

H. G. GIERLOFF-EMDEN

**ORBITAL REMOTE SENSING OF COASTAL  
AND OFFSHORE ENVIRONMENTS**

**(A manual of interpretation)**

**ed. Walter de Gruyter,**

**Berlin, New York 1977, ss. 176, 102 poz.  
bibliogr., 35 mapek interpretacyjnych, 11  
barwnych obrazów satelitarnych, 17 czarno-  
białych obrazów satelitarnych, 5 zdjęć lot-  
niczych**

**(Teledetekcja strefy brzegowej — podręcz-  
nik interpretacji)**

Praca, starannie przygotowana wydawniczo, składa się z dwóch części: pierwszej poświęconej ogólnym uwagom dotyczącym badania strefy brzegowej metodą teledetekcyjną (44 strony) i drugiej podającej konkretne przykłady zastosowań zdjęć i obrazów satelitarnych do analizy i sporządzania map tematycznych, mającej charakter swego rodzaju klucza interpretacyjnego.

Na wstępie autor przypomina międzynarodowe programy badawcze związane ze strefą brzegową morza, przytacza liczne wypowiedzi różnych autorów mówiących o konieczności penetracji tej strefy, o jej gospodarczym wykorzystaniu, jak również wskazujących na poważne trudności w klasycznym jej badaniu. Ponadto, autor wylicza wszystkie te organizacje stowarzyszone w UNESCO, które włączyły się w szeroki front badań akwenów wodnych, a szczególnie: rzeźby strefy litoralnej, zasadniczych struktur geologicznych obszarów morskich, ruchu lodów, kierunku spływu wód podziemnych w strefie brzegowej, opracowania map roślinności, gleb, a także ruchu wód w strefie przybrzeżnej, rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i wielu innych zagadnień. Następnie omawia rozwój metod teledetekcyjnych oraz sposób fotografowania, szerzej komentując te eksperymenty kosmiczne, z których obrazy są prezentowane w książce (misja Gemini, Apollo, Skylab oraz ERTS — czyli LANDSAT). Autor przypomina, iż obrazy dostarczane przez Skylab pozwoliły określić naj-

lepszą przydatność poszczególnych wyciągów spektralnych w odniesieniu do różnych zagadnień hydrograficznych stref brzegowych. I tak, do analizy rozprzestrzeniania się wód zanieczyszczonych, lodów morskich, podwodnych zrzutów wód powodujących zmiany mętności najkorzystniejsze są zobrażenia w kanałach 3 i 4, tj. odpowiadających zakresom spektralnym fal o długościach równych 0,49—0,56  $\mu\text{m}$  i 0,53—0,61  $\mu\text{m}$ . Do badania rzeźby strefy brzegowej, kartowania obszarów podmokłych najlepsze możliwości interpretacyjne daje kanał 6 (0,64—0,76  $\mu\text{m}$ ), zaś do określania wód lądowych należy stosować obrazy z kanału 7 i 8, odpowiadające zakresom: 0,75—0,9  $\mu\text{m}$  i 0,9—1,08  $\mu\text{m}$ . Dalej autor poświęca nieco miejsca charakterystyce barw obrazów satelitarnych a rzeczywistej barwie morza; przypominając w szczególności, co wpływa na barwę wody morskiej i jaka jest w tym rola atmosfery oraz samego środowiska wodnego.

Część pierwszą kończą techniczne uwagi o zastosowanych systemach fotografowania, rodzajach filmów i filtrów we wspomnianych eksperymentach kosmicznych, z których wykorzystano obrazy w prezentowanym podręczniku, a także wybór podstawowych terminów stosowanych w badaniach stref brzegowych. Tu też autor informuje, iż w interpretacji obrazów satelitarnych i wykreślaniu map wszelkie zjawiska i procesy hydrograficzne wydzielał w 3 strefach: a — powyżej wysokich stanów wód, tzn. ponad linią przyływów morza, a więc na obszarze lądowym (*terrestrial*), b — w strefie przyływów morza, czyli strefie kontaktowej morze-ląd (*inter-tidal*), c — poniżej poziomu morza, a więc w środowisku morskim (*marine*). Niekiedy wyróżnia jeszcze grupę czwartą, do której zalicza zjawiska dodatkowe wywołane czynnikami oceanicznymi lub atmosferycznymi (np. chmury).

Część drugą — przegląd interpretacyjnych opracowań obrazów satelitarnych rozpoczyna obraz ze Skylabu. Jest to wschodnia część Zatoki Wenezuelskiej, nosząca nazwę Golfo de Coro oraz zachodnia część półwyspu Paranagua. Jest to barwne zdjęcie pionowe, wykonane z wysokości 435 km 18 IX 1973 roku, kamerą ETC (*earth terrain camera*) o ogniskowej  $f = 4/450$  mm. Odfotografowany teren pokrywa kwadrat o boku 109 km. Skala zdjęcia wynosi 1 : 450 000, a rozdzielczość terenowa 20—80 m w zależności od analizowanego obiektu i jego struktury. Na zdjęciu tym autor badał wybrane elementy wzajemnego oddziaływania atmosfery i wody jako problemu teledetekcyjnego, a w tym: burze pyłowo-piaszczyste, przezroczystość wody i podwodną topografię.

Drugie barwne zdjęcie, wykonane z pokładu Apollo 9, z wysokości 190 km kamerą Hasselblad 500 C w dniu 2 III 1960 roku, jest zdjęciem ukośnym o wychyleniu osi około  $20^\circ$ . Pokrywa ono obszar południowo-zachodniej części Kuby — Colfo de Guacanayabo. H. J. Gierloff-Endem zdjęcie to wykorzystał do analizy stopnia przezroczystości czystej wody morskiej i kartowania podwodnej rzeźby dna. Ze zdjęcia, odpowiednio

przetworzonego, autor wykonał mapę batymetryczną zatoki w skali 1:1 000 000 o cięciu batymetrycznym 10 m. Z innych uczytelnicznych interesujących elementów na uwagę zasługuje sucha delta rzeki Cauto z inicjalnymi procesami eolicznymi, liczne rafy koralowe i wyraźne drugorzędne formy ukształtowania dna.

Następnym zdjęciem wykonanym z pokładu Apollo 7, dnia 12 X 1968 roku z wysokości 360 km kamerą Hasselblad 500 C, jest również zdjęcie nachylone. Obejmuje ono obszar Lagoa dos Patos położony w Brazylii, tuż przy granicy z Urugwajem. Było ono podstawą wydzielenia poszczególnych, odrębnych części — mas wodnych tej laguny, charakteryzującej się prawie całkowitym brakiem przezroczystości wody. Zmącenie wody jest wynikiem dużej ilości rumowiska rzeczno przynieszonego przez Rio Guaiba, rzekę wpadającą do laguny w północnej części, zdecydowanie wpływającą na wygląd i właściwości wody. W obrazie fotograficznym ta część laguny ma bardzo jednolitą strukturę. Środkowa i południowa część laguny charakteryzuje się zróżnicowaniem struktury obrazu fotograficznego, co świadczy o przenikaniu materiału rzeczno smugami, wielokrotności nurtów wodnych, strug skoncentrowanych przy kanale Rio Grande (część południowa) kontaktującym się z Oceanem Atlantyckim. Celem porównania zmian, jakie zaszły w tym akwenie wodnym od 1968 roku, autor przeanalizował i przytoczył wielospektralny obraz z lutego 1974 roku, pochodzący ze stacji orbitalnej Skylab.

Zdjęcie laguny Madre de Tamaulipas w Meksyku nad Zatoką Meksykańską wykonano 12 X 1968 roku z pokładu Apollo 7, z wysokości 227 km. Posłużyło ono do analizy zjawisk atmosferycznych i biologicznych, a także zróżnicowania dna celem wydzielenia głównych jednostek morfobiologicznych, takich jak: wały brzegowe z wydhami, wały piaszczyste, nadwodne stożki piaszczyste częściowo utrwalone roślinnością, tereny zalewów w wyniku spiętrzeń wiatrowych oraz obszary o zróżnicowanym ruchu wody.

Kolejne zdjęcie dotyczy również obszaru Meksyku, a mianowicie Laguny de Terminos położonej nad zatoką Campeche, u nasady półwyspu Jukatan. Zdjęcie nieznacznie nachylone, wykonane 22 VIII 1965 roku kamerą Hasselblad 500 C z pokładu Gemini 5, zastosował autor do badania zmienności masy wodnej oceanicznej i lądowej — lagunowej. Przytoczył interesujące przykłady tworzenia się delty wstecznej tuż przy bramie Puerto Real rozdzielającej wyspy Carmen i Aguada, podwodnych wałów piaszczystych związanych z działalnością przybrzeżnego potoku rumowiska, sedymentacji osadów piaszczystych zachodzącej podczas pływów w Puerto del Carmen, różnej barwy wody bocznych części laguny pozostających pod wpływem wód rzecznych, zasolonych bagien oraz początkowej strefy ruchu wody związanej z Prądem Zatokowym. Celem kontroli przebiegu wałów piaszczystych porównał autor obraz z drugiej misji Skylaba z VIII 1973 roku, w wyniku czego uściślił przebieg pod-

wodnej sedymentacji aluwiów przynoszonych przez Rio Palizada, uchodzącej do laguny w części zachodniej, słabo widocznej na zdjęciu z Gemini.

Zdjęcie laguny Pamlico Sound i wybrzeża atlantyckiego w pobliżu przylądka Hatteras obrazuje procesy hydrograficzne i podwodną topografię w obszarze o dużej ruchliwości wody. Pochodzi ono z Apollo 9 (z dnia 12 III 1969 roku) z wysokości 215 km. Stanowi jeden z najlepszych przykładów form podwodnych różnej generacji z wyraźną barierą w rozwoju tychże form w postaci Prądu Zatokowego. Innym interesującym elementem jest zmienność barwy rzek, wynikająca ze zróżnicowania stopnia ich zasolenia.

Interpretacja zmiany barwy wody Zatoki Kalifornijskiej w pobliżu Guaymas w Meksyku stanowi przykład ostrożnego podejścia interpretatora zdjęć, bowiem zmiany spowodowane są procesami biologicznymi w wodzie morskiej, a nie ukształtowaniem dna, jak by to sugerowały poprzednie zdjęcia.

Bardzo ciekawe są dalsze zdjęcia, pochodzące z Apollo 9, z 9 III 1969 roku, stanowiące przykład zanieczyszczenia, a jednocześnie intensywnie przekształconego środowiska przyrodniczego w rejonie miasta Houston i zatoki Galveston, mającej połączenie z wodami Zatoki Meksykańskiej. Zdjęcie wykonane z wysokości 185 km kamerą Hasselblad 500 C stanowi podstawę dokładnej analizy funkcjonalnej dzielnic miasta, użytkowania ziemi oraz stopnia zanieczyszczenia wód. Jako ciekawostkę można traktować rysujący się szlak wodny prowadzący przez zatokę do portu (odpowiednik Szlaku Piastowskiego na Zalewie Szczecińskim). Uzupełnieniem są zdjęcia w podczerwieni czarno-białe i barwne fragmentu wybrzeża Teksasu leżącego między Bramą Galveston a zatoką Matagordo.

Ostatnia grupa zdjęć obejmuje wybrzeże Salwadoru: Golfo de Fonseca oraz na zachód położoną lagunę Jiquillisco. Prócz barwnego zdjęcia z Apollo 9 (9 III 1969 roku z wysokości 187 km), autor przytacza obrazy satelitarne z ERTS-1 otrzymane w dniu 17 II 1973 roku w kanałach 4, 5, 6 i 7, jak również zdjęcia lotnicze pomocne przy wykonywaniu tematycznych w dużych skalach. Materiały te wykorzystane zostały do gruntownej analizy strefy podlegającej okresowym zalewom pływowym, a szczególnie form tu występujących, typologii roślinności mangrowej, zjawisk i procesów estuariowych, mieszania się wód oceanicznych i estuariowych, dynamiki prądu pływowego oraz niektórych mikroform strefy brzegowej.

Pracę kończą wnioski odnośnie do możliwości określenia granicy ląd — morze w strefie przypliwów przy użyciu metod teledetekcyjnych. Otóż, z obrazów satelitarnych ERTS do rozgraniczenia morze — ląd należy stosować zobrazowania w kanale 6 i 7, bowiem linia graniczna jest tu bardzo ostro zarysowana, nawet w przypadku występowania niewielkich obniżen pokrytych wodą, czy też obszarów piaszczystych występują-

cych ponad poziom wody. Zobrazowania w kanałach 4 i 5 są natomiast korzystniejsze w analizie rzeźby i kartowaniu form występujących w strefie pływów, a nawet rzeźby dna morskiego w płytkiej strefie sublitoralnej, ponieważ różnice fototonalne w tym przypadku bardziej zależą od przezroczystości wody i zróżnicowania form niż obecności przykrywającej je warstwy wody, zatem granica morze — ląd nie jest ostro zarysowana.

Bogaty materiał ilustracyjny (zarówno obrazy satelitarne, jak i kartogramy interpretacyjne), przygotowany z dużą starannością wydawniczą oraz rzetelny opis poszczególnych scen pozwalają pracę tę zaliczyć do dobrych branżowych podręczników akademickich, w istotny sposób wzbogacającą wiedzę o strefie brzegowej. Z punktu widzenia teledetekcyjnego publikacja ta może być uznana za przewodnik metodyczny i swego rodzaju klucz interpretacyjny.

*Andrzej T. Jankowski*