserwacji drogi i jej otoczenia), przy projektowaniu drogi uwzględnia się względy estetyki, świadomie kształtując obraz drogi i jej otoczenia.

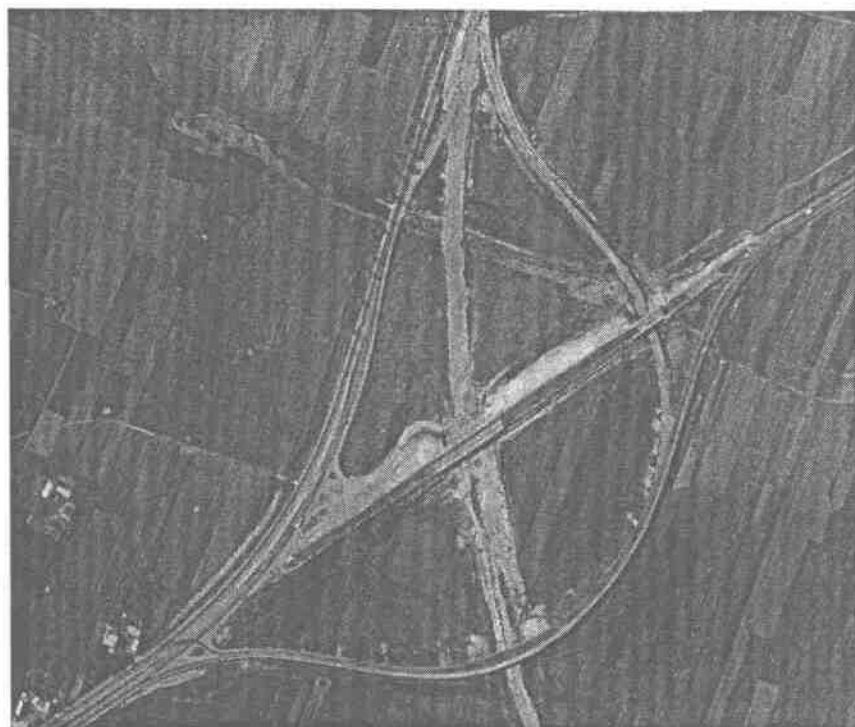
Wielu elementów środowiskowych czy estetycznych nie da się określić na podstawie mapy czy to ze względu na aktualność, czy ze względu na skromną (stosunkowo) pojemność informacyjną. Przy kształtowaniu drogi należy dążyć do:

- ograniczenia negatywnego wpływu drogi i ruchu na środowisko człowieka (i vice versa - ograniczenia wpływu otoczenia drogi na bezpieczeństwo ruchu),
- prawidłowego gospodarowania zasobami przyrody, gruntami i lasami,
- harmonijnego kształtowania drogi i jej otoczenia.

Drogi międzynarodowe powinny umożliwiać ruch szybki i bezpieczny. Powinny mieć co najmniej dwa pasy ruchu w każdym kierunku, pasy postojowe, pas przedzielający oraz odpowiednie oznakowanie. Zaleca się projektowanie węzłów i różnopoziomowych przecięć z innymi liniami komunikacyjnymi (fot. 1).

Wskaźniki projektowania dróg międzynarodowych określają warunki, które będą brane pod uwagę przy opracowywaniu ćwiczenia warsztatowego - wybrano grupę parametrów obowiązujących przy szybkości projektowej 80 km/godz.:

największe pochylenie niwelety	6%
najmniejszy promień krzywej w planie	250 m
najmniejsza odległość widoczności	100 m
szerokość pasa głównego autostrady	3,5 m
szerokość pasa przedzielającego	minimum 5 m
minimalna wysokość wiaduktu	4,5 m



ot.1. Węzeł komunikacyjny (w budowie) w pobliżu Chęcín

Przy projektowaniu dróg wykorzystuje się ortofotomapy, stereogramy zdjęć lotniczych, mapy użytkowania terenu otrzymane przez przetworzenie multispektralnych obrazów lotniczych i satelitarnych a także numeryczny model terenu. Istnieje wiele systemów komputerowych wykorzystujących powyższe dane służących do wspomagania projektowania inwestycji, pozwalających na podstawie analizy wielu wariantów projektu na wybór optymalnego.

3.1.4 **Ćwiczenie I - Pomiar profilu terenu do próby projektu wysokościowego odcinka autostrady**

Materiały:

stereogram zdjęć lotniczych czarno-białych w skali 1 : 16 000 z 1982 r. przedstawiający rejon Tyńca koło Krakowa,
mapa topograficzna tego obszaru w skali 1 : 10 000 z 1988 r.

Dane wyjściowe

zeskanowany stereogram zorientowany wzajemnie i bezwzględnie na VSD,
wniesiona na model oś prostoliniowego fragmentu projektowanej autostrady.

Założenia

dopuszczalny spadek autostrady - 6%
minimalna wysokość wiaduktu nad drogą - 4,5 m

Na podstawie materiałów i danych wyjściowych należy:

pomierzyć na autografie wysokości wybranych punktów znajdujących się na lub w pobliżu osi projektowanej autostrady,
wykonać wykres przedstawiający profil terenu wzdłuż osi projektowanego odcinka,

- wykonać projekt wysokościowego przebiegu autostrady.

B3.2 MONITORING POSTĘPU REALIZACJI INWESTYCJI NA PODSTAWIE CYKLICZNYCH ZDJĘĆ I PRODUKTÓW POCHODNYCH

W czasie realizacji inwestycji zdjęcia lotnicze umożliwiają nadzorowanie prawidłowości jej przebiegu i zgodności z założeniami projektu, stanowiąc doskonałe źródło pełnej i aktualnej informacji. Mogą być podstawą zarówno sporządzenia aktualnych planów czy map jak i być wykorzystywane do kontroli postępu prac budowlanych, wpływu inwestycji na środowisko przyrodnicze, oceny zmian w sposobie użytkowania terenu.

Zdjęcia lotnicze dla nadzorowania przebiegu znaczących inwestycji powinno się wykonywać cyklicznie, w określonych różnymi wymogami terminach, na zadanym terenie. Skale zdjęć są podyktowane skalami opracowywanych na ich podstawie map lub też - o ile nie służą do tego celu - stopniem szczegółowości odczytywanych na ich podstawie informacji. Często ze względu na dużą skalę zdjęć korzystne jest wykonywanie zdjęć z helikopterów.

Przy inwentaryzacji obiektów przemysłowych lub inżynierskich na zdjęciach lotniczych potrzebna jest umiejętność ich rozpoznawania na podstawie pewnych cech rozpoznawczych. Wśród takich obiektów można generalnie wyróżnić obiekty związane z przemysłem wydobywczym, przetwórczym i przemysłem lekkim.

I tak lokalizacja obiektów przemysłu wydobywczego jest związana przede wszystkim z występowaniem złóż surowców: kopalin takich jak węgiel kamienny, brunatny, siarka, rudy metali, surowce dla przemysłu ceramicznego, drogowego itp. Lokalizowane są one (a przynajmniej powinny być!) poza skupiskami mieszkalnymi, charakteryzują się dużą powierzchnią, występowaniem hałd i zwałowisk surowców i nadkładu, występowaniem licznych obiektów budowlanych typu hale, magazyny, linie transportu wewnętrznego, wyraźne drogi dojazdowe lub bocznice kolejowe, kominy, wieże wyciągowe dla kopalń węgla kamiennego lub rud metali. Przy zakładach wydobywczych przemysłu surowców energetycznych mogą występować elektrownie, przy kopalniach rud metali zbiorniki poflotacyjne.

Kopalnie odkrywkowe węgla brunatnego charakteryzują wielkie powierzchniowo i głębokie wyrobiska wielopoziomowych skarp, zwałowiska nadkładu, hałdy urobku, drogi transportu wewnętrznego - linie taśmociągów, kolejek wąskotorowych, widoczne są na zdjęciach także takie urządzenia jak koparki.

Kopalnie węgla kamiennego charakteryzuje występowanie wież wyciągowych, hałdy skały płonnej, składowiska materiału podsadzkowego (zbiorniki podsadzki), składowiska kopaliny z bardzo wyraźnym transportem wewnątrzzakładowym.

Kamieniołomy można rozpoznać po ich charakterystycznym kształcie odsłoniętej w głąb ziemi kopaliny (fot. 2), koparkach, drogach dojazdowych, poszarpanych skarpach zboczy.

Dla obiektów przemysłu przetwórczego są charakterystyczne urządzenia energetyczne: linie wysokiego napięcia, stacje transformatorów, zwałowiska, silosy, magazyny, hale produkcyjne, rurociągi, kominy itd.

Przemysł lekki charakteryzuje występowanie licznych hal i magazynów (fot.3), może on być lokalizowany w obrębie skupisk mieszkalnych.



Fot. 2. Kamieniołom w pobliżu Kielc



Fot. 3. Stalownia w Grybowie

Zdjęcia lotnicze, przedstawiając aktualny obraz dużego obszaru objętego inwestycją budowlaną, gdzie wszystkie elementy zostały zarejestrowane w tym samym (praktycznie) momencie, stwarzają możliwość nadzorowania, koordynacji i synchronizacji różnych działań inżynierskich. Za przykłady inwestycji inżynierskich, w przypadku których analiza zdjęć lotniczych umożliwia nadzorowanie ich przebiegu mogą służyć:

- prace związane z regulacją rzek, umocnieniami brzegów, utrwalaniem piasków, tworzeniem zbiorników wodnych o różnym zasięgu (tak stawów, jak wielkich zbiorników retencyjnych),
- dokumentowanie skutków kataklizmów i katastrof, a następnie śledzenie postępu prac związanych z odbudową czy naprawą zniszczeń,

- analiza skuteczności przedsięwzięć inżynierskich hamujących osuwiska czy obrywy na dużych obszarach,
- śledzenie postępu budowy linii komunikacyjnych,
- dokumentowanie prac górniczych i zjawisk wymagających podjęcia określonych działań na rozległych obszarach górniczych (eksploatacja odkrywkowa, otworowa, czy podziemna),
- koordynacja i kontrola przebiegu prac inżynierskich związanych z rozwojem i zabudową terenów rekreacyjnych,
- nadzorowanie planowej (hamowanie samoistnej) zabudowy terenów.

Uznając przydatność wykorzystania informacji fotolotniczej dla monitoringu przedsięwzięć budowlanych i inżynierskich, należy pamiętać, że pełne wykrycie i interpretacja rozmaitych powiązań organizacyjnych i technicznych oraz dynamiki zmian związanych z inwestycją inżynierską nie jest możliwe bez zastosowania innych metod i wykorzystania innych źródeł informacji.

B3.3 ĆWICZENIE II - ODCZYTYWANIE BUDOWLI I URZĄDZEŃ INŻYNIERYJNYCH NA ZDJĘCIACH W RÓŻNYCH SKALACH

Materiały

Stereogramy zdjęć lotniczych rejonu Tyńca koło Krakowa w skali 1 : 5 000 i 1 : 26 000

Wykonanie ćwiczenia:

1. Zidentyfikuj budowle i oceń ich stan:
 - a) wały przeciwpowodziowe,
 - b) urządzenia hydrotechniczne.
2. Zidentyfikuj ze względu na bliskość lotniska najwyższe obiekty, których wysokość należałoby pomierzyć.
3. Oceń możliwości i podejmij próbę przeprowadzenia studiów komunikacyjnych w zakresie:
 - c) badania natężenia ruchu na autostradzie,
 - d) oceny prawidłowej eksploatacji autostrady,
 - e) wykrycia sposobu oddzielenia pasów ruchu.

Wyniki odczytania i rozpoznania należy przedstawić w formie graficznej na kalce i w formie opisowej w tabeli.

B3.4 OCENA STOPNIA ZAGROŻENIA OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH DEFORMACJAMI TYPU OSUWISKOWEGO

Nieocenione wręcz korzyści daje wykorzystanie stereogramów zdjęć lotniczych w rozpoznawaniu zjawisk typu osuwiskowego, zerw, zmywów powierzchniowych, stożków usypiskowych i obrywów. Są to formy geologiczne utworzone w wyniku działania czynników denudacyjnych, mogące niekorzystnie wpływać na budowle posadowione na nich lub w ich pobliżu. Spośród wymienionych form najgroźniejsze, bo powierzchniowo największe i mające charakter dynamiczny są osuwiska.

W fazie projektowania budowli należy wziąć pod uwagę wszystkie istniejące i potencjalne miejsca zagrożone osuwaniem się mas ziemnych i w miarę możliwości nie prowadzić inwestycji budowlanej w miejscach zagrożonych ich wpływem. Jeżeli ominięcie osuwiska nie

jest możliwe (np. przy prowadzeniu trasy komunikacyjnej), należy się liczyć z kosztownym zabezpieczeniem osuwiska przed inwestycją, a także podczas realizacji i użytkowania budowli inżynierskiej.

Na wykrycie na zdjęciach lotniczych form działalności czynników denudacyjnych pozwalają pewne cechy rozpoznawcze (za "Interpretacją zdjęć lotniczych" A. Ciołkosza, J. Miśalskiego i R. Olędzkiego).



Fot. 4. Osuwisko w Grybowie

I tak osuwiska (fot.4) i zerwy charakteryzuje wyraźna linia niszy lub krawędzi zerw, nierówna powierzchnia terenu, zaburzony układ roślinności, szczególnie widoczny dla drzew ("pijany las"). Stożki usypiskowe i obrywy można poznać po strukturze smugowej (stożki) i ziarnistej (obrywy), na zdjęciach panchromatycznych mające jasny fototon pozbawionej roślinności okrywy gruntu.

Te naturalne formy powierzchni ziemi mają zazwyczaj stosunkowo niewielkie rozmiary, mogą być zatem rozpoznane tylko na zdjęciach wielkoskalowych.

Znacznie większe powierzchniowo są tereny osuwiskowe lub zagrożone potencjalnymi osuwiskami występujące tam, gdzie składa się kopalinę lub nadkład (kopalnictwo). Zaburzenie naturalnej stateczności powierzchni ziemi olbrzymimi masami nadkładu lub kopaliny powoduje zjawiska osuwiskowe o olbrzymiej skali, mające niekiedy rozmiar katastroficznego. Powodują one zmiany w sieci hydrograficznej, zniszczenia roślinności, niszczą urządzenia techniczne, drogi transportu.

Tego rodzaju osuwiska można prognozować i przed ich wpływem się zabezpieczyć korzystając właśnie ze zdjęć lotniczych, wykonywanych cyklicznie.

B3.5 POZYSKIWANIE DANYCH DO GEOINFORMATYCZNYCH SYSTEMÓW WSPOMAGAJĄCYCH ZARZĄDZANIE INWESTYCJĄ

B3.5.1 Składniki baz danych dla systemów informatycznych

Systemy informatyczne wykorzystywane na różnych etapach prowadzenia inwestycji inżynierskich to przede wszystkim Systemy Informacji Geograficznej (GIS) oraz Systemy Informacji Terenowej (SIT). Baza danych systemu ma charakter zintegrowany i składa się z dwu elementów:

- bazy przestrzennej, zawierającej przestrzenne usytuowanie obiektów,
- bazy atrybutów nieprzestrzennych, opisującej cechy i jakość obiektów środowiska geograficznego,
- SIT od GIS-u odróżnia dokładność i szczegółowość informacji oraz uwypuklenie dwu aspektów:
- tzw. instytucjonalnego, uwzględniającego zależności prawne, polityczne społeczne i administracyjne,
- organizacyjnego, podającego zależności między środkami technicznymi, zasobami informacyjnymi oraz zespołami ludzkimi obsługującymi i wykorzystującymi system (J. Gaździcki, "Systemy informacji przestrzennej").

W systemach informacji terenowej można wyróżnić:

- systemy katastralne,
- systemy informacji o środowisku naturalnym,
- systemy informacji o infrastrukturze.

Dane umieszczone w bazach tych systemów są podstawą projektu budowy inwestycji inżynierskiej, jej realizacji i eksploatacji. Mogą mieć postać cyfrową lub analogową, charakteryzując je: dokładność, precyzja, powtarzalność, rozdzielczość, zmienność, aktualność, wiarygodność, dostępność kompletność, odpowiedniość, koszt i wartość.

B3.5.2 Fotogrametria i teledetekcja jako podstawowe źródła danych do systemów informatycznych

Źródłami danych przestrzennych dla systemów informacji o terenie jest geodezja, która dostarcza danych z pomiarów bezpośrednich i której produktem jest mapa topograficzna lub tematyczna, fotogrametria - dająca podobny produkt jak geodezja ale z pomiarów na zobrazowaniach oraz teledetekcja - pozyskiwanie ze zobrazowań informacji innych niż przestrzenne usytuowanie obiektów. Danymi wejściowymi do geodezyjnych systemów informacyjnych są też ankiety statystyczne oraz inne rodzaje informacji w postaci liczbowej lub tekstowej. Częścią bazy danych GIS stają się one po zamianie postaci analogowej na dane cyfrowe. Służą do tego systemy digitalizacji, przetwarzania obrazów i statystycznej analizy danych. Dopiero w postaci plików z zapisem cyfrowym informacja może być uporządkowana i zarządzana jako zawartość bazy danych systemu informacji.

W ramach systemu mogą być tworzone nowe warstwy informacyjne drogą przetwarzania i analizy danych zawartych w bazie systemu. Przykładem może być cyfrowa mapa zagrożenia gleb erozją wodną opracowana dla obszaru w rejonie Krakowa, do wygenerowania której wykorzystano pięć warstw tematycznych tworzących cyfrową bazę danych GIS: mapy spadków i ekspozycji powierzchni terenu, rodzajów i gatunków gleb, rozkładu opadów i sposobu użytkowania ziemi. Otrzymano je przez digitalizację i przetworzenie istniejących map i przez wykorzystanie danych teledetekcyjnych z multispektralnego obrazu TM z satelity LANDSAT. Innym przykładem może być mapa ruchów mas powietrza w dolinie Wuppertalu (Niemcy), otrzymana z wykorzystaniem analiz statystycznych map klimatycznych tego terenu oraz numerycznego modelu terenu. Mapa ta posłużyła jako podstawa do studiów nad planowaniem usytuowania inwestycji przemysłowych w tym rejonie.

Podstawę bazy danych stanowi numeryczny model terenu, będący zapisem macierzowym lub rastrowym pionowego ukształtowania powierzchni ziemi dla węzłów siatki lub elementarnego pola powierzchni. Najczęściej otrzymywany jest on z pomiarów fotogrametrycznych, dla których materiałem wyjściowym są zdjęcia lotnicze, można go otrzymać też przez przetworzenie zdigitalizowanych map lub z wykorzystaniem bezpośrednich pomiarów geodezyjnych.

Numeryczny model terenu może posłużyć do sporządzania różnych prezentacji (w postaci na przykład rzutów aksonometrycznych) jak i map pochodnych (nachyleń, ekspozycji).

Baza danych zawierać może też cyfrową ortofotomapę, za pomocą której tworzy się nakładki i warstwy tematyczne. Są to wyciągi zawierające określoną informację wydzieloną z treści mapy, na przykład: sieć drogowa, wody, budowa geologiczna, sposób użytkowania terenu itp.

Innym źródłem danych dla bazy są przetworzone obrazy cyfrowe w różnych zakresach spektralnych, obrazy uzyskane z pułapu lotniczego lub satelitarnego.

Systemy przetwarzania obrazów i ich klasyfikacji pozwalają na uzyskanie informacji będącej podstawą do tworzenia warstw tematycznych systemu, informacji niemożliwych do uzyskania za pomocą mapy topograficznej czy ortofotomapy. Systemy informacji o terenie są doskonałym narzędziem wspomagającym projektowanie inwestycji, nadzór przebiegu realizacji oraz analizę jej wpływu na środowisko.

B4. MONITORING I OCHRONA ŚRODOWISKA

Stanisław Mularz

B4.1 WPROWADZENIE

Środowisko jest to ogół wszystkich czynników ożywionych (biotycznych) i nieożywionych (abiotycznych) tworzących dany obszar, wzajemnie powiązanych i ulegających zmianom. Części składowe środowiska (komponenty) bezustannie na siebie oddziałują, co prowadzi do zmiany warunków w jakich zachodzą kolejne stadia przeobrażeń środowiska, także z udziałem człowieka. W skrajnych przypadkach czynnik tzw. antropopresji prowadzi do trwałych nieodwracalnych zmian w środowisku, najczęściej o charakterze degradacyjnym.

Wyróżnia się zazwyczaj środowisko:

- geograficzne,
- przyrodnicze,
- naturalne.

Środowisko geograficzne jest syntezą komponentów naturalnych i antropogenicznych i bywa niekiedy utożsamiane z pojęciem krajobrazu (geokompleksu) czyli fizjognomią powierzchni Ziemi, lub jej części, będącą splotem rzeźby terenu, wód, warunków klimatycznych świata roślinnego i zwierzęcego oraz działalności ludzkiej, pozostających we wzajemnym oddziaływaniu na siebie.

Środowisko przyrodnicze tworzą elementy przyrody ożywionej i nieożywionej w tym także zmienione przez człowieka. Np., w wyniku eksploatacji złóż kopalin użytecznych dochodzi zazwyczaj do trwałego przeobrażenia różnych komponentów środowiska w rejonie eksploatacji górniczej (przekształcenia geomechaniczne, zmiany stosunków wodnych, zmiany sposobu użytkowania terenu itp.).

Środowisko naturalne mają tworzyć w założeniu, pierwotne, „dziewicze” komponenty abiotyczne i biotyczne, które poddawane są tylko przeobrażeniom na skutek oddziaływania sił Natury, a więc zjawiskom i procesom zachodzącym samoistnie bez ingerencji człowieka. W skali całego globu tylko nieliczne enklawy spełniają to kryterium, bowiem czynnik antropopresji ujawnia się obecnie, z większym lub mniejszym natężeniem niemal wszędzie.

Efekty działalności człowieka, zarówno w środowisku nieożywionym jak i ożywionym, obserwuje się w wymiernej postaci jako: zużycie nieodnawialnych złóż kopalin użytecznych, degradację pokrywy glebowej, zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych, przekształcenia krajobrazu, zmiany klimatu i inne. Wytwarzane przez człowieka różnego rodzaju polutanty docierają do trudno dostępnych szczytów górskich, lądolodu Antarktydy czy największych głębin oceanicznych.

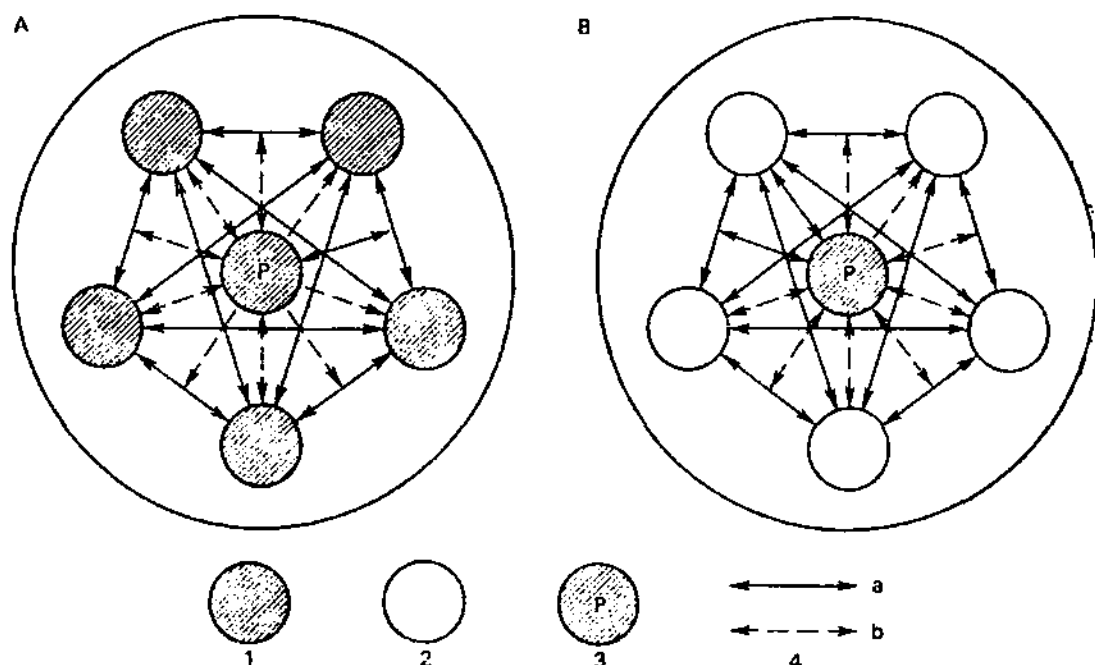
Monitoring środowiska jest to system gromadzenia i przetwarzania danych o środowisku (lub jego elementach) służący do kontrolowania jego zmian oraz jako wsparcie do podejmowania zoptymalizowanych decyzji. Przez monitoring środowiska rozumie się zatem *system kontrolno-ostrzegawczy* służący nie tylko rejestracji stanu środowiska i śledzenia zachodzących w jego obrębie zmian ale również stwarzających podstawę do prognozowania i przeciwdziałania negatywnym skutkom tych zmian w formie odpowiedniego postępowania decyzyjnego. Np. dobrze funkcjonujący system monitoringu powietrza atmosferycznego winien umożliwić wykrywanie na danym obszarze trującego smogu, prognozę co do jego zasięgu i sposobu rozprzestrzeniania oraz powinien zawierać elementy decyzyjne gwarantujące skuteczne ostrzeganie mieszkańców o powstającym zagrożeniu oraz, przewidziane z góry, sposoby przeciwdziałania negatywnym skutkom tego zjawiska, z ewakuacją ludności włącznie.

B4.2 MODELE ŚRODOWISKA

W pojęciu środowiska występuje, podobnie jak w przypadku każdej przestrzeni, przede wszystkim struktura materialna.

Z formalnego punktu widzenia środowisko można rozpatrywać jako:

- zbiór obiektów materialnych i energii oraz ich oddziaływań wzajemnie na siebie oraz na tzw. podmiot środowiska stanowiący albo odrębny komponent środowiska, albo określony ich zespół;
- zbiór samych tylko oddziaływań (reakcji), gdzie nie jest istotna natura materialna oddziaływań, a istotne jest tylko działanie wzajemne i oddziaływanie w stosunku do podmiotu (Rys. 1).



Rys. 1. Modele środowiska: A - środowisko jako zbiór obiektów materialnych i ich wzajemne oddziaływania (wzajemne na siebie i na podmiot - obiekty materialne jako „nosiciele” relacji oddziaływania); B - środowisko jako zbiór samych oddziaływań

1 - komponenty materialne, 2 - komponenty jako „nosiciele” oddziaływań, 3 - podmiot, 4 - oddziaływania: a - między komponentami, b - w stosunku do podmiotu (wg T. Bartkowskiego, 1986)

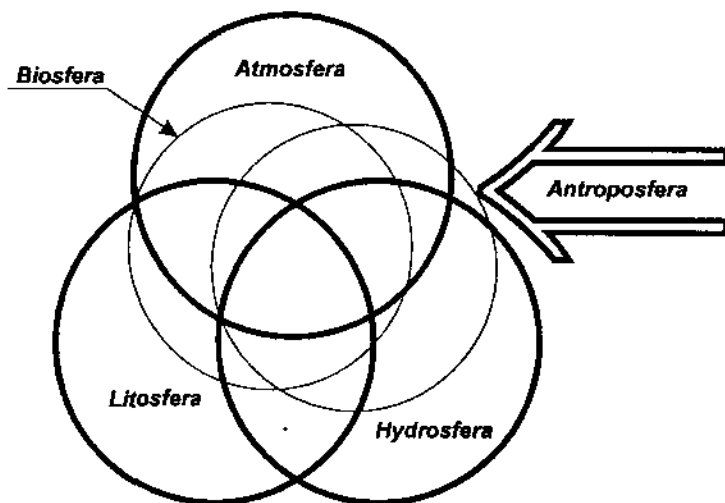
Podmiot środowiska może mieć różną naturę i obejmować różny zakres znaczeniowy. Może nim być:

- ⇒ istota żywa (roślina, zwierzę, człowiek) czyli elementy biotyczne,
- ⇒ obiekt abiotyczny (jezioro, góra, dolina rzeczna, lodowiec itp.),
- ⇒ proces biotyczny, fizyko-chemiczny lub techniczny,
- ⇒ element podstawowy zbiorowości (indywidualium), np. środowisko człowieka, określonej rośliny lub zwierzęcia,
- ⇒ określona zbiorowość; społeczeństwo, gatunek, forma życia, populacje itp.

W świetle innych koncepcji środowisko może być traktowane samo tylko otoczenie (*mereostruktura*) bez swistego centrum. Jest to interakcyjny układ obiektów wzajemnie powiązanych relacjami, wg pewnej zasady.

W innym ujęciu model środowiska stanowi układ obiektów powiązanych relacjami ze sobą a także z podmiotem umieszczonym w centrum oddziałującym z obiektami na zasadzie sprzężenia zwrotnego. Jest to tzw. *holostruktura* czyli układ interakcyjny zorientowany na punkt centralny.

Model środowiska w układzie geosfer



Rys. 2. Środowisko jako kategoria systemowa i kategoria przestrzenna

Realny model części abiotycznej środowiska tworzą tzw. sfery ziemskie (geosfery) dostępne do zdalnego i bezpośredniego monitorowania (Rys.2).

Litosfera - inaczej sfera kamienna (skorupa ziemska) stanowi twarde podłoże złożone z serii skał magmowych, osadowych i przeobrażonych (metamorficznych), w obrębie którego rozwijają się wszelkie procesy i zjawiska modelujące powierzchnię Ziemi. Najbardziej zewnętrzną „naskórkową” część litosfery stanowią gleby.

Gleby, chociaż są niezwykle ważnym komponentem środowiska (por. rozdz. A2), nie tworzą w ujęciu modelowym odrębnej geosfery. W najbardziej ogólnej definicji gleba to „mniej lub więcej skruszona, przeobrażona i ożywiona, płytka powierzchniowa zwierzelina skorupy ziemskiej, zbudowanej z różnych skał” (Lazar J., 1977).

Hydrosfera obejmująca wszystkie wody ziemskie, zarówno powierzchniowe (w tym przede wszystkim akweny morskie i oceaniczne) jak i wody podziemne tworzące, oddzielne lub połączone hydraulicznie, horyzonty wodne. Kolektor dla wód podziemnych stanowią przede wszystkim serie porowatych skał osadowych (piaskowce, zlepieńce) oraz wolne przestrzenie w postaci spękań, szczelin i pustek w innych rodzajach skał.

Atmosfera ziemiska a właściwie najważniejsza jej dolna część - *troposfera* (7-18 km) stanowiąca powietrze atmosferyczne w postaci mieszaniny gazów, głównie azotu (78%), tlenu (21%) oraz dwutlenku węgla, wodoru i domieszki gazów szlachetnych - argonu, helu i innych). Charakterystyczne cechy atmosfery to intensywna wymiana cieplna z powierzchnią litosfery i hydrosfery, silne mieszanie się mas powietrza z koncentracją pary wodnej na skutek efektu parowania.

Biosfera obejmuje w całości świat istot żywych, czyli inaczej mówiąc czynnik ożywiony (biotyczny) środowiska, którego człowiek jest integralną częścią. Głównymi obszarami rozwoju biosfery są hydrosfera oraz przypowierzchniowa warstwa litosfery, w tym zwłaszcza pokrywa glebowa. Atmosfera jest nieporównanie uboższym siedliskiem żywych organizmów,

ale w zamian pełni funkcję bardzo ważnego biostymulatora (wymiana fazy gazowej, transport zarodników, nasion, substancji odżywczych itp.).

Antroposfera czyli innymi słowy przestrzeń życia i działalności człowieka anektuje w coraz większym stopniu wszystkie sfery ziemskie wraz ze światem roślin i zwierząt. Działalność człowieka, zwłaszcza w sensie inżynierskim i technologicznym (*technosfera*) ma najczęściej degradacyjny charakter w stosunku do środowiska geograficznego. Stąd między innymi wypływa potrzeba a nawet konieczność monitorowania środowiska, aby poprzez kontrolowanie stanu i śledzenie zachodzących zmian, zapobiegać w porę nadmiernej degradacji poszczególnych jego komponentów.

B4.3 TELEDETEKCYJNY MONITORING ŚRODOWISKA

Pomiędzy sferami tworzącymi środowisko zachodzi bez przerwy wymiana materii i energii. Wody parują i w części przechodzą do atmosfery, by następnie w postaci opadów zasilać wody powierzchniowe i podziemne. Woda opadowa infiltruje w głąb skał, częściowo łączy się chemicznie z niektórymi ich składnikami, częściowo spływa po nich ługując pewne elementy i unosząc rozdrobnione okruchy skalne, za pośrednictwem cieków powierzchniowych, do akwenów morskich i oceanicznych. Tam zaś składniki nierozpuszczalne sedymentują na dnie, powodując przyrost skorupy ziemskiej - litosfery. Wulkany wyprowadzają z głębi litosfery duże ilości par, gazów oraz pyłów i popiołów, które częściowo dołączają się do atmosfery a częściowo rozpuszczają i osadzają w hydrosferze.

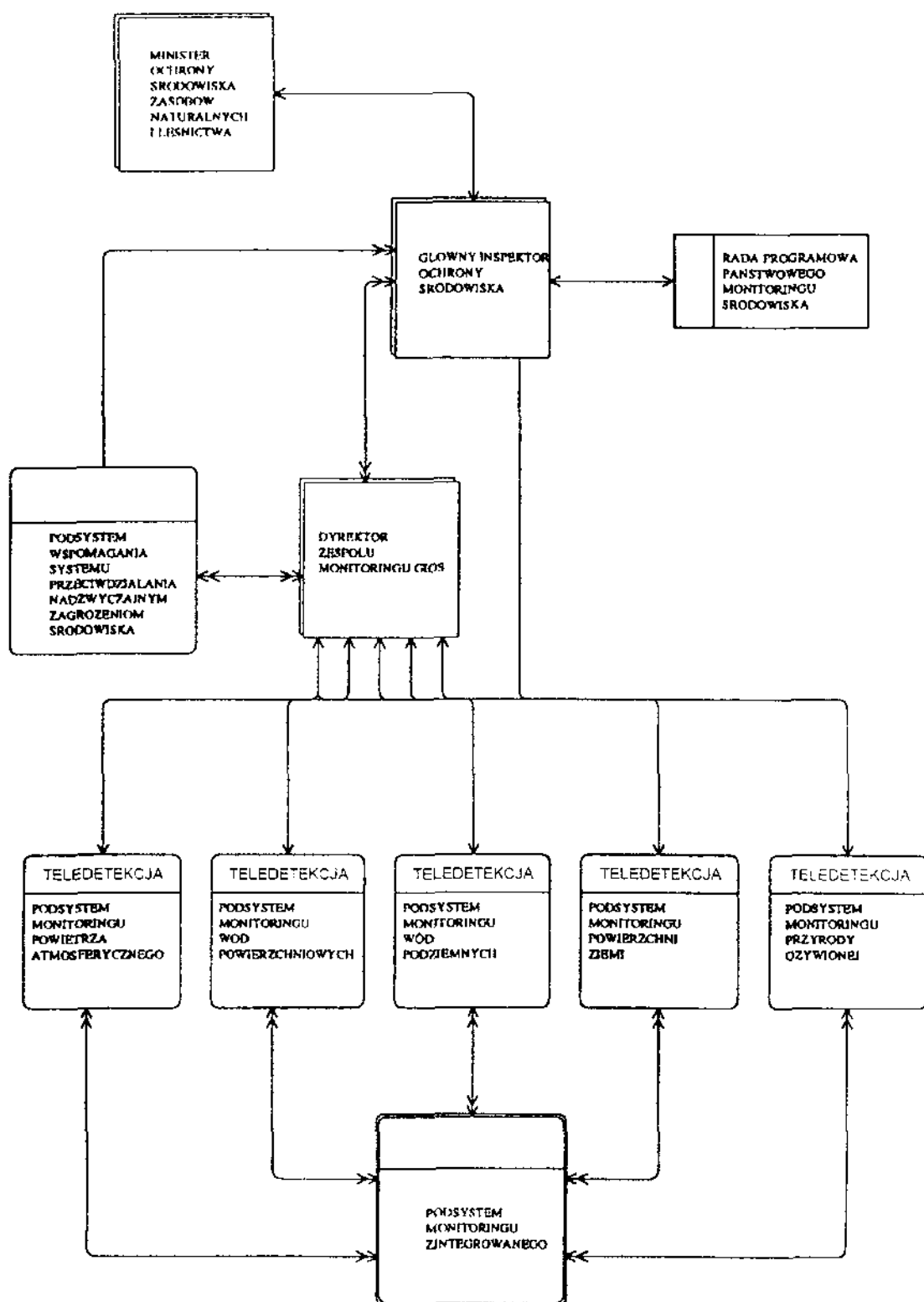
Z kolei działalność człowieka wpływa w coraz większym stopniu na przebieg wielu zjawisk i procesów naturalnych, w tym przede wszystkim na erozję pokrywy glebowej. W tej ustawicznej wymianie materii pomiędzy atmosferą, hydrosferą, litosferą i biosferą uczestniczą rozmaite pierwiastki chemiczne. Każdy z nich odgrywa swoistą rolę, każdy krąży w sposób dla siebie właściwy w przypowierzchniowych sferach ziemskich. Te skomplikowane cyrkulacje pierwiastków mają charakter ciągły i zachodzą na naszych oczach. Badanie ich jest przedmiotem monitoringu bezpośredniego głównie geo- i hydrochemicznego, opartego na punktowym opróbowaniu określonej części składowej środowiska.

Natomiast monitoring prowadzony z wykorzystaniem zdalnych metod rejestracji pozwala na określenie relacji przestrzennych oraz jakościową/iłościową ocenę badanego elementu środowiska.

Obowiązujący w naszym kraju program Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) nawiązuje do modelu środowiska w postaci sfer i zawiera w swojej strukturze organizacyjnej sześć głównych podsystemów :

- monitoring powietrza atmosferycznego,
- monitoring wód powierzchniowych,
- monitoring wód podziemnych,
- monitoring powierzchni Ziemi,
- monitoring przyrody ożywionej,
- monitoring zintegrowany.

Oddzielne ogniwo strukturalne, funkcjonujące na poziomie dyrektora zespołu monitoringu, Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska stanowi „Podsystem wspomagania systemu przeciwdziałania nadzwyczajnym zagrożeniom środowiska”.



Rys. 3. Struktura organizacyjna państwowego monitoringu środowiska

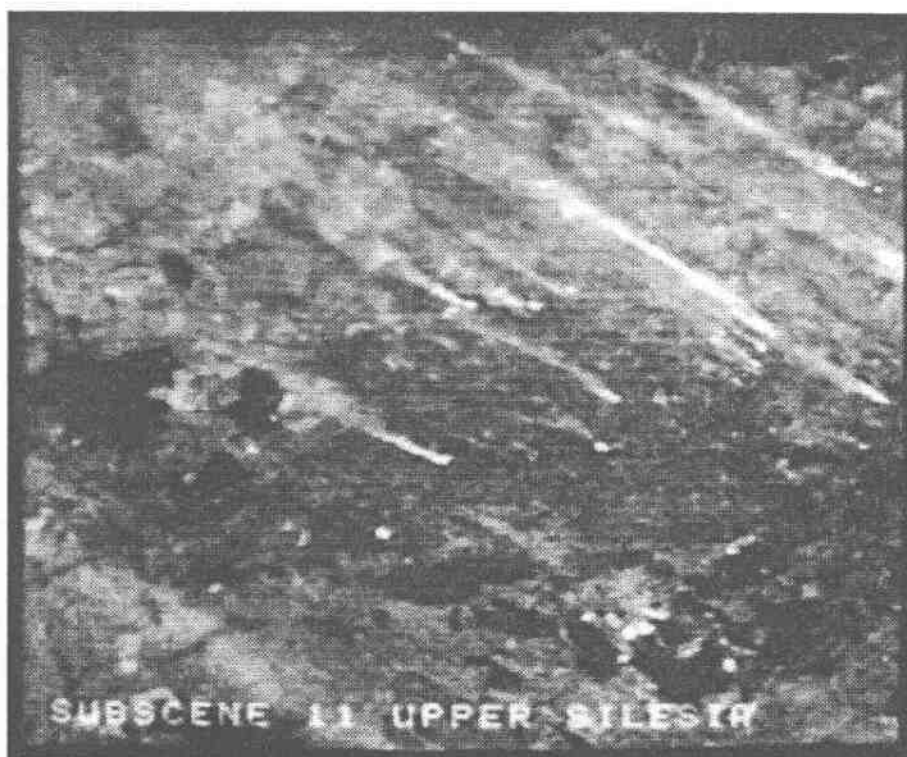
Współcześnie prowadzony monitoring środowiska musi opierać się na dobrze zorganizowanym systemie informatycznym, który umożliwia racjonalne magazynowanie gromadzonych danych, ich efektywne przetwarzanie i prowadzenie analiz tematycznych z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej (GIS).

Koncepcja organizacji systemu informatycznego PMS opiera się na administracyjnej strukturze Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska, które w połączeniu z organami administracji państwowej, terenowej i samorządowej gromadzą dane o środowisku na szczeblu województwa lub regionu. Dane te łącznie z informacjami zbieranymi przez inne instytucje zasilają Centralną Bazę Danych o Środowisku, zlokalizowaną w Głównym Inspektoracie Ochrony Środowiska. Stamtąd przetworzone i zweryfikowane przez Instytuty Naukowe sprawujące nadzór merytoryczny nad podsystemami monitoringu, dane o środowisku trafiają do Organów Administracji Państwowej jako szczebla decyzyjnego w postaci komunikatów raportów i opracowań.

We wszystkich, przewidzianych w programie PMS podsystemach, udział teledetekcji w pozyskiwaniu informacji o stanie głównych komponentów środowiska powinien być znaczący.

W niektórych przypadkach, np. w odniesieniu do badania zasięgu i charakteru propagacji zanieczyszczeń pyłowych w atmosferze, metody teledetekcji satelitarnej stanowią jedyne i niezastąpione źródło informacji.

Dymy emitowane do atmosfery, zwłaszcza przez zakłady przemysłowe, są doskonale widoczne na wielospektralnych zobrazeniach satelitarnych. Z pułapu satelitarnego uzyskuje się jednoczesną niemal rejestrację obecności skażeń pyłowych w powietrzu atmosferycznym na dużym obszarze (Rys.4). Pozwala to na określenie zasięgu, kierunku i charakteru rozprzestrzeniania się pyłów, oraz wyniesienia smug dymowych nad powierzchnię terenu. Można także dokonać ilościowej oceny względnego stężenia pyłów w atmosferze oraz określić geometrię i sposób rozcieńczania się smugi, w funkcji odległości od emitora.



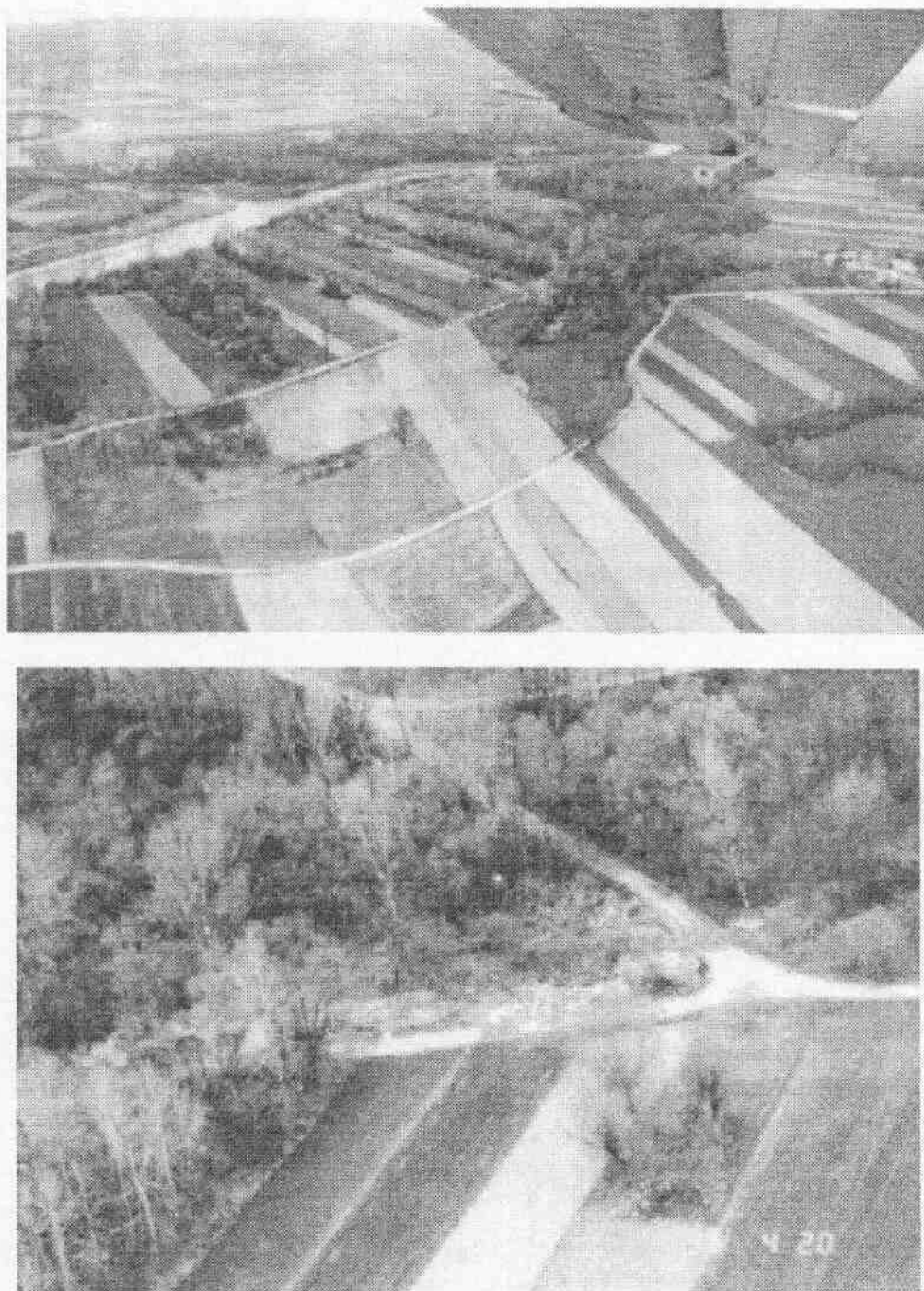
Rys. 4. Dymy nad centralną częścią Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego - przykład monitoringu powietrza atmosferycznego z pułapu satelitarnego (fragment sceny systemu LANDSAT MSS)

Zdjęcia lotnicze i zobrażenia satelitarne stanowią obiektywne źródło danych o skażeniach wód powierzchniowych substancjami ropopochodnymi, zrzutami ścieków komunal-

nych i przemysłowych, a także można na ich podstawie interpretować efekty eutrofizacji jezior i zbiorników retencyjno-energetycznych.

Z kolei zobrazowania wieloczasowe (*multitemporalne*) pozwalają na śledzenie zjawisk i procesów dynamicznych np. przebieg fali powodziowej, rozprzestrzenianie się pożaru kompleksów leśnych, narastanie trwałych przekształceń geomechanicznych w rejonach eksploatacji górniczej, itp.

Zdjęcia lotnicze stanowią również doskonały materiał do inwentaryzacji składowisk odpadów komunalnych i przemysłowych, w tym również tzw. „dzikich wysypisk” (Rys.5).



Rys. 5. Dokumentacja fotolotnicza „dzikiego” wysypiska

B4.3.1 Przykład teledetekcyjnego monitoringu środowiska (Ekologiczne aspekty składowania fosfogipsów)

B4.3.1.1 Wprowadzenie

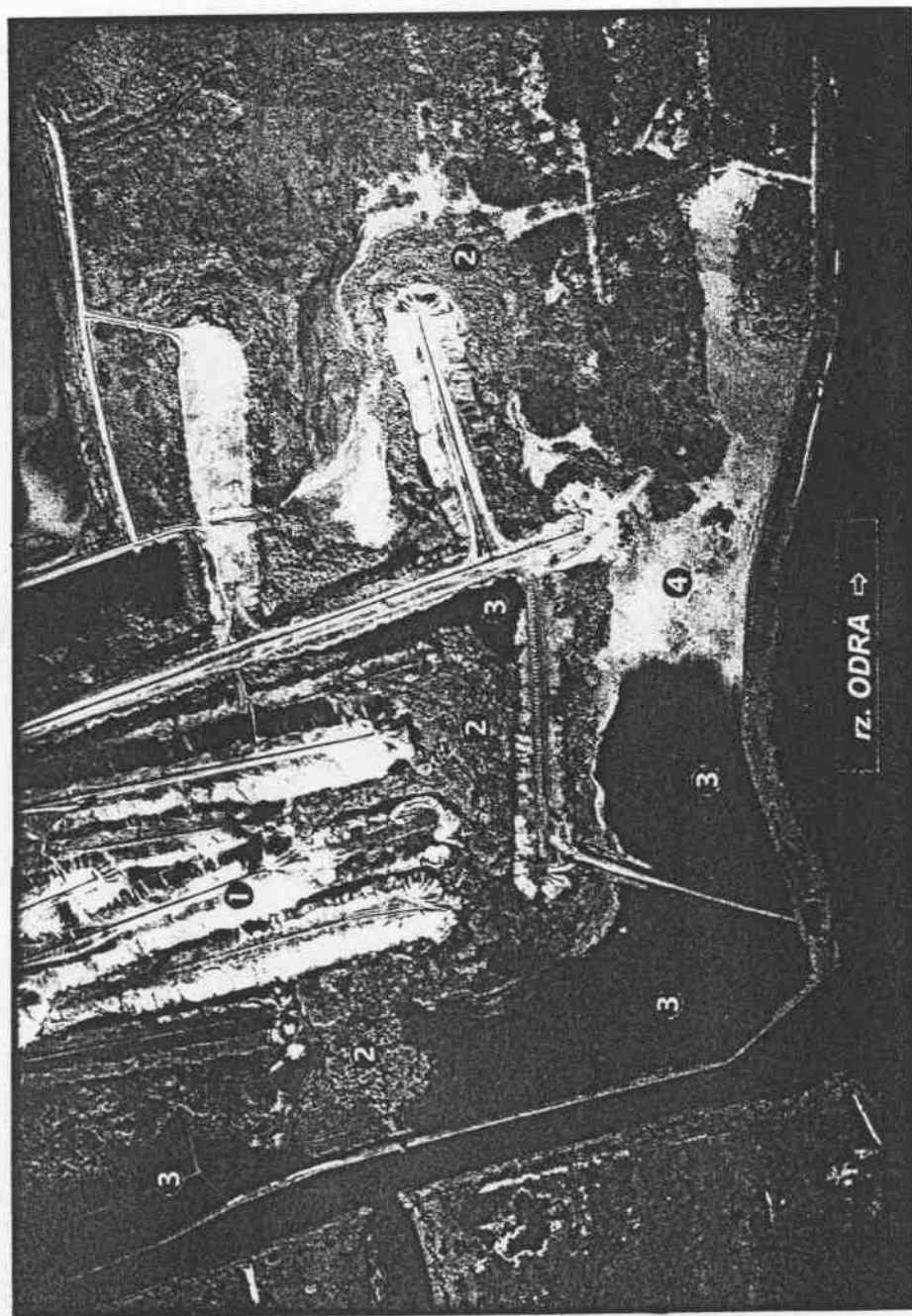
Kompleksowy charakter degradacji środowiska może być następstwem niewłaściwej lokalizacji składowiska odpadów przemysłowych. Znamiennym tego przykładem jest budowa składowiska odpadów fosfogipsowych Zakładów Chemicznych „Police” w Policach k. Szczecina (Rys.6).

Główną masę odpadów fosfogipsowych (93-95%) stanowi gips - dwuwodny siarczan wapnia ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) a więc związek analogiczny do występującego w warunkach naturalnych i powszechnie wykorzystywanego surowca. Pozostałe 5-7% stanowią szkodliwe zanieczyszczenia i to szkodliwe nie tylko z szologicznego punktu widzenia, ale również uciążliwe dla ewentualnej utylizacji tych odpadów. Do najważniejszych zanieczyszczeń swobodnie migrujących należy zaliczyć: *kwasy fosforowy, fosforany, fluorokrzemian sodowy, siarczan sodu, fluorek wapnia i kwas krzemowy*. Warto przy tym dodać, iż pewne partie odpadów mogą również zawierać domieszkę *pierwiastków radioaktywnych*, ze względu na ich obecność w importowanym surowcu, głównie apatytach.

Dla zobrazowania skali powstających zagrożeń można powiedzieć, iż w ciągu roku na składowisko dostaje się około 150 - 210 tys. ton różnego typu zanieczyszczeń, w przewadze substancji o negatywnym oddziaływaniu na poszczególne komponenty środowiska.

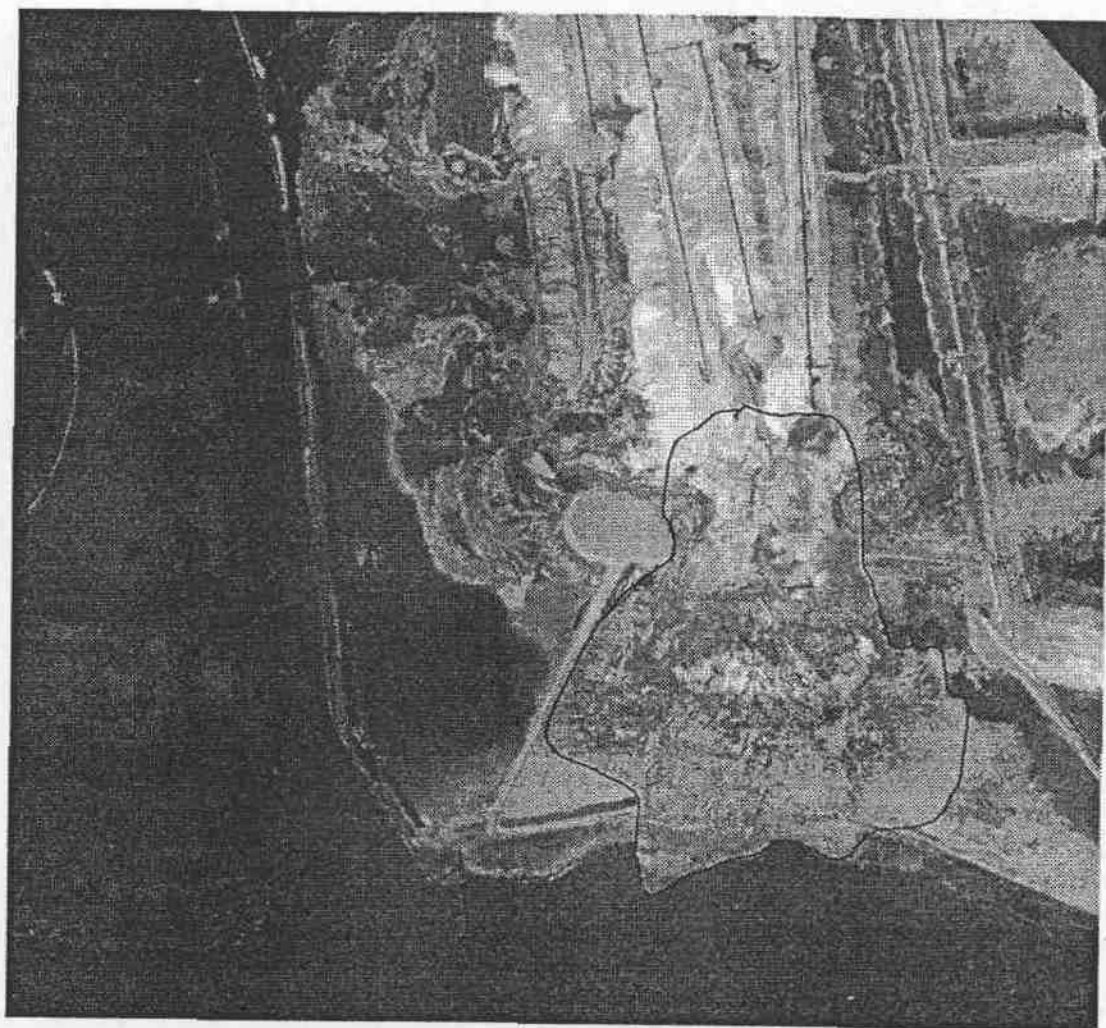
Z tej ilości około 10% przypada na rozpuszczalne związki fosforu, co w skali rocznej daje ładunek rzędu 15-20 tys. ton, obciążający potencjalnie środowisko wodne. Należy przy tym pamiętać, iż transportowane na składowisko odpady zawierają około 30 - 40 % wody, co wybitnie ułatwia migrację polutantów na zewnątrz masywu zwałowiska. Jednakże głównym czynnikiem decydującym o skali i przebiegu procesów niszczących sferę przyrodniczą jest niedostosowanie technologii budowy zwały do istniejących warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych.

Wymowną tego ilustrację stanowi, największa w dotychczasowej praktyce budowy zwały, awaria technologiczna powstała w dniu 29 kwietnia 1989 r (Rys.7). Skutki tej awarii, przede wszystkim w odniesieniu do środowiska wód powierzchniowych, można określić mianem katastrofy ekologicznej. W efekcie bowiem powstania na froncie zwałowym gigantycznego osuwiska typu waporowego, o kubaturze rzędu 2,2 mln m^3 nastąpiło przerwanie obwałowań i przedostanie się do rzeki Odry dużej ilości wód odciekowych i pulpy fosfogipsowej w postaci jednorazowego ładunku zanieczyszczeń. Zbiornik tych mediów o objętości około 50-60 tysięcy m^3 „wlał się” do koryta tzw. Wąskiego Nurta w następstwie gwałtownego wypiętrzenia dalekiego przedpola zwały. Uwolniony w wyniku awarii duży ładunek skażonych mediów spłynął wraz z nurtem Odry do Zalewu Szczecińskiego i dalej do Bałtyku potęgując zanieczyszczenie wód tych akwenów. Tak więc, degradacyjny wpływ składowiska fosfogipsów na sferę przyrodniczą, w tym zwłaszcza środowisko wodne, ujawnia się nie tylko w bezpośrednim sąsiedztwie zwały ale także w obrębie rozległego estuarium rzeki Odry (Rys.8).



Rys. 6. Składowisko odpadów fosfogipsowych Zakładów Chemicznych „Police”

1 - maszyn zwal, 2 - strefa deformacji waporowych, 3 - zbiorniki skażonych wód odciekowych, 4 - rozprawy pulpy fosfogipsowej



Rys. 7. Dokumentacja fotolotnicza olbrzymiego ($2,2 \text{ mln m}^3$) osuwiska typu waporowego na froncie zwalowania. Widoczna na zdjęciu bryła osuwiska spowodowała przerwanie wału przeciwpowodziowego i raptowne wylanie się zbiornika skażonych wód odciekowych do rzeki Odry (porównaj także Rys. 6)



Rys. 8. Składowisko odpadów fosfogipsowych na tle sieci wód powierzchniowych (obraz satelitarny SPOT SX 2)

B4.3.1.2 Monitorowanie przekształceń środowiska rejonu składowiska fosfogipsów

Przekształcenie geomechaniczne

Większość problemów natury sozologicznej, jak również poważnych trudności i komplikacji ruchowych związanych z deponowaniem odpadów fosfogipsowych w Zakładach Chemicznych „Police” jest pochodną niewłaściwej lokalizacji składowiska. Pod zwałowanie przewidziano bowiem obszar dwóch polderów, które ze względu na nieczynny system melioracyjny kwalifikowały się do kategorii nieużytków. Przed rozpoczęciem prac zwałowych był to teren płaski położony w całości na niskim, zalewowym tarasie rzeki Odry, w lewobrzeżnej części jej doliny.

Z geotechnicznego punktu widzenia, zwał materiałów odpadowych budowany jest na słabym, niestatecznym podłożu, złożonym z pakietu gruntów organicznych (torfy i namuły organiczne) o miąższości przeciętnie 8 - 11 m, maksymalnie do około 15 m.

W warunkach obciążeń determinowanych technologią zwałowania dochodzi do wyporu bezpośredniego podłoża spod stopy zwału. Ciągłe dosypywanie materiału zwałowego, a co za tym idzie przyrost obciążeń statycznych i dynamicznych prowadzi do tworzenia się rozległej strefy deformacji, która obejmuje swoim zasięgiem nie tylko rejon przyskarpowy ale również dalekie przedpole zwałowiska, przeciętnie na dystans 150-200 m, niekiedy nawet do 500 m. W miarę postępu frontu zwałowania proces deformacji obejmuje coraz to dalsze partie przedpola. W obrębie strefy wypartej zachodzą intensywne przemieszczenia mas, w wyniku których tworzą się skomplikowane struktury o charakterze fałdowym przeciętnie do 1/3 wysokości sypanej warstwy zwału, odnoszonej do pierwotnego poziomu terenu (Rys.6).

Dotychczasowy sposób deponowania odpadów powoduje daleko idące przekształcenia typu geomechanicznego, zarówno w obrębie bezpośredniego podłoża jak też w strefie okalającej korpus zwału.

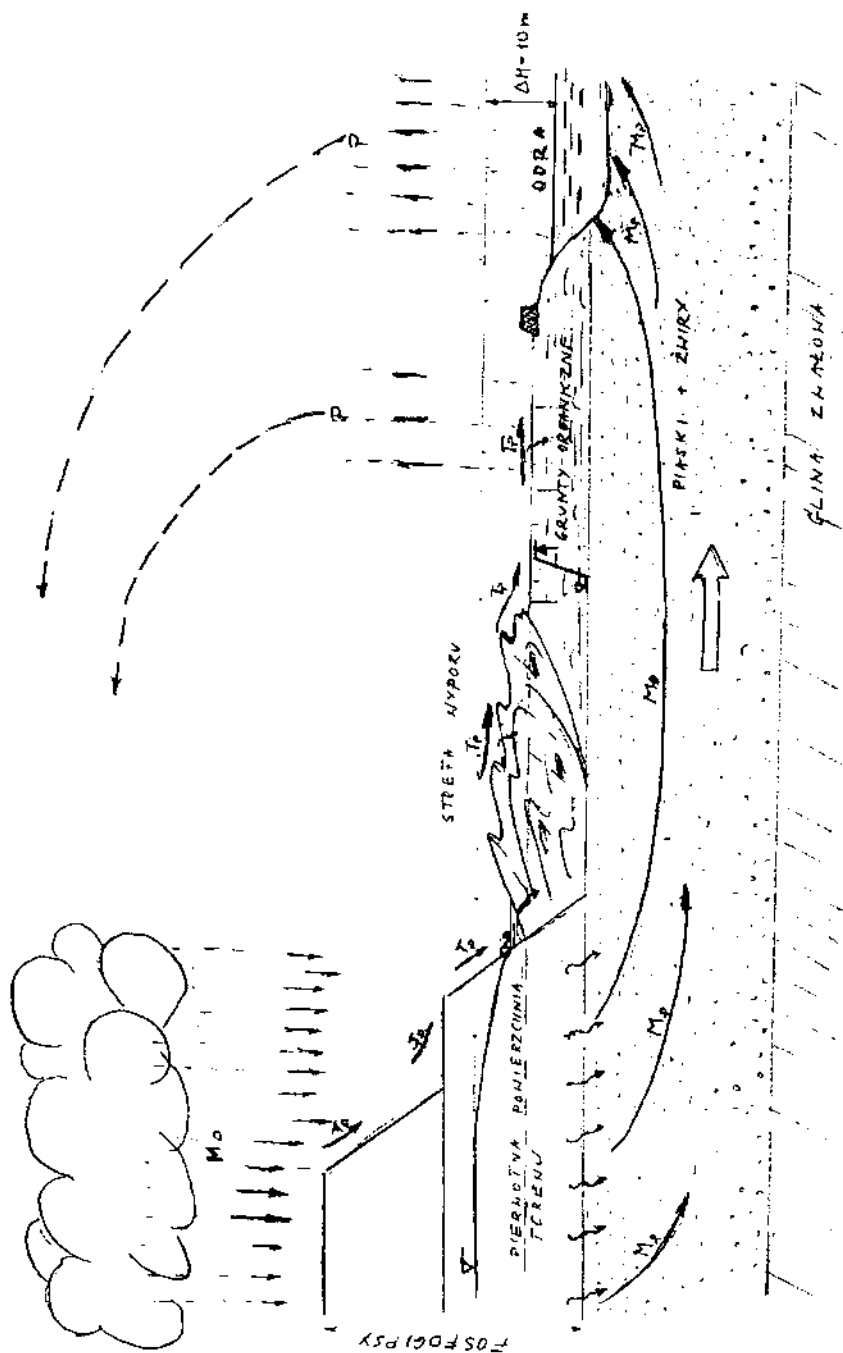
W obrębie obszaru deformacji ulega całkowitemu zniszczeniu pierwotna struktura ośrodka gruntowego a wypiętrzane i fałdowane na przedpolu masy stanowią mieszaninę gruntów rodzimych z materiałem zwałowym.

Fakt ten oprócz doraźnych uciążliwości ruchowych może również stwarzać określone problemy dla późniejszego prowadzenia zabiegów rekultywacyjnych.

Degradacja środowiska wodnego

Z ekologicznego punktu widzenia, skutki przekształceń geomechanicznych determinują w znacznym stopniu postępującą degradację środowiska wodnego, w tym przede wszystkim wód podziemnych. W wyniku wypierania podłoża spod stopy zwału ulega bowiem zniszczeniu, naturalna pokrywa słabo przepuszczalnych utworów organicznych. W warunkach bezwyporowych, pakiet gruntów organicznych, po odpowiednim skompymowaniu na skutek obciążenia zwałem, mógłby stanowić dość skuteczną izolację, chroniącą głębiej zalegające wody gruntowe przed przenikaniem zanieczyszczeń ze składowiska. W rezultacie wyporu następuje usunięcie lub w pewnych partiach znaczne zredukowanie grubości warstwy gruntów organicznych w podłożu zwału i powstanie w ten sposób bezpośrednich kontaktów hydraulicznych umożliwiających migrację szkodliwych mediów z masywu składowiska do wód podziemnych.

Propagacje zanieczyszczeń warunkują właściwości filtracyjne wodonośca, który stanowi około 30 metrowej miąższości seria utworów piaszczysto żwirowych, podścielonych pokładem glin zwałowych (Rys.9).



Rys. 9. Schemat migracji zanieczyszczeń w rejonie składowiska fosfogipsów

T_p - transport powierzchniowy; M_p - migracja podziemna w warstwie wodonośnej; P - parowanie; M_o - migracja z opadami

Aktualnie mamy już do czynienia z ciągłym przepływem zanieczyszczeń ze składowiska do rzeki Odry w obrębie, głównego w tym rejonie, horyzontu wód podziemnych (Rys.9).

Z danych uzyskanych w oparciu o uproszczone modele hydrodynamiczne wynika, iż propagacja zanieczyszczeń do horyzontu wód podziemnych może wykraczać już daleko poza obszar składowiska nawet na dystans kilku lub kilkunastu kilometrów. Stanowi to więc zagrożenie o kapitalnym znaczeniu z punktu widzenia ochrony środowiska tym rejonie.

W obrębie wód powierzchniowych natomiast, mamy do czynienia ze swobodnym niemal przemieszczaniem się zanieczyszczeń z obszaru składowiska. Wymianie wód sprzyja zarówno układ nawadniająco-drenujący rzeki Odry, jak też wyniesienie morfologiczne jakie stanowi maszyn zwałowiska wraz ze strefą wyporu. Na podstawie interpretacji materiałów fotolotniczych określono sposób oraz główne kierunki spływu wód opadowych, wód filtracyjnych oraz „odcieków” wypływających z masywu zwału i wyciskanych z podłoża z rejonu składowiska na przedpole i dalej do sieci cieków powierzchniowych (Rys.8, Rys.9).

Stwierdzono, że wody spływające z rejonu składowiska transportują znaczne ilości części nierozpuszczalnych w postaci zawiesiny najdrobniejszych frakcji materiału zwałowego na dalekie przedpole (Rys.6, Rys.8).

Warto dodać, iż największe ładunki części nierozpuszczalnych przedostają się do wód powierzchniowych z czoła świeżo sypanego zwału tzn. wówczas, gdy materiał jest nawodniony i dodatkowo rozluźniony poprzez transport na składowisko.

B4.3.1.3 Konkluzje

Rezultaty monitoringu z wykorzystaniem materiałów fotolotniczych wskazują, iż składowisko fosfogipsów, budowane w złożonych warunkach geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych i hydrologicznych stanowi poważne obciążenie dla środowiska przyrodniczego.

Zakłady Chemiczne „Police” podjęły aktualnie wdrożenie kompleksowego programu monitoringu i ochrony środowiska w rejonie składowiska fosfogipsów, z wykorzystaniem zarówno metod bezpośrednich jak również technik teledetekcyjnych. Szczególnie ważną kwestią jest określenie, w sposób wymierny i kompleksowy, zakresu degradacji środowiska wodnego, w tym przede wszystkim kierunków i zasięgu migracji zanieczyszczeń zarówno w obrębie wód powierzchniowych jak i podziemnych.

Kwestia skutecznego przeciwdziałania postępującej degradacji środowiska powinna znajdować się w centrum uwagi przy projektowaniu dalszej rozbudowy składowiska odpadów fosfogipsowych. Należy również podjąć odpowiednie badania i doświadczenia nad skutecznymi sposobami rekultywacji, zarówno jeśli chodzi o maszyn zwałowiska jak i strefy okalające. Jest to problem złożony i nietatwy zwłaszcza w kontekście skali przekształceń geomechanicznych oraz skażeń chemicznych przedpola zwału.

Literatura

- Andronikow W. L., 1986: *Teledetekcja gleb*, PWN, Warszawa
- Bartkowski T., 1986: *Zastosowania geografii fizycznej*, PWN, Warszawa
- Ciołkosz A. (red), 1980: *Zastosowanie teledetekcji w badaniach środowiska geograficznego*, Mat. III Sympozjum Teledetekcji, PWN
- Kuźnicki F., Białousz S. Skłodowski P., 1979: *Zastosowanie teledetekcji w kartografii gleb w „Podstawy gleboznawstwa z elementami kartografii i ochrony gleb”*, PWN, Warszawa
- Lazar J., 1977: *Gleboznawstwo z podstawami geologii*, PWN, Warszawa

- Marczuk G. I., 1985: *Modelowanie matematyczne problemów środowiska naturalnego*, PWN, Warszawa
- Szafer W. (red.), 1965: *Ochrona przyrody i jej zasobów*, (T.1, T.2), PAN, Zakład Ochrony Przyrody, Kraków
- Passendorfer E., (red.) 1968: *Zarys nauk geologicznych*, Wyd. Geol. Warszawa
- Program Państwowego Monitoringu Środowiska*, 1992, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Oficyna Wydawnicza OIKOS, Warszawa
- Siuta J., (red.), 1978: *Ochrona i rekultywacja gleb*, PWRiL, Warszawa
- Winogradow B. W., 1983: *Satelitarne metody badania środowiska przyrodniczego*, PWN, Warszawa
- Wostokowa E. A., Suszczenija W. A., Szewczenko L. A., 1988: *Ekologiczeskoje kartografirowanie na osnovie kosmiczeskoj informacji*, Moskwa, „Nedra”

B4.4 ĆWICZENIE (2 GODZ.)

Temat: "LOKALIZACJA WYSYPISKA ODPADÓW DLA MIASTA KRAKOWA"

Przedmiotem analizy jest obszar 40 × 40 km okolic Krakowa.

Dane wejściowe:

- Cyfrowy Model Wysokościowy: *nmtx3.img* (*nmtwarx3.img* do oglądania)
- mapa głównych rodzajów i gatunków gleb: *gatglex3.img*
- kompleksy rolniczej przydatności gleb: *landux3.img*
- mapa użytkowania terenu (klasyfikacja Landsata): *mapa34_r.img* (*mapa34ap.img* do oglądania)
- mapa rozkładu opadów: *opady.img*
- wektory: *rzeki.vec*, *drol.vec*

Warunki:

1. Nachylenie powierzchni terenu < 3,5 stopnia
2. Ekspozycja powierzchni terenu: wschodnia
3. Wysypisko powinno być zlokalizowane na glebach gliniastych, ilastych lub aluwialnych
4. Tereny przeznaczone pod wysypisko powinny znajdować się w obrębie nieużytków bądź kompleksów zbożowo-pastewnych lub użytków zielonych
5. Opady powinny być w strefie niskich opadów lub bardzo niskich.

Opis podstawowych procedur programu IDRISI podany jest w rozdziale 10 (część II) „Fotointerpretacja zdjęć lotniczych i wniesienie wyników na mapę” pkt 10.5.

Nachylenie powierzchni terenu < 3,5 stopnia

SURFACE

Slope + Aspect

Input elevation model: *nmtx3*

Output file names:

Slope: *nach*

Aspect: *ekspo*

Degrees

Conversion factor: 1

RECLASS

image

user-defined reclass

Input file: *nach*

Output file: *nach1*

Assign a new value: 1

To all values from: 0

To just less than: 3,5

Assign a new value: 0

To all values from: 3,5

To just less than: 99999

Ekspozycja powierzchni terenu: wschodnia***expo RECLASS eksp1***

1	45	135
1	-1	0
0	0	45
0	135	9999

Wysypisko powinno być zlokalizowane na glebach gliniastych, ilastych lub aluwialnych***gatglex3 RECLASS gleby1:***

0	0	2
1	2	4
0	4	6
1	6	9999

Opady powinny być w strefie niskich opadów lub bardzo niskich***opady RECLASS opady4*****RECLASS**

image

equal-interval reclass

Input file: opady

Output file: opady4

number class: 4

opady4 RECLASS opady1

1	0	3
0	3	9999

Tereny przeznaczone pod wysypisko powinny znajdować się w obrębie nieużytków lub kompleksów zbożowo-pastewnych lub użytków zielonych***landux3 RECLASS landu1***

0	1	3
1	3	4
0	4	5
1	5	7
0	7	9999

mapa34_r RECLASS mapa34_1

0	1	3
1	3	4
0	4	9999

legenda mapy użytkowania terenu
mapa34_4

Modelowanie

Operację logicznego mnożenia map wskaźnikowych (Bool'a) wykonujemy modulem OVERLAY, zgodnie ze schematem blokowym:

OVERLAY

First image: *nach1*

Second: *expol*

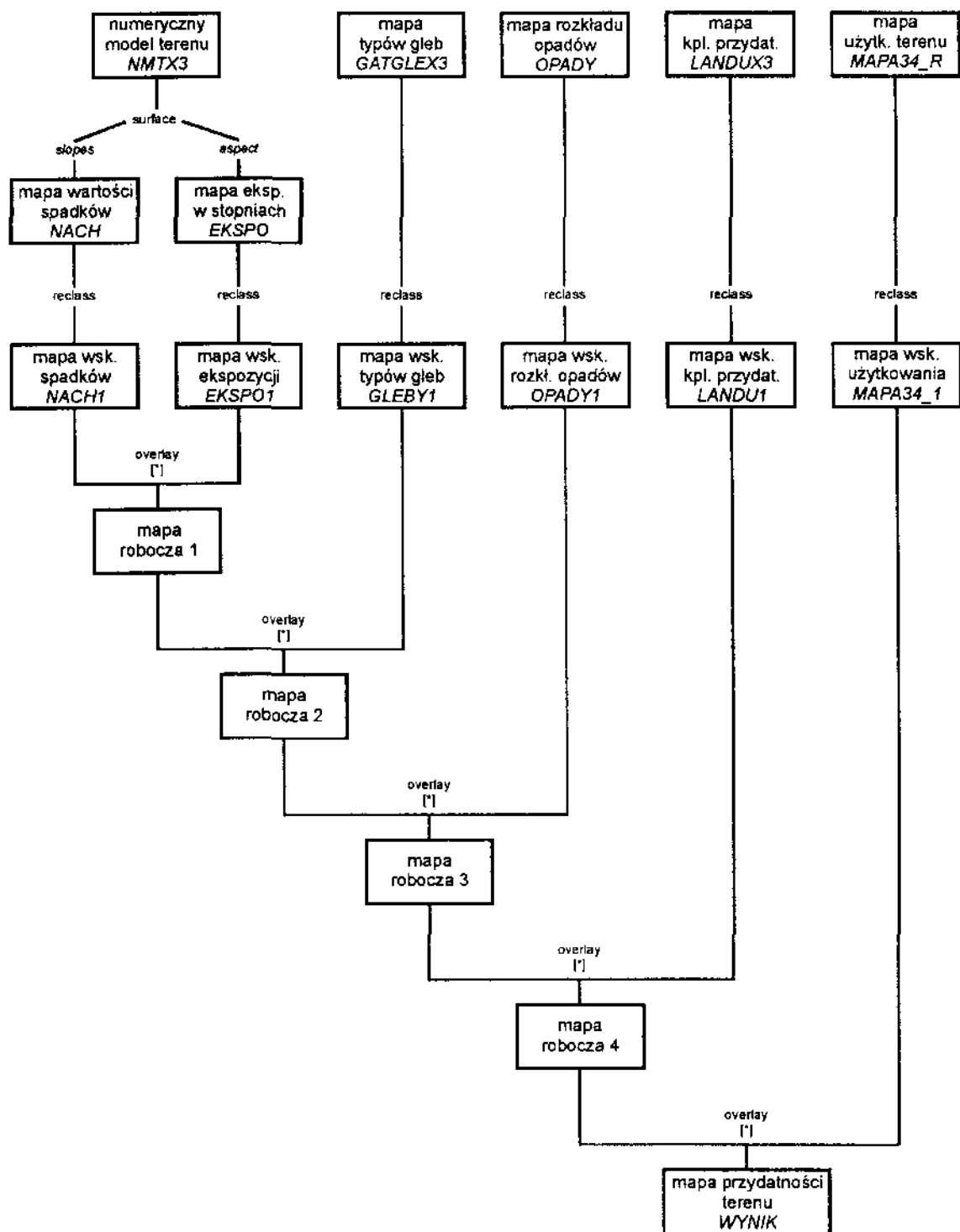
First * Second

Output image: *1*

nach1	*	ekspol	=	1 (mapa robocza 1)
1	*	gleby1	=	2 (mapa robocza 2)
2	*	opady1	=	3 (mapa robocza 3)
3	*	landu1	=	4 (mapa robocza 4)
4	*	mapa34_1	=	WYNIK (mapa przydatności)

Dodatkowy warunek: obszar pod projektowane wysypisko odpadów powinien być nie mniejszy niż 100 ha.

Modulem GROUP dokonujemy operacji pogrupowania wszystkich pikseli z sąsiedztwa (N, E, S, W, N-W, N-E, S-W, S-E) a następnie za pomocą modułu AREA obliczamy powierzchnię dla wydzielonych wcześniej działek. Jako przydatne kwalifikujemy te kategorie, których powierzchnia ≥ 100 ha.



Rys. 10. Schemat blokowy kolejnych operacji

B4.5 STREFA BRZEGOWA MORZA

Kazimierz Furmańczyk

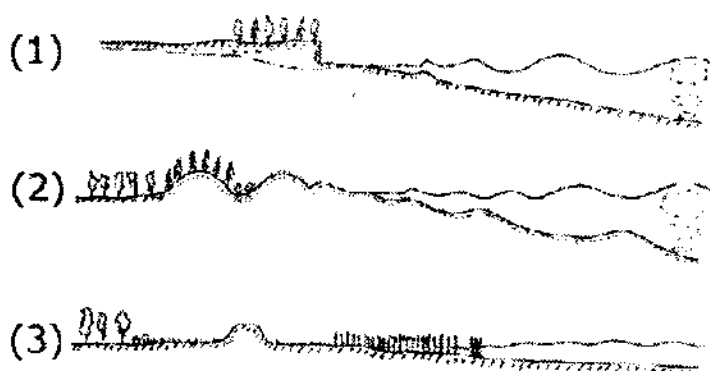
B4.5.1 Wiadomości ogólne

Strefa brzegowa morza jest najbardziej aktywnym obszarem, w którym zachodzi ciągły proces wzajemnego oddziaływania lądu i morza. Obejmuje ona zarówno część lądową, jak też część wodną. Jako granicę lądową tej strefy możemy przyjąć zasięg wpływu morza a więc zasięg obniżenia poziomu wód gruntowych spowodowany obecnością brzegu klifowego lub zasięg wydmy. Jako granicę morską przyjmujemy obszar, gdzie wpływ falowania i współczesnych zmian poziomu morza zaczyna być zauważalny. Można przyjąć w uproszczeniu, że granica ta maksymalnie odpowiada dla Bałtyku przebiegowi izobaty 10 m. Łącznie więc strefa brzegowa morza jest stosunkowo wąskim, okalającym brzeg morza obszarem o szerokości zmiennej wahającej się w zależności od warunków od kilkuset metrów do 2-3 km. Strefa brzegowa morza dotyczy zarówno tak zwanych wód otwartych, jak i morskich wód wewnętrznych jak Zalew Szczeciński, Wiśłany lub Zatoka Pucka. Ze względu na niewielkie głębokości, w zasadzie całe obszary Zalewów mogą być zaliczane jako strefa brzegowa morza.

Procesy interakcji morza i lądu zachodzące w strefie brzegowej występują ze zróżnicowaną intensywnością. Dwa czynniki hydrologiczne sterują intensywnością tych procesów: są to falowanie i zmiany poziomu morza. Ogólnie wiadomo, że wiatr wiejący nad morzem generuje falowanie, które w połączeniu ze zmieniającym się poziomem wody wskutek tzw. spiętrzenia sztormowego niekiedy osiągającego rozmiary katastrofy powoduje erozję brzegu (niszczenie brzegu). Zostaje wówczas zniszczony fragment wydmy czy klifu, lub woda przelewa się przez niską wydmy bądź przerywa ją i zalewa położone za nią tereny. Materiał pochodzący ze zniszczonego brzegu trafia do wody. Drobne frakcje wynoszone są w postaci zawiesiny daleko od brzegu i osadzane na dnie na większych głębokościach. Frakcje piaszczyste pozostają w strefie brzegowej biorąc udział w budowie jej dna oraz plaży.

Falowanie i zmiany poziomu morza uruchamiają system prądów przybrzeżnych w postaci złożonych układów cyrkulacyjnych, które obok falowania są transporterami osadów piaszczystych zarówno wzdłuż jak i poprzecznie do brzegu. W czasie ucichania sztormu połączonego z opadaniem poziomu morza uruchamiany jest proces akumulacji, czyli odbudowy brzegu. Natychmiastowa odbudowa klifu czy wydmy jest niemożliwa, natomiast odbudowuje się plaża, z której następnie wiatr częściowo odbudowuje wydmy. Poprzez układy cyrkulacyjne osady piaszczyste częściowo przemieszczają się też wzdłuż brzegu do miejsc o przewadze procesów akumulacyjnych. Przejawia się to w występowaniu szerszej plaży, z której w czasie silnego wiatru drobny piasek jest wywiewany i formowany w postaci wydmy.

Na polskim wybrzeżu występują trzy główne typy brzegów pokazane w przekroju na Ryc. 1. Pierwszy z nich to brzeg morenowy, na którym najczęściej występuje forma klifu. Klify zbudowane są na ogół z glin zwałowych lub piasków fluwialnych o różnych proporcjach. Inaczej mówiąc jest to materiał polodowcowy o zróżnicowanym składzie granulometrycznym od frakcji pylastych i ilastych do głazów. Drugi typ to brzeg wydmy, na którym na zapleczu plaży znajdują się wydmy lub ich ciągi, zamykające pradolinę lub dolinę, bądź też odgradzające jezioro przybrzeżne. Niekiedy tworzą one mierzeję lub cypel. Trzeci typ to brzegi płaskie występujące w ujściach rzek lub fragmentów pradolin uchodzących do zalewów. Są to brzegi zbudowane z osadów rzecznych, silnie podmokłych, często torfów, intensywnie zarośnięte przez roślinność szuwarową. O ile dwa pierwsze typy brzegów występują zarówno przy tzw. otwartym morzu jak i w zalewach, o tyle trzeci typ brzegów obok poprzednich występuje wyłącznie w zalewach i zatoce Puckiej.



Ryc. 1. Przekroje głównych typów naturalnych brzegów morskich występujących w Polsce

- (1) Brzeg morenowy najczęściej w formie klifu
- (2) Brzeg wydmy
- (3) Brzeg płaski

W ostatnich latach obserwuje się na świecie erozyjną tendencję zmian brzegów spowodowaną wzrostem poziomu morza związanym z globalnym ociepleniem klimatu. Taką samą tendencję wykazuje również polski brzeg. Jednak można na nim wyróżnić szereg odcinków o stałej tendencji akumulacyjnej. Zarówno na odcinkach brzegu o erozyjnej lub akumulacyjnej tendencji występują przemiennie fragmenty bardziej stabilne oraz fragmenty bardziej dynamiczne, gdzie brzeg ulega przemiennie erozji i akumulacji. Tego typu periodyczność występuje na obu rodzajach brzegów: klifowym i wydmy. Można zaobserwować więc takie zjawiska jak chwilowo zakumulowana wydma przed klifem (lub na nim), bądź też podmyta wydma w postaci skarpy wydmy (czasem nieprawidłowo zwana klifem wydmy).

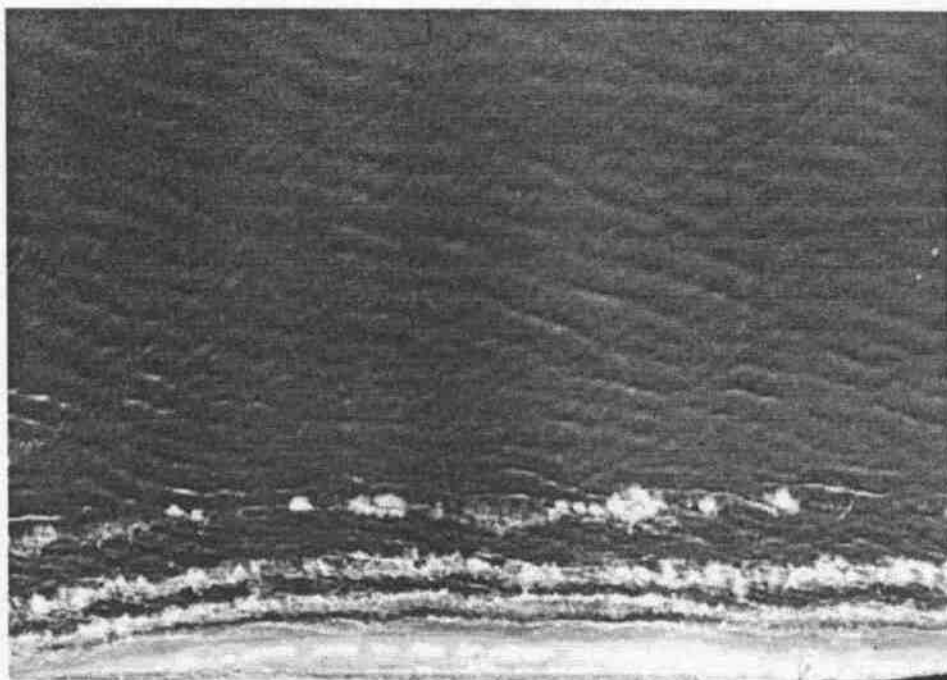
Trzeba byłoby wyróżnić zatem oprócz ogólnej tendencji brzegu (akumulacyjnej lub erozyjnej) zbadanej w skali 50 czy 100 lat również aktualną, chwilową fazę jego rozwoju. Poznanie i zrozumienie prawidłowości tych procesów, jakie zachodzą w strefie brzegowej jest kluczem do odpowiedzialnego gospodarowania w tej strefie.

Strefa brzegowa stanowi pewien system wzajemnego oddziaływania wody i lądu z wiatrami, falowaniem wiatrowym i zmianami poziomu morza jako czynnikami sprawczymi. Jest to system naturalny-uregulowany. Większość działań człowieka powoduje zakłócenie tego systemu, czyli ulega on na pewnym odcinku rozstrojeniu. Rozstrojenie to polega na pojawieniu się wymuszonej erozji lub wymuszonej akumulacji. Przykładowo budowli, która ma chronić brzeg przed erozją - towarzyszy silna erozja brzegu w sąsiedztwie tej budowli, itp. Również katastrofalny sztorm, któremu towarzyszy znaczne podniesienie poziomu morza powoduje bardzo silną erozję brzegu, często rozmywa on wydmy, a woda wdziera się głęboko w ląd. Taki sztorm zdarzający się raz na kilkadziesiąt lat również „rozstraja” system strefy brzegowej. Musi upłynąć pewien czas, aż system dostosuje się do nowych warunków.

B4.5.2 Elementy strefy brzegowej i ich wygląd na zdjęciach lotniczych

• Falowanie

Czynnikiem powodującym zmiany w strefie brzegowej jest falowanie i towarzyszący mu wzrost poziomu morza.



Ryc. 2. Silne falowanie w strefie brzegowej morza (fot. K. Furmańczyk)

Silne falowanie jest widoczne na zdjęciu (Ryc.2) bardzo wyraźnie. Można określić kierunek propagacji fal oraz ich długość. Widoczna jest transformacja fal w strefie brzegowej. Polega ona na ugięciu fal wywołanym ich oddziaływaniem z dnem, załamaniem ich nad wałami rewowymi i w rezultacie zmianą ich długości i kierunku. Po załamaniu stają się krótsze i coraz bardziej prostopadłe do brzegu. Widoczny jest również ślad zasięgu nabiegania fal na plażę. W przypadku silnego falowania widać załamanie fal nad kolejnymi wałami rewowymi. Woda jest wówczas na tyle zmacona, że dno jest niewidoczne. Przy słabym falowaniu widoczne jest załamanie na ogół tylko nad pierwszym, licząc od strony brzegu, wałem rewowym i widoczna jest również rzeźba dna. Bardzo dobrze widoczne jest na zdjęciach falowanie (nawet drobne) w odbłasku światła słonecznego.

• Rozlewy olejowe

Na zdjęciach lotniczych, w odbłasku światła słonecznego bardzo delikatnie sfalowana powierzchnia morza jest widoczna w postaci jasnej, owalnej plamy. W obszarze odbłasku widoczne są ciemniejsze smugi świadczące o lokalnej zmianie parametrów falowania spowodowanej występowaniem plamy rozlewu olejowego (Ryc. 3). Nawet bardzo cienki film olejowy występujący na powierzchni wody jest widoczny w odbłasku światła. Wykonując zdjęcia lotnicze w pewnych odstępach czasu, np. co pół godziny można śledzić zmianę lokalizacji plamy i określić prędkość i kierunek jej przemieszczania się.

• Zawiesina

Może być kilka źródeł materiału występującego w wodzie w postaci zawiesiny:

- drobne frakcje osadów dennych zawieszone w wodzie wskutek silnego falowania,
- drobne frakcje osadów z erodowanego klifu,
- fitoplankton, szczególnie w czasie jego zakwitów,
- zawiesina wnoszona do morza przez rzeki (Ryc. 4),
- lokalne zrzuty ścieków, zawierających drobne cząstki tworzące zawiesinę,
- pyły transmitowane z lądu przez wiatr.



Ryc. 3. Ciemniejsze smugi rozlewów olejowych w obszarze objętym odbłaskiem światła słonecznego na wodzie - brzeg płaski, zarośnięty (zdjęcie lotnicze ze zbiorów PHARE)



Ryc. 4. Zasięg zawiesiny wnoszonej przez rzekę (zdjęcie lotnicze ze zbiorów PHARE)

Zawiesina może występować na dużym obszarze lub lokalnie. Na dużym obszarze występuje w czasie bardzo silnego falowania lub zakwitów fitoplanktonu. Natomiast lokalny zasięg będzie w przypadku wpływu rzeki lub zrzutu ścieków. Nawet przy występowaniu zawiesiny na dużym obszarze, widoczne są zazwyczaj lokalne zmiany jej koncentracji. Układają się one zazwyczaj zgodnie z układami cyrkulacyjnymi. Ponadto w strefie brzegowej działają prądy o kierunkach między innymi poprzecznych do brzegu. Porywają one cząsteczki z dna tworząc

lokalnie zawieszinę wynoszoną następnie na większe odległości od brzegu. Noszą one nazwę prądów rozrywających. Takie lokalne zasięgi zawiesziny są czasami widoczne na zdjęciach z okresów sztormowych.

• Temperatura

Zróznicowanie temperatury powierzchni morza w strefie brzegowej i akwenach przyległych bardzo dobrze uwidocznione jest na obrazach satelitarnych zarejestrowanych w kanałach termalnych. Skala możliwych do zaobserwowania zjawisk zależy od rozdzielczości obrazu satelitarnego, a więc od rozmiarów piksela. Wprawdzie niniejszy kurs dotyczy ukazania możliwości wykorzystania zdjęć lotniczych, jednakże niektóre zjawiska związane z cyrkulacją wód w strefie brzegowej istotne są z punktu widzenia ochrony środowiska, zostaną więc tutaj omówione, ale bez wnikania zarówno w sposób pozyskiwania danych jak też w komputerową obróbkę obrazów.

Powierzchniowe masy wody szczególnie nad obszarami płytszymi akumulują więcej ciepła z promieniowania słonecznego niż nad akwenami głębokimi. Dlatego bardzo często na termalnych obrazach satelitarnych widoczny jest parukilometrowy pas cieplejszej wody (temperatura powierzchni) przy brzegu. Oznacza to, że w tej strefie działają układy cyrkulacyjne i jeżeli jakiegokolwiek zanieczyszczenie powierzchniowe znajdzie się tam, to w zasadzie nie wychodzi poza tę strefę. Związane jest to z kierunkiem wiatru dopychającym powierzchniowe masy wody do brzegu. Wszelkie ścieki zrzucane prosto do morza w tych warunkach pozostają w strefie brzegowej i rozprzestrzeniają się przenoszone prądami przybrzeżnymi i cyrkulacyjnymi.

Przy zaistnieniu pewnych warunków wiatrowych, czyli wiatru z kierunków od wschodniego do południowo - zachodniego, w różnych miejscach polskiego wybrzeża pojawia się zjawisko upwellingu. Polega ono na tym, że powierzchniowe, cieplejsze masy wodne zostają odepchnięte od brzegu, a na ich miejsce podchodzą z dna wody chłodniejsze. Obserwuje się wówczas gwałtowny spadek temperatury wody przy brzegu, co jest szczególnie latem uciążliwe dla osób przebywających na wczasach. Jest to jednocześnie korzystniejsze zjawisko dla oczyszczenia wody w strefie brzegowej, gdyż zanieczyszczone lokalnie wody powierzchniowe odpychane są dalej od brzegu i wchodzą w układ ogólnej cyrkulacji wód w południowej części Bałtyku.

Ponadto istnieje możliwość wykonywania zobrażeń termalnych z samolotów przy użyciu skanerów lub kamer termalnych, jednakże w Polsce do badań strefy brzegowej stosuje się to sporadycznie.

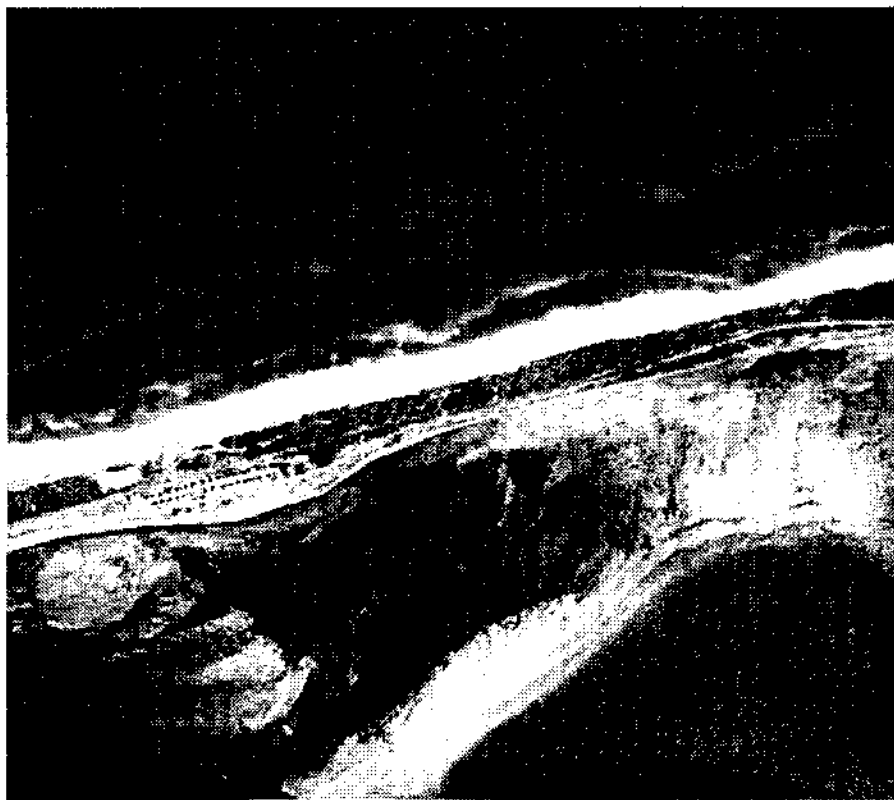
• Morfologia dna strefy brzegowej

Ukształtowanie dna w strefie brzegowej podlega ciągłym zmianom powodowanym oddziaływaniem morza z lądem. Czynniki powodującymi zmiany ukształtowania dna są: bezpośrednie oddziaływanie falowania na dno oraz różnego rodzaju prądy tworzące układy cyrkulacyjne. Skutkiem oddziaływania fal na dno tworzone są pod wodą wały o przebiegu równoległym do brzegu zwane wałami rewowymi lub rewami. Zazwyczaj występuje od jednego do kilku wałów rewowych. Najbliższy wał rewowy położony jest najpłycej i jest najbardziej narażony na oddziaływanie fal i prądów. Dlatego podlega on najczęstszym zmianom i przebudowom i przybiera najbardziej skomplikowane kształty. Kolejne wały rewowe 2-gi i 3-ci i ewentualnie dalsze położone są coraz głębiej i w coraz większej odległości od brzegu. Odpowiednio coraz silniejsze falowanie jest w stanie modyfikować ich kształt.

Silne falowanie powoduje też lokalne podpiętrzenie wody przy brzegu. Nacisk spiętrzonej w ten sposób wody uruchamia prądy odprowadzające jej nadmiar zarówno w kierunku wzdłuż brzegu jak i prostopadle do niego. Uruchomione więc zostają układy cyrkulacyjne

strefy brzegowej. Modyfikują one rzeźbę dna tworząc czasami bardzo złożone jej formy. Najbardziej znaną, popularną postacią prądu odprowadzającego masy wody od brzegu w kierunku morza jest tzw. prąd rozrywający. W momencie silnego spiętrzenia wody w czasie sztormu kształtuje się on tworząc kanał, zasypując obszar międzyrewowy i przerywając rewy. Taka forma następnie pozostaje jako relatywnie stała i służy jako miejsce przepływu prądu kompensacyjnego w okresie międzysztormowym. W okresie letnim nawet w czasie niezbyt silnego falowania prąd ten uaktywnia się i stanowi duże zagrożenie dla ludzi kąpiących się i pływających w tym miejscu.

Na zdjęciu lotniczym obszary głębsze widoczne są jako ciemniejsze, natomiast płytsze jako jaśniejsze. Przy optycznie czystej wodzie morfologia dna przy polskim wybrzeżu może być dostrzegalna na zdjęciach do głębokości ok. 7-10 m. Przykładowe zdjęcie lotnicze (Ryc.5) przedstawia zróżnicowaną rzeźbę dna. Od strony otwartego morza widać nieregularny przebieg zarówno 1-go jak i 2-go wału rewowego świadczący o występowaniu w tym miejscu układu prądów. W płytkich miejscach Zatoki Puckiej, gdzie dno jest piaszczyste, widoczna morfologia dna jest złożona.

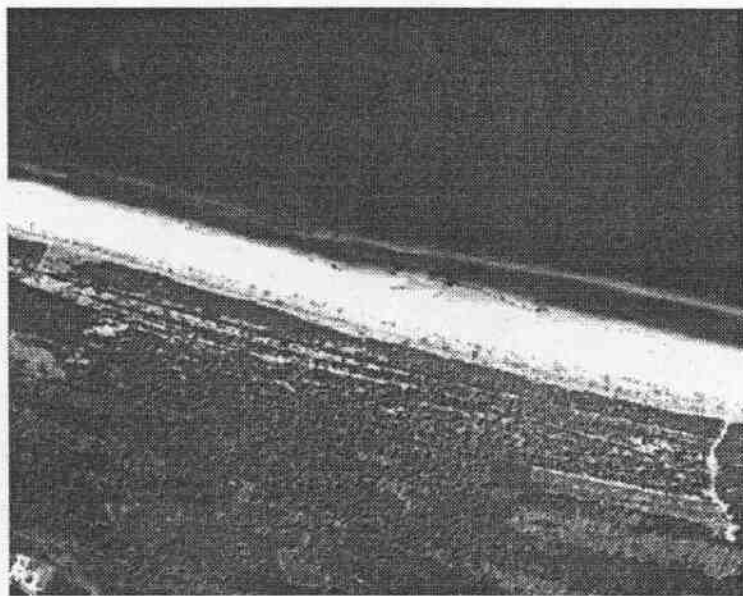


Ryc. 5. Zdjęcie lotnicze okolic Kuźnicy na Półwyspie Helskim. Widoczna morfologia dna strefy brzegowej z wałami rewowymi od strony otwartego morza i formami złożonymi od strony Zatoki Puckiej (zdjęcie ze zbiorów PHARE)

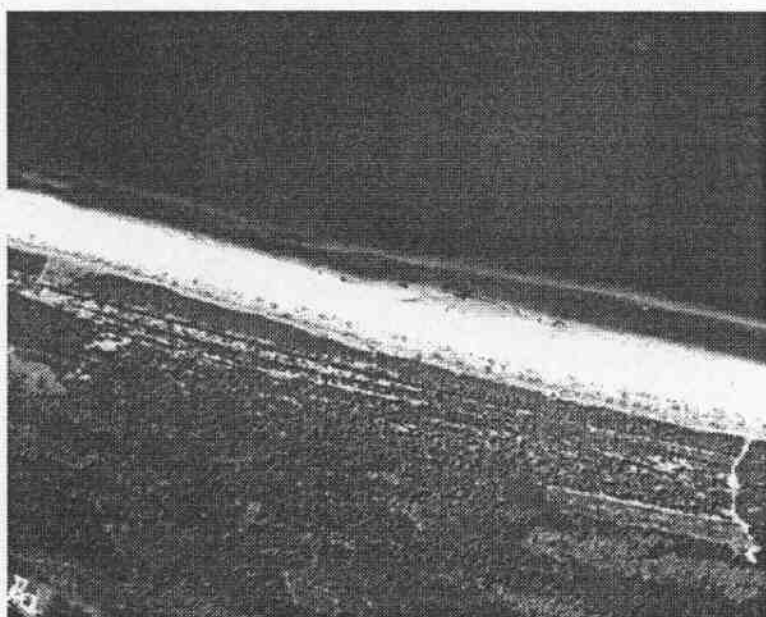
• Plaża

Plaża jest najbardziej atrakcyjnym miejscem letniego wypoczynku nadmorskiego. Jej istnienie gwarantuje dochód okolicznym mieszkańcom. Mogą natomiast występować miejsca na polskim wybrzeżu, gdzie brak jest plaży. Są to obszary brzegów klifowych zbudowanych z glin zwałowych z niewielką domieszką frakcji piaszczystych. Plaża na tych odcinkach jest bardzo wąska i kamienista. Drugim rodzajem obszarów, gdzie plaża prawie nie występuje, to miejsca przed umocnieniami brzegowymi w postaci opasek. Erozja brzegu w skutek odbicia fal

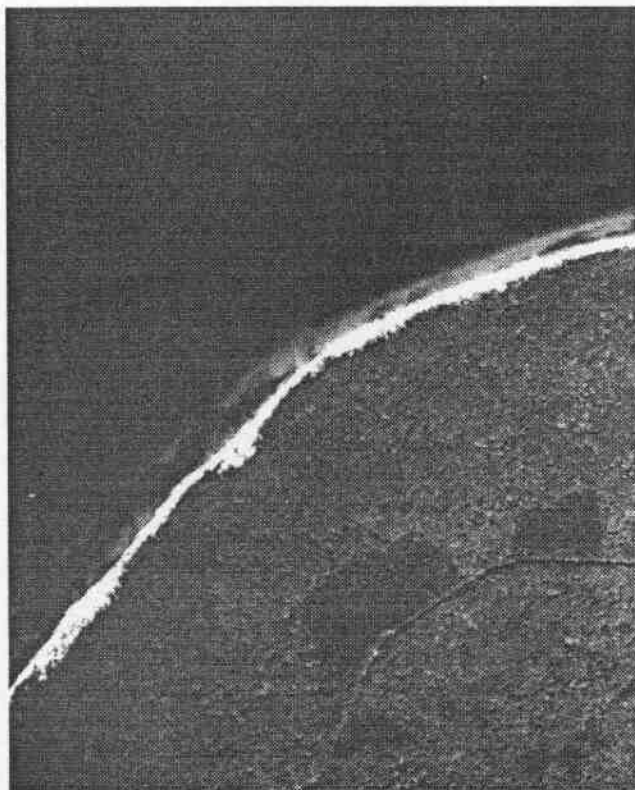
od budowli jest tu szczególnie silna. Przykładem takich odcinków mogą być ogólnie znane miejsca jak Rozewie, Ustronie Morskie, czy otoczenie latarni morskiej w Niechorzu (Ryc. 6 a). Trzecim rodzajem obszarów, gdzie brak jest plaży, to brzegi płaskie porośnięte roślinnością, występujące w zalewach (zob. Ryc.9.) lub zatoce. Plaża wraz z wałem rewowym położonym najbliżej brzegu stanowią obszar strefy brzegowej najbardziej wrażliwy na zmiany. Szerokość plaży świadczy o aktualnej tendencji rozwojowej brzegu. Odcinki o bardzo szerokiej plaży występują w miejscach o charakterze aktualnie akumulacyjnym (Ryc. 6 b). Natomiast wąskie odcinki plaży świadczą o ich charakterze erozyjnym (Ryc.6 c).



Ryc. 6 a. Wąska plaża przed opaską chroniącą latarnie morską w Niechorzu (zdjęcie lotnicze ze zbiorów PHARE)



Ryc. 6 b. Szeroka plaża na odcinku brzegu o aktualnie akumulacyjnym charakterze. Brzeg wydumowy (zdjęcie lotnicze ze zbiorów PHARE)



Ryc. 6 c. Wąska plaża na odcinku brzegu o aktualnie erozyjnym charakterze. Brzeg klifowy (zdjęcie lotnicze ze zbiorów PHARE)

Zarys linii brzegowej przyjmuje kształt wyrównany lub falisty, czasami z głęboko wciętymi w plażę zatokami. Falisty kształt jest uzależniony od kierunku wiatru i aktualnych układów cyrkulacyjnych i przybiera formę tzw. sierpów o długości od kilkudziesięciu do stu kilkudziesięciu metrów. Duże zatoczki plażowe wcięte są na głębokość kilkunastu do kilkudziesięciu metrów w plażę i mają długość zazwyczaj kilkaset metrów. Niektóre zatoczki mają stacjonarny charakter (o ile się pojawiają), inne migrują wzdłuż brzegu w zmienny sposób, a geneza ich powstania i zachowania się nie jest wystarczająco poznana.

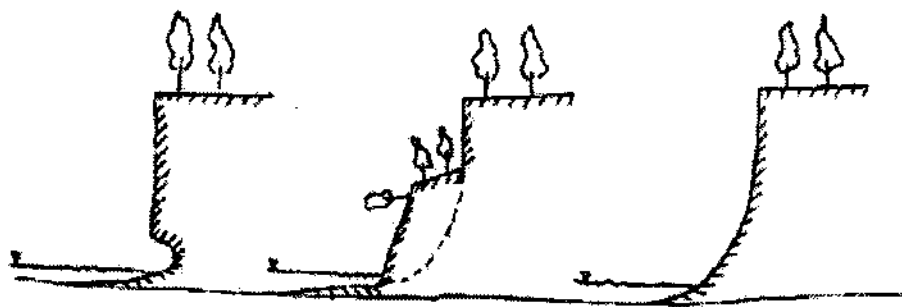
W niektórych przypadkach zatoczki plażowe zostają odcięte od brzegu przez rozwijający się wał brzegowy lub mierzęję i utworzone zostają laguny plażowe. Ciekawym jest fakt, że istnieją uprzywilejowane odcinki, w których tworzą się laguny plażowe oraz są inne odcinki, na których nigdy one nie pojawiają się.

• Brzeg klifowy

Brzeg klifowy (zob. Ryc. 1 (1)) jest dosyć specyficzny do interpretacji na zdjęciach lotniczych ze względu na stromość jego ścian. W przypadku kierunku północ-południe przy wykonywaniu szeregu zdjęć na jednym zdjęciu widoczna jest ściana klifu, a na innym tylko jego krawędź górna. Utrudnia to w zasadniczy sposób interpretację elementów brzegu klifowego. Korzystniejsze jest wykonywanie zdjęć lotem wzdłuż wybrzeża. Wygląd brzegu klifowego zależy od składu granulometrycznego klifu. Frakcje piaszczyste i grubsze decydują o istnieniu przed klifem plaży i o jej składzie oraz o ewentualnym istnieniu rew (zob. Ryc. 6 c).

Erozja klifu odbywa się cyklicznie (Ryc. 7). Początkowo podcinana jest stroma ściana klifu przez tworzenie tzw. niszy erozyjnej u jego podstawy. W pewnym momencie następuje zachwianie równowagi dynamicznej klifu i uruchamiany jest zsuw, w czasie którego materiał z klifu zostaje zdeponowany przy ścianie i u jego podstawy przesuując czasem linię wody w

kierunku morza (pozorna akumulacja). Przy wyższych klifach następują bardziej złożone, kilkustopniowe zsuwy. Następna faza polega na wyerodowaniu obsuniętego materiału sprzed ściany klifu, a następną jest ponowna erozja ściany klifu.



Ryc. 7. Cykle erozji klifu

Na zdjęciu lotniczym na ogół widoczna jest niepokryta roślinnością, aktywna ściana klifu oraz miejsca zsuwów (czasem wielostopniowe z rosnącymi drzewami na górnych platformach oraz stożkami osuwiskowymi). Przy górnej krawędzi klifu widoczne są obszary osuwiskowe o kształcie półkoli. Znajomość występowania takich miejsc ma bardzo duże znaczenie przy planowaniu zagospodarowania przestrzennego.

Niekiedy odcinek brzegu, na którym występuje klif znajduje się w fazie akumulacji. Wówczas zanikają procesy erozyjne i osuwiskowe klifu, jego ściany zaczyna porastać roślinność, a u podnóża obserwuje się akumulację wydmy.

• Brzeg wydmy

Brzegi wydmy stanowią dominującą część polskiego wybrzeża. W przekroju brzeg wydmy wygląda jak na Ryc.1(2). W górnej części plaży znajduje się wydma przednia aktualnie akumulowana z ewentualną roślinnością w stadium inicjalnym. Przylega ona do wydmy głównej, znacznie wyższej, porośniętej roślinnością trawiastą, czasem również akumulowanej. Jeżeli odcinek brzegu wydmy ma stały charakter akumulacyjny, występuje wówczas cała generacja wałów wydmych równoległych do brzegu, w różnym stopniu porośniętych (w zależności od wieku ich tworzenia). Przykładem takiego odcinka może być obszar między Świnoujściem a Międzyzdrojami na wyspie Wolin (zob. Ryc. 6 b).

Innym przykładem tego typu jest Mierzeja Łebska z ogromnym obszarem aktywnych procesów eolicznych uruchamianych wtórnie przez człowieka po zniszczeniu pokrywy roślinnej.

Właściwością odcinka wydmy o charakterze erozyjnym jest brak występowania wydmy przedniej oraz podcinanie wydmy głównej, często zalesionej.

Ponieważ brzegi wydmy występują na odcinkach wybrzeża, gdzie za nimi znajduje się na ogół teren płaski, często o rzędnej niewiele różniącej się od średniego poziomu morza, dlatego nie można nie doceniać roli wydmy, jako ochrony przed powodzią morską. Sytuacja taka występuje np. na początkowym odcinku Półwyspu Helskiego, gdzie wydma główna została prawie całkowicie wyerodowana i półwyspowi groziło przerwanie. Utworzono tam wydmy sztuczne, która odpowiednio konserwowana i uzupełniana doskonale chroni brzeg przed nadmierną erozją.

• Brzegi płaskie

Brzegi płaskie występują, obok innych typów brzegu (zob. Ryc. 1 (3)), w Zalewie Szczecińskim, Zalewie Wiślanym i w wewnętrznej części Zatoki Puckiej. Są to brzegi najczęściej podmokłe, porośnięte trzciną i szuwarami. Z tego powodu położenie linii brzegowej jest

bardzo trudne do identyfikacji. Dno przed takimi brzegami jest również płaskie, o niewielkim kącie nachylenia i najczęściej muliste (zob. Ryc. 3). Tereny położone w pobliżu takich brzegów narażone są na zalanie w czasie spiętrzeń wód w zalewach, czy zatoce. Dlatego na niektórych brzegach płaskich widoczne są wały przeciwpowodziowe.

• Ujścia rzek

Rzeki wnoszą do morza dużą ilość zawiesiny oraz osadów (zob. Ryc. 4), które odkładane są na dnie przy ujściu w postaci stożka. W samym ujściu wskutek zetknięcia się nurtu rzecznoego niosącego osad z falowaniem morskimi układami cyrkulacyjnymi tworzą się mieliżny, wyspy i półwyspy o różnych kształtach. O ile rzeka jest żeglowna stanowią one przeszkodę nawigacyjną. Są wówczas przekopywane, aby umożliwić żeglugę. Piasek z pogłębiania ujścia rzeki był wyrzucany najczęściej do wody na większych głębokościach, natomiast ostatnio bywa używany gdzieś do tzw. sztucznego zasilania plaży. W takich przypadkach ujście umocnione jest falochronami (Ryc. 8). Porównując sytuację z ujścia rzeki zarejestrowaną w kolejnych latach można śledzić stopień, tempo i miejsce akumulacji brzegu.



Ryc. 8. Ujście rzeki żeglownej z widocznymi falochronami (zdjęcie lotnicze ze zbiorów PHARE)

• Roślinność

Roślinność występuje w strefie brzegowej w miejscach spokojnych nienarażonych na intensywne oddziaływanie fal lub prądów. Od strony otwartego morza występuje na większych głębokościach (około 8 m) i dlatego na zdjęciach lotniczych nie jest już dostrzegalna. Natomiast widać czasem na zdjęciach rozmaite szczątki organiczne zalegające w obniżeniach między wałami rewowymi, co stanowi istotne utrudnienie w ocenie głębokości przez optyczne przegłębienie tych obszarów. W zalewach i zatoce w miejscach osłoniętych, roślinność występuje we wszystkich nieaktywnych miejscach bez względu na głębokość. Roślinność szuwarową

stosowane. Na obszarach erozyjnych w pierwszych latach istotnie zatrzymują i akumulują piasek, po czym zaczyna się okres kilkunastu i więcej lat stabilny, aż wreszcie następuje okres erozji brzegu. Natomiast w każdym przypadku za odcinkiem brzegu umocnionego ostrogami obserwuje się znacznie zwiększoną erozję brzegu.

Nanoszony przez rzeki materiał piaszczysty odkładany w ujściach rzek stanowi przeszkodę w żegludze. Wejścia do portów, które nie są położone w ujściach rzek, również są zasypywane przez osady. Utrzymanie żeglowności odbywa się na zasadzie wykopania toru wodnego o odpowiedniej głębokości. Wskutek naturalnej cyrkulacji wody i osadów torry wodne ulegają ciągłemu zasypywaniu i wymagają okresowego pogłębiania.

Jedną z metod ochrony brzegu jest przebudowa dna strefy brzegowej lub plaży, umieszczając tam materiał piaszczysty. Metoda ta nosi nazwę sztucznego zasilania plaży. Materiał pobierany jest z określonych miejsc na dnie, gdzie jego ubytek nie spowoduje ujemnych skutków, bądź też może pochodzić z pogłębiania torów wodnych. Jest on transportowany rurociągami na plażę, gdzie formowana jest sztuczna plaża i inicjalna forma wydmy o określonych wymiarach. W taki sposób ochraniający jest początkowy odcinek brzegu Półwyspu Helskiego (mimo zastosowanego wcześniej zespołu ostróg), które po kilkudziesięciu latach przestały być skuteczne.

Literatura

Baraniecki L. 1967: *Morfologia i dynamika podwodnych osadów piaszczystych polskiego wybrzeża Bałtyku na podstawie zdjęć lotniczych*. Fotointerpretacja w Geografii. z-4. 157 str

Ciołkosz A., Miszański J., Olędzki J.R. 1986: *Interpretacja zdjęć lotniczych*. Wyd. 2 poszerz. PWN Warszawa

Furmańczyk K. 1980: *Zarys fotointerpretacji*. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego. wyd. 2-gie zmienione. Gdańsk 283 str

Furmańczyk K. 1994: *Współczesny rozwój strefy brzegowej morza bezpływowego w świetle badań teledetekcyjnych południowych wybrzeży Bałtyku*. Wyd. Naukowe uniwersytetu Szczecińskiego. Szczecin 150 str

B4.5.3 Ćwiczenia

Kameralna, indywidualna interpretacja wybranych elementów strefy brzegowej na panchromatycznym zdjęciu lotniczym:

- usytuowanie wałów renowych,
- zarys linii brzegowej,
- zasięg roślinności wydymowej, lasu,
- lokalizacja budowli hydrotechnicznych,
- usytuowanie dróg i budynków.

B4.5.4 Warsztaty

Na podstawie analizy 2-3 zdjęć lotniczych wykonanych w odstępie kilkunastu lub kilkudziesięciu lat omówić zmiany, jakie zaszły w tym czasie:

- a) w morfologii strefy brzegowej,
- b) w zagospodarowaniu terenu.

CZĘŚĆ INFORMACYJNA

INFORMACJE O AUTORACH

Jerzy Bernasik, dr hab. inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-22-72
fax.: (0-12) 633-17-91
e-mail: jber@geosun.geod.agh.edu.pl

Adam Boroń, dr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-23-02
fax.: (0-12) 633-17-91

Kazimierz Bujakowski, dr inż.

Urząd Wojewódzki w Krakowie
Wydział Geodezji, Kartografii, Katastru i Nieruchomości
ul. Basztowa 22
tel. (0-12) 616-03-70

Jerzy Butowit, dr hab. inż.

Akademia Rolnicza w Krakowie
Zakład Fotogrametrii i Teledetekcji
ul. Królewska 6
30-045 Kraków
tel.: (0-12) 633-18-11 wew. 101

Dariusz Dziłonek, mgr inż.

Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej
w Sieradzu
ul. Wł. Warneńczyka 1
98-200 Sieradz
tel.: (0-43) 822-57-71, (0-43) 827-15-10
fax.: (0-43) 827-59-81
e-mail: wodgksieradz@invarnet.invar.com.pl

Ryszard Florek-Paszkowski, dr inż.

Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne
w Krakowie Spółka z o.o.
ul. Orzegórska 10
31-530 Kraków
tel.: (0-12) 421-97-64, (0-12) 421-09-83
fax.: (0-12) 421-76-80
e-mail: rfp@opgk.krakow.pl

Kazimierz Furmańczyk, dr hab.

Uniwersytet Szczeciński
Instytut Nauk o Morzu
Zakład Teledetekcji i Kartografii Morskiej
ul. Felczaka 3a
71-412 Szczecin
tel.: (0-91) 22-64-11 wew. 287
e-mail: kaz@sus.univ.szczecin.pl

Jan Greazza, prof. dr hab.

Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja
Wydział Leśny
Katedra Ekologii Lasu
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
tel.: (0-12) 411-91-44 wew. 592
fax.: (0-12) 633-62-45

Benta Hejmanowska, dr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-22-88
fax.: (0-12) 633-17-91
e-mail: galia@uci.agh.edu.pl

Józef Jachimski, prof. dr hab. inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-38-26
fax.: (0-12) 633-17-91
e-mail: jjachim@uci.agh.edu.pl

Władysław Mierzwa, dr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-22-72
fax.: (0-12) 633-17-91

Stanisław Mularz, dr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-22-88
fax.: (0-12) 633-17-91
e-mail: mularz@uci.agh.edu.pl

Krzysztof Pyka, dr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-39-93
fax.: (0-12) 633-17-91
e-mail: kris@geosun.geod.agh.edu.pl

Daniel Rutkowski, dr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Informatyki o Terenie
Al. A. Mickiewicza 30/C-4
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-23-05

Zbigniew Sitek, prof. dr hab. inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-22-72
fax.: (0-12) 633-17-91
e-mail: sitek@uci.agh.edu.pl

Andrzej Świątkiewicz, dr hab. inż.

Akademia Rolnicza we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 53
50-357 Wrocław
tel.: (0-71) 20-56-17
e-mail: sekretariat@4gt.ar.wroc.pl

Regina Tokarczyk, dr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-22-88
fax.: (0-12) 633-17-91

Wojciech Tokarski, inż.

Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej
w Sieradzu
ul. Wł. Warneńczyka 1
98-200 Sieradz
tel.: (0-43) 827-15-10, (0-43) 822-57-71
fax.: (0-43) 827-59-81
e-mail: wodgksieradz@invarnet.inwar.com.pl

Kazimierz Trafas, dr hab.

Uniwersytet Jagielloński
Instytut Geografii
Zakład Kartografii i Teledetekcji
ul. Grodzka 64
31-004 Kraków
tel.: (0-12) 422-71-11 wew. 225, 227
fax.: (0-12) 422-55-78
e-mail: ktrafas@arsenal.geo.uj.edu.pl

Grażyna Twardowska, mgr inż.

Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
ul. Żurawia 3/5
00-926 Warszawa
tel.: (0-22) 661 80 53, (0-22) 661 80 71
fax.: (0-22) 621 24 05, (0-22) 628 72 37
e-mail: codgik@codgik.waw.pl

Piotr Wężyk, mgr inż.

Akademia Rolnicza im. Hugona Koftłajsa
Wydział Leśny
Katedra Ekologii Lasu
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
tel.: (0-12) 411-91-44 wew. 295
fax.: (0-12) 633-62-45
e-mail: rlweczyk@cyf-kr.edu.pl

Tadeusz Wrona, dr inż.

Akademia Rolnicza w Krakowie
Zakład Fotogrametrii i Teledetekcji
ul. Królewska 6
30-045 Kraków
tel.: (0-12) 633-18-11 wew. 103, 104

Andrzej Wróbel, dr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-23-02
fax.: (0-12) 633-17-91

Janusz Zieliński, mgr inż.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej
Al. A. Mickiewicza 30/C-4, II p.
30-059 Kraków
tel.: (0-12) 617-23-41
fax.: (0-12) 633-17-91
e-mail: jmzielin@uci.agh.edu.pl

WYKAZ UCZESTNIKÓW KURSU

Uczestnicy szkolenia, które odbyło się w terminie 1.XII - 19.XII.1997 r.

Danuta Bajserowicz, inż.

Urząd Miejski w Morągu; inspektor

Renata Bieczysko, mgr inż.

Urząd Wojewódzki w Kaliszu; starszy inspektor

Irena Budzewicz

Urząd Gminy i Miasta w Korszach; inspektor

Stanisława Dybowska, mgr inż.

Urząd Miejski w Katowicach; Kierownik Referatu Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego

Dariusz Grzywocz

Urząd Miasta Chorzów; podinspektor

Joanna Kisiel, mgr inż.

Urząd Miejski w Katowicach; inspektor w Referacie Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego

Krzysztof Klimaszewski

Urząd Miejski w Zabrze; inspektor

Andrzej Kotłowski

Urząd Miejski w Gliwicach; podinspektor

Józef Kurzeja

Urząd Miasta i Gminy w Łazach; Kierownik Wydziału Geodezji i Gospodarki Gruntami

Przemysław Matczak

Wojewódzkie Biuro Planowania Przestrzennego w Kaliszu; informatyk

Zofia Nieruchalska, mgr inż.

Urząd Wojewódzki w Kaliszu WGKKiN; starszy inspektor

Krzysztof Penkala, mgr inż.

Urząd Miejski w Świętochłowicach; Kierownik Referatu Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego

Stanisław Piens

Urząd Miejski w Gliwicach; podinspektor

Roman Rosicki, inż.

Urząd Gminy i Miasta w Korszach; Kierownik Referatu Gospodarki Terenowej

Zenona Sobala, mgr inż.

Urząd Miasta w Braniewie; inspektor w Wydziale Geodezji i Architektury

Marcin Taborowski

Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej w Sieradzu; referent w Dziale Mapy Numerycznej

Marian Zima, mgr inż.

Urząd Miasta i Gminy - Dzierżoni (woj. elbląskie); inspektor w Referacie Techniczno-Inwestycyjnym

Uczestnicy szkolenia, które odbyło się w terminie 5.I - 23.I.1998 r.

Jacek Cęćcelowski

Urząd Miejski w Alwerni; inspektor do spraw geodezyjnych w Referacie Rolnictwa i Geodezji
ul. Gęsikowskiego 7
32-066 Alwernia
tel.: (0-12) 283-11-15 wew.: 336

Adam Korzuch, inż.

Urząd Miejski w Tarnowskich Górach; inspektor Wydziału Gospodarki Środowiskiem i Zasobami Naturalnymi
ul. Sienkiewicza 2
42-600 Tarnowskie Góry
tel.: (0-32) 285-34-51
fax.: (0-32) 285-14-26

Edward Koza

Urząd Gminy - Kłaj; technik geodeta
ul. Aleksandra Płachcińskiego 655
32-015 Kłaj
tel.: (0-12) 284-11-00

Józef Lętocha, inż.

Urząd Miasta i Gminy w Skawinie; Kierownik Wydziału Geodezji, Architektury i Nadzoru Budowlanego
Rynek 1
32-050 Skawina
tel.: (0-12) 276-46-77 wew. 154

Maria Margiel

Urząd Wojewódzki w Sieradzu; Wydz. Geodezji, Kartografii,
Katastru i Gospodarki Ziemią
ul. Pl. Wojewódzki 3
98-200 Sieradz
tel.: (0-43) 822-45-81

Małgorzata Musiera, mgr

Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej
w Sieradzu; Zespół Mapy Numerycznej
ul. Warneńczyka 1
98-200 Sieradz
tel.: (0-43) 827-15-10, (0-43) 822-57-71 wew. 19, 16

Jan Raduchowski, inż.

Urząd Miasta - Legnica; Naczelnik Wydziału Geodezji
Pl. Słowiański 8
59-220 Legnica
tel.: (0-76) 220-21 wew. 290

Teresa Rolicka, mgr inż.

Urząd Miejski w Krzeszowicach; z-ca Kierownika Wydziału
Geodezji i Mienia Komunalnego
ul. Grunwaldzka 4
32-065 Krzeszowice
tel.: (0-12) 282-10-68

Krystyna Wesola, mgr inż.

Urząd Wojewódzki w Sieradzu; Wydz. Geodezji, Kartografii,
Katastru i Gospodarki Ziemią
ul. Pl. Wojewódzki 3
98-200 Sieradz
tel.: (0-43) 822-45-81, (0-43) 822-05-01 wew. 482

Magdalena Wysocka-Frey, mgr inż. arch.

Urząd Miejski w Krzeszowicach; Kierownik Wydziału
Architektury i Nadzoru Budowlanego
ul. Ogrodowa 1
32-065 Krzeszowice
tel.: (0-12) 282-03-30

Jadwiga Zimoląg, mgr inż. arch.

Urząd Miasta - Legnica; Naczelnik Wydziału Urbanistyki,
Architektury i Nadzoru Budowlanego
Pl. Słowiański 8
59-220 Legnica
tel.: (0-76) 220-21 wew. 315, 316

Uczestnicy szkolenia, które odbyło się w terminie 19.I - 6.II.1998 r.

Roman Bąk, mgr inż.

Urząd Miejski w Zielonej Górze; Naczelnik Wydziału Geodezji
i Gospodarki Gruntami
ul. Podgórna 22
tel.: (0-18) 65-424

Wiesław Budka

Urząd Gminy Gozdowo; inspektor ds. planowania przestrzennego,
budownictwa i ochrony środowiska
ul. Krystyna Gozdawy 19
09-213 Gozdowo

Lech Chabros

Urząd Miejski w Lublinie; inspektor
Pl. Łokietka 1
20-071 Lublin

Zbigniew Dąbrowski, inż.

Urząd Miejski w Sierpcu; Naczelnik Wydziału Architektury
i Gospodarki Gruntami
ul. Piastowska 11a
09-200 Sierpc

Tadeusz Gzowski, mgr inż.

Urząd Miejski w Gdańsku; inspektor ds. gospodarki odpadami
w Wydz. Ochrony Środowiska i Rolnictwa
ul. Nowe Ogrody 8/12
80-803 Gdańsk
tel.: (0-58) 302-30-41 wew. 235
e-mail: 329632@polbox.com

Zenon Kaźmierzczak

Urząd Gminy w Kiernozie; inspektor ds. gospodarki gruntami
ul. Sobocka 1
09-545 Kiernozia

Stanisław Małek, dr inż.

Akademia Rolnicza w Krakowie, Wydział Leśny; adiunkt
w Katedrze Ekologii Lasu
Al. 29-go Listopada 46
31-425 Kraków
tel.: (0-12) 411-91-44 wew. 504
e-mail: rlmalek@cyf-kr.edu.pl

Maria Niedźwiecka, mgr inż.

Urząd Miejski w Koszalinie; Kierownik Referatu Geodezji
w Wydziale Ekologii i Gospodarki Gruntami
Rynek Staromiejski 6-7
75-650 Koszalin
tel.: (0-94) 42-77-11

Krzysztof Ostrowski

Urząd Miasta i Gminy - Krzywiń; inspektor
ul. Rynek 1
64-010 Krzywiń

Jacek Porankiewicz

Urząd Miasta i Gminy - Krzywiń; inspektor
ul. Rynek 1
64-010 Krzywiń

Leszek Solecki, mgr inż.

Urząd Miejski w Lublinie; inspektor
pl. Łokietka 1
20-071 Lublin
tel.: (0-81) 532-42-11

Mieczysław Stadnik, inż.

Urząd Miasta w Bełżycach; Kierownik Referatu Rolnictwa,
Geodezji i Ochrony Środowiska
ul. Lubelska 3
24-200 Bełżyce

Anna Urbanik, mgr inż.

Urząd Miasta Płocka; referent w Referacie Bazy Informacji Przestrzennej
ul. Pl. Dąbrowskiego 2
09-400 Płock