

Wiesław Subotowicz
/Gdańsk/

WSTĘPNA OCENA DYNAMIKI BRZEGÓW KLIFOWYCH REGIONU GDAŃSKIEGO
W ŚWIETLE INTERPRETACJI ZDJĘĆ NAZIEMNYCH

Obok od lat prowadzonych w Polsce badań niskich i wydmowych brzegów morskich, również od dziesięciu już lat prowadzone są badania brzegów klifowych. Zauważyć przy tym należy, że na około 500-kilometrowym polskim wybrzeżu, prawie 1/5 stanowią brzegi klifowe. Podobną proporcję można dostrzec w regionie gdańskim, gdzie klify w sumie tworzą około 25-kilometrowy odcinek, co stanowi 20 % długości wybrzeża gdańskiego /rys. 1/.

Nie na każdym odcinku klify wykazują jednakową aktywność. Do najbardziej aktywnych należą klify w Orłowie i w Jastrzębiej Górze. Zagroża to istniejącym w ich rejonie obiektom wypoczynkowym. Ponadto zagrożone zostało istnienie i tak skromnie tu występujących plaż.

Powyższe fakty, a przy tym chęć poznania praw rządzących dynamiką brzegów klifowych, skłoniły autora do bliższego zainteresowania się tym zagadnieniem. Przyjęto założenie, że rozważania nad ilościową oceną obserwacji aktywności klifów należy oprzeć o pomiary stacjonarne.

Obok metody czysto geodezyjnej, pierwszoplanowe w tym względzie miejsce zajęła metoda fotogrametryczna /1,2,4/. Metoda ta polega na wykorzystaniu zdjęć lotniczych lub naziemnych.

Zdjęcia fotogrametryczne klifów wykonano fototeodolitem "Photo 19/1318" firmy Zeiss z baz założonych na brzegu, a opracowywano je przy pomocy stereoautografu "1318" również firmy Zeiss. Dla każdej serii zdjęć sporządzono stereogramy, które były podstawą opracowania planów warstwicznych oraz profilów hipsometrycznych zbocza klifowego.

Pierwszy etap pomiarów i badań dotyczył klifu orłowskiego i obejmował lata 1963-1967. W okresie tym, niezależnie od próby kompleksowego rozwiązania zagadnienia dynamiki brzegu klifowego, opisano metody badawcze, w tym i metodę fotogrametryczną [3].

* Patrz wszystkie rysunki na końcu artykułu.

W wyniku zastosowania stacjonarnych pomiarów fotogrametrycznych, a następnie ich autograficznego opracowania, dla rozpatrywanego okresu określono szybkość cofania się klifu w Orłowie na 1 m/rok.

Należy zwrócić w tym miejscu uwagę na to, że powyższa szybkość dotyczy właściwie Cypla Orłowskiego. Jest to najbardziej wysunięty w morze odcinek klifu w Orłowie /rys. 1/, zbudowany wyłącznie ze zwartych glin morenowych. Dla odcinka tego charakterystyczny jest obrywowy typ rozwoju geodynamicznego [5]. Na brzegu rozciągającym się na południe od Cypla występują piaszczyste utwory wodno-łodowcowe. Dlatego wskutek abrazji rozwijają się prawie wyłącznie osypiska.

Niezależnie od uzyskanych wyników, pierwszy etap kilkunastu pomiarów był podstawą do ich metodycznego opracowania. Uznano za wystarczającą częstotliwość pomiarów nie większą niż raz do roku. Jako wystarczającą dokładność opracowania przyjęto skalę 1:250.

Drugi etap stacjonarnych pomiarów fotogrametrycznych, który trwa do dziś, rozpoczęto w 1971 roku. Tym razem przedmiotem badań są wszystkie klify regionu gdańskiego. W niniejszym opracowaniu ujęto wstępne wyniki badań dla dwóch reperowych^{xx} odcinków brzegu, a mianowicie: 1/ brzegu klifowego w Orłowie - od strony Zatoki Gdańskiej i 2/ klifu w Jastrzębiej Górze - od strony otwartego morza [5].

Dla zachowania ciągłości wieloletnich badań, zwłaszcza w odniesieniu do klifu orłowskiego, prowadzono między innymi obserwacje i pomiary rejestrowane przy pomocy zwykłego aparatu fotograficznego /rys. 2/.

Dziesięcioletni, fotogrametryczny materiał pomiarowy dla klifu w Orłowie jest podstawą obliczenia średniego jego cofania się na około 1,2 m/rok. Widoczne jest to na rysunkach 2, 3, i 4. Należy przy tym zaznaczyć, że w podanej średniej za okres 10 lat można się dopatrzeć pewnych różnic w krótszych przedziałach czasu. Na przykład w okresie około 1 roku od 9 III 1964 do 11 IV 1965 roku klif cofnął się o 1 metr, a w następnych zaledwie dwóch miesiącach od 11.IV. do 17.VI.1965 roku również o 1 m /rys. 2/. (Bliższe wyjaśnienie tego procesu podano we wcześniejszych pracach autora [3, 5]).

Niezależnie od powyższych wniosków należy podkreślić, że w rejonie Orłowa następuje wyraźny wzrost aktywności brzegu. Dotychczas martwy

^{xx} Odcinkiem reperowym nazywam taki brzeg klifowy, gdzie jest największa aktywność zjawisk abrazyjnych i osuwiskowych. W związku z tym istnieje konieczność natychmiastowego jego zabezpieczenia.

klif, występujący na południe od Cypla Orłowskiego, jest coraz silniej abradowany i przekształca się w klif aktywny /rys. 3/. Wskutek tego taras akumulacyjny występujący u stóp dotychczasowego martwego klifu ulega zniszczeniu.

Poza parametrem szybkości cofania się brzegu klifowego w Orłowie, można się pokusić o ocenę ilości abradowanego materiału. Analiza będzie dotyczyć rozpatrywanego odcinka brzegu klifowego, z wyłączeniem Cypla Orłowskiego. Podana wcześniej przez autora, dla lat 1963-1967 ilość abradowanego materiału z tego odcinka, wynosiła $470 \text{ m}^3/\text{rok}$ [3]. Obecnie ilość ta wzrosła do około $600 \text{ m}^3/\text{rok}$.

Z dalszych wyczeń należy wnioskować, że kubatura zabradowanego tu materiału, w latach 1963-1973, wynosi około 5000 m^3 . Sprawdzić to można przyjmując średnią roczną wartość abrazji równą $500 \text{ m}^3/\text{rok}$ i 10-letni okres badawczy.

Podane wyżej roczne i wieloletnie ilości abradowanego materiału, obliczono na podstawie wielkości poprzecznych powierzchni abrazji, wzdłuż założonych linii profilowych /rys. 4/, [3]. Można też zastosować inny, dokładniejszy sposób obliczeń, a mianowicie poprzez zbudowanie modelu przestrzennego zniszczonego klifu, zawartego pomiędzy dwoma zboczami klifowymi, wyznaczonymi autograficznie dla dwóch rozpatrywanych serii zdjęć. Będzie to przedmiotem zaprojektowanych dalszych, szczegółowych rozważań analitycznych.

Podobnie jak dla klifu w Orłowie, przeprowadzono rozważania dla klifu w Jastrzębiej Górze /rys. 5, 6/. Z uwagi na występujący różny materiał skalny oraz występowanie wody, obserwujemy tu tak zwany zróżnicowany typ rozwoju geodynamicznego [5]. Charakteryzuje go złożony rozwój zjawisk osuwiskowych, nadający klifowi zestopniowany profil zbocza. Utworzony próg abrazyjny jest zbudowany ze zgrupowanych łków zastoiskowych. Jego rozwój następuje przeważnie poprzez obrywy oraz zsuwy i spływy. Intensywność zjawiska jest spotęgowana obecnością wysięków wody gruntowej, występujących w stropie łków. Również i w wyższych partiach klifu, ponad łkami, stwierdzono zjawiska osuwiskowe typu zsuwów i spływów, rozwinięte w piaszczysto-mułkowych utworach interstadialnych. Dowodem tego jest istnienie niszy osuwiskowej, ograniczonej od góry prawie pionową koroną klifu i od dołu stopniem abrazyjnym. Korona klifu jest zbudowana ze zwartych glin morenowych, dla których charakterystyczne są obrywy.

Analizując dynamiczny rozwój progu abrazyjnego klifu w Jastrzębiej Górze, należy stwierdzić, że większe cofnięcie się krawędzi progu nastąpiło w jednorocznym odcinku czasu /1973-1974/, mniejsze zaś w dwuletnim

/1971-1973/ /rys. 5a/. Wiązać to należy z intensywną abrazją podnóża klifu, spowodowaną silnymi sztormami, jakie wystąpiły jesienią 1973 roku. Średnia szybkość cofania się krawędzi progu abrazyjnego dla trzyletniego okresu, wynosi 0,9 m/rok.

Podobnie jak w Orłowie, również i w Jastrzębiej Górze można zauważyć wzrost aktywności klifu, postępujący ku zachodowi /rys. 5b/. Silna abrazja, a przy tym intensywny i coraz większy rozwój zjawisk osuwiskowych, potwierdza słuszność traktowania również klifu w Jastrzębiej Górze jako reперu badawczego dla regionu gdańskiego [5].

Należy ponadto zwrócić uwagę na metodykę opracowania i przedstawiania wyników. Analizę rozwoju klifu można przeprowadzać na podstawie przebiegu warstw w planie /rys. 5a/ oraz notowania na planie jego elementów geodynamicznych /rys. 5b/. W jednym i drugim przypadku analizę można uzupełnić wykonując profile hipsometryczne /rys. 6/.

Na zakończenie pragnę serdecznie podziękować Kolegom Fotogrametrom dr Stanisławowi Ostaficzukowi /U.W./, mgr inż. Kazimierzowi Furmańczykowi /U.G./ i mgr inż. Zygmuntovi Podgórskiemu /Warsz.Przeds.Geod./ za okazaną życzliwość i pomoc w zastosowaniu metody fotogrametrycznej.

LITERATURA

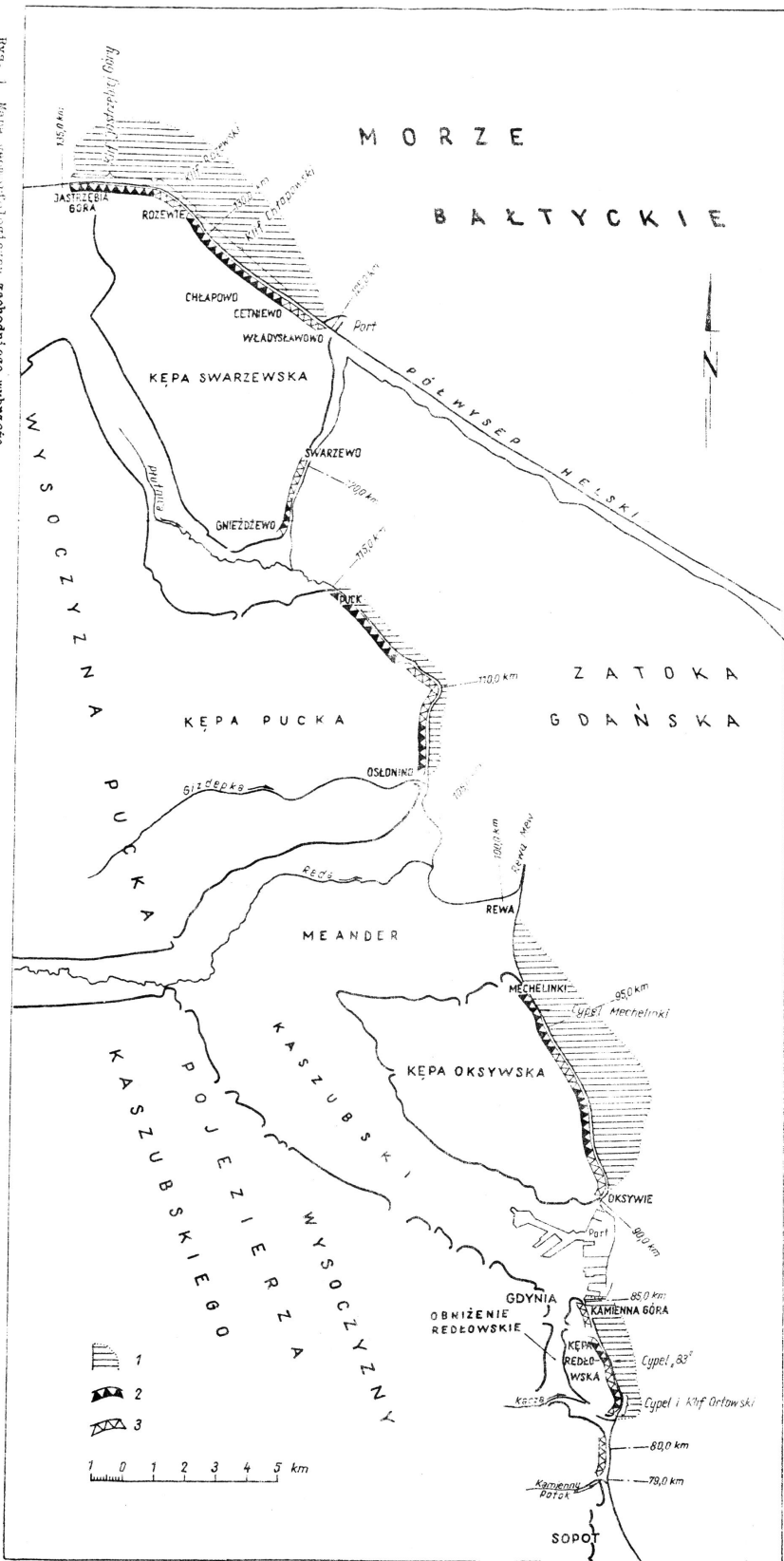
1. Ostaficzuk S., Fotogrametryczne metody badania osuwisk. XXXII Konferencja naukowo-techniczna Stow.Geod.Polskich p.t. "Pomiary odkształceń obiektów przemysłowych", Katowice, 22-24.XI.1965.
2. Poletajew Ju.I., Rieutskaja N.N., Jaśniewa Je.Je., Opyt primienienija fototieodolitnoj sjenki pri inżenierno-geologiczieskom kartirowanii opożniewych skłonow Kujbyszewskowo wodochraniliszcza. Dokł. Rossijsk. S-ch Akad. im. K.A.Timiraziewa, 1964.
3. Subotowicz W., Dynamika strefy brzegowej w rejonie Klifu Orłowskiego, część I i II. Archiwum Hydrotechniki, t. XVIII, z. 2 i 3, 1971.
4. Subotowicz W., Wykorzystanie metody fotogrametrii naziemnej do badań dynamiki brzegów klifowych. Materiały z konferencji naukowej p.t. "Techniki fotograficzne i filmowe w badaniach naukowych", Gdańsk, 25-26.V.1972.
5. Subotowicz W., Współczesne tendencje rozwoju brzegów klifowych regionu gdańskiego. Przewodnik XLIV Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Cetniewo, 2-4. IX.1972.

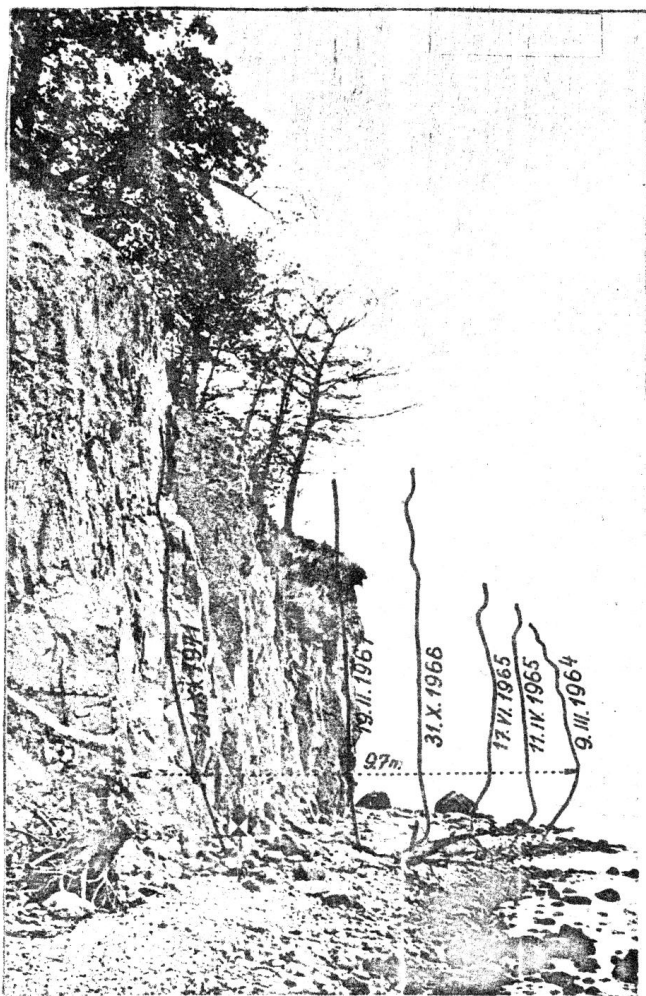
Wiesław Subotowicz

A PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF THE CLIFF SHORES
OF THE GDAŃSK REGION IN THE LIGHT OF GROUND PHOTOGRAPH INTERPRETATION

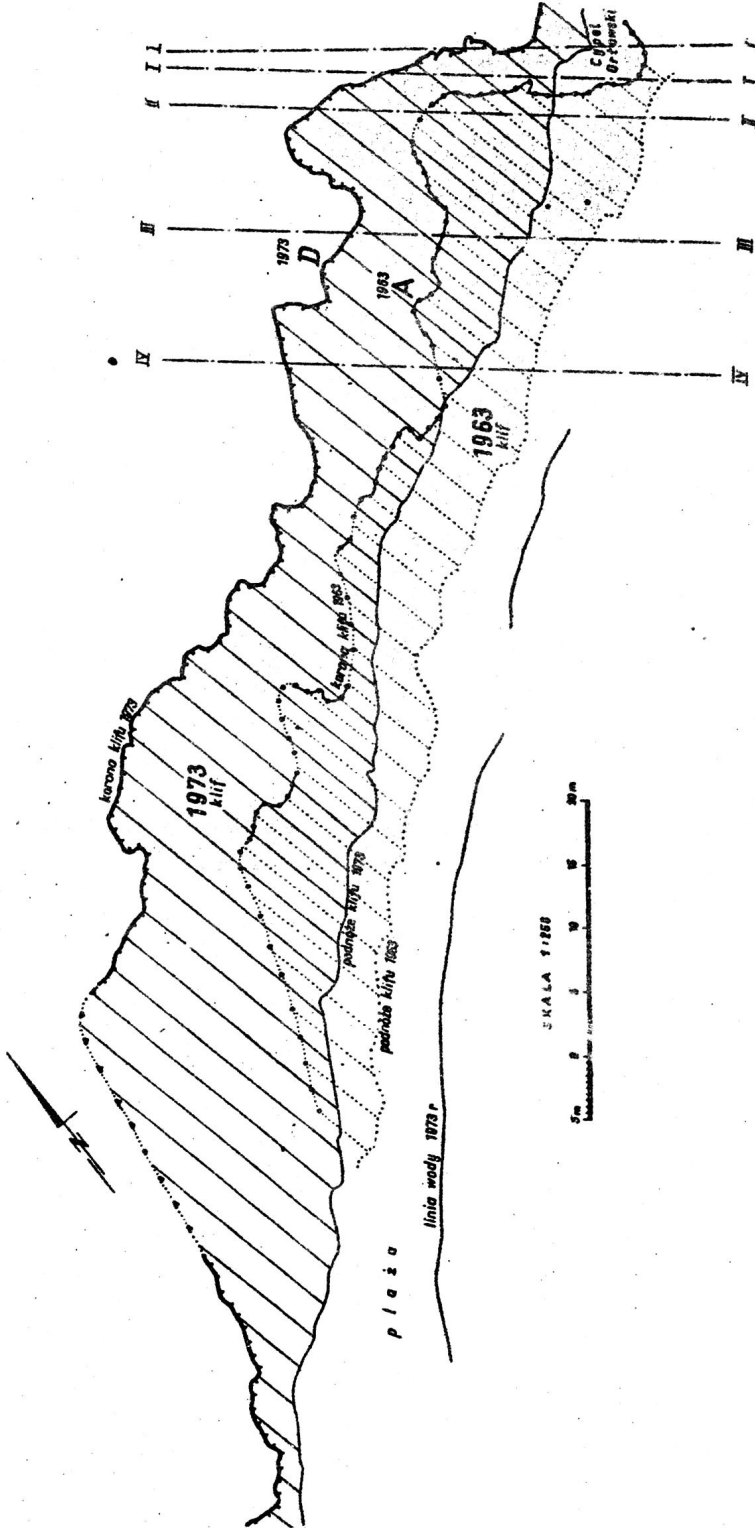
The most active cliff shores in the Gdańsk region are the cliffs of Orłowo and those of Jastrzębia Góra. It was already in 1963 that the author of this paper suggested the use of the ground photogrammetric method for the quantitative assessment of the abrasion of the above cliffs and the studies have been continued up to now. Photogrammetric measurement data for the Orłowo cliff, collected over a period of more than ten years, provided the basis for the estimation of its average recession rate at about 1.2. m/year. The average recession rate of the abrasion ridge edge of the Jastrzębia Góra cliff, as estimated for the period 1971-1974, is 0,9 m a year.

Rys. 1. Mapa geomorfologicznej zachodniego wybrzeża
 Zatok i Gdyni, 1 - podległość powierzchni
 normalnej, 2 - kłody, 3 - klify młotne

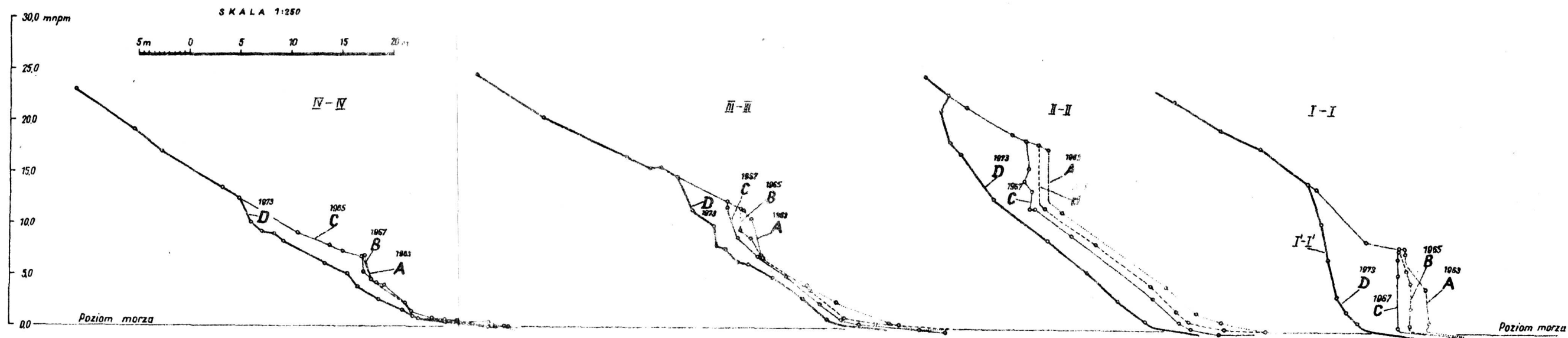




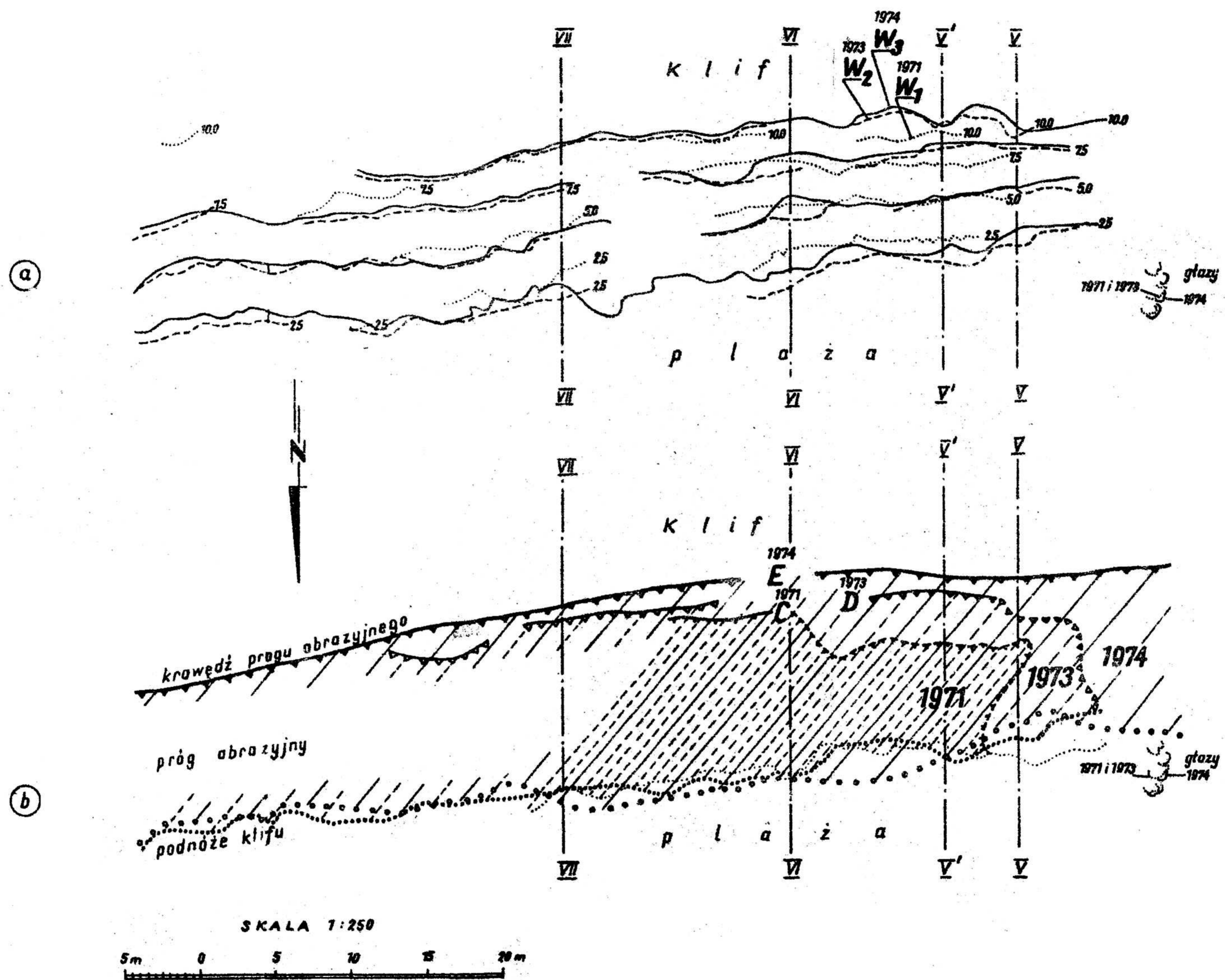
Rys. 2 Cypel Orłowski i etapy jego abrazji
9.X.1973 rok /fot. W.Subotowicz/



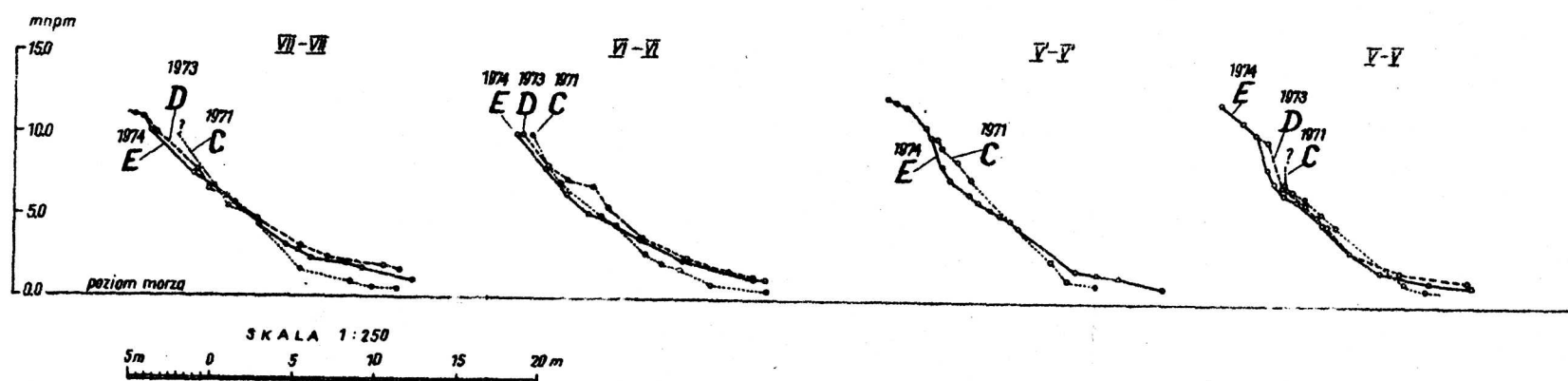
Rys. 3 Klif w Orłowie i jego elementy geodynamiczne /korona i podnóże klifu/. Opracowano na podstawie zdjęć naziemnych wykonanych w dniach: A - 24.XI.1963 roku, D - 9.XI.1973 roku



Rys. 4 Profile hipsometryczne klifu w Orłowie. Opracowano na podstawie zdjęć naziemnych wykonanych w dniach:
 A - 24.XI.1963 roku; B - 25.IV.1965 roku; C - 12.II.1967 ;
 D - 9.X.1973 roku



Rys. 5 Dynamika klifu w Jastrzębiej Górze przedstawiona przy pomocy warstwic /a/ i wybranych elementów geodynamicznych /b/. Opracowano na podstawie zdjęć naziemnych wykonanych w dniach: C - 4.IX.1971 roku; D - 17.VIII. 1973 roku; E - 22.IV.1974 roku



Rys. 6 Profile hipsometryczne klifu w Jastrzębiej Górze. Opracowano na podstawie zdjęć naziemnych w dniach:
 C - 4.IX.1971 roku; D - 17.VIII.1973 roku; E - 22.IV.1974 roku