

Grawitacyjne ruchy masowe na obszarze Gdyni udokumentowane na dawnych mapach i w źródłach archiwalnych

Anna Małka¹



Mass movements in the area of Gdynia documented on old maps and in archival materials. *Prz. Geol.*, 67: 308–317.

A b s t r a c t. The article deals with selected examples of old nautical maps (portolans), topographic maps, archival materials of the 19th century German language studies, which are valuable sources of information on the history of landslide processes. The city of Gdynia was founded in 1926, and its location despite very unfavourable formation of mass movements, was determined by economic and political reasons. As documented on nautical maps from 1596, landslides have been occurring in the coastal zone of today's Gdynia since at least the 16th century. Within the limits of the zone, the oldest structural damage has been observed. The *Urmesstischblätter* map from 1837 documented damage to the redoubt in Cypel Oksywski. These fortifications, which were erected during Napoleonic Wars between 1810 and 1812, were completely ruined in the first half of the 19th century. It was the first time when mass movement resulted in financial losses in Poland's coastal zones. Compared with the present, the 19th century saw an increase in mass movement activation in coastal zones. Between 1837 and 1909 the maximal changes in Cypel Oksywski were 2.2 m a year. The landslide in Cypel Oksywski is also the first stabilized landslide within the city limits of Gdynia. It also has the longest history of stabilizing efforts that go back to 1909. This article shows, based on the study of a landslide in Wielki Kack from 1930, that in the development of the city of Gdynia virtually from the beginning of its foundation in 1926, man-made dangerous gravitational processes have always been present.

Keywords: mass movements, cliffed coast, old nautical maps, *Urmesstischblätter*, Gdynia area, Poland

Osuwiska są naturalnymi procesami geologicznymi, z którymi człowiek ma styczność od zarania dziejów. Są znane już z czasów antycznych. Na przełomie 373–372 r. p.n.e. osuwisko całkowicie zniszczyło miasto Elis na północnym wybrzeżu Peloponezu (Seed, 1968). W niektórych przypadkach na tych samych obszarach ruchy masowe mają swoją kontynuację od czasów historycznych do dziś (Knapp i in., 2017). Najstarszy naukowy raport na temat ruchów masowych sporządzono dla dużego osuwiska Bindon, które uaktywniło się w 1839 r. na wschodnim wybrzeżu Devon w południowej Anglii. W tekście prawidłowo opisano mechanizm ruchu i wyjaśniono przyczyny jego powstania. Dodatkowo raport zawiera dokładne mapy i realistyczne, kolorowe rysunki osuwiska, zaprezentowanego z różnych stron (Conybeare i in., 1840). Obecnie w tym rejonie znajduje się jeden z największych aktywnych kompleksów osuwiskowych w Europie (Gallois, 2014).

W niniejszej pracy na wybranych przykładach omówiono zagadnienie powstawania i rozwoju osuwisk w czasach historycznych na obszarze leżącym w granicach obecnej Gdyni. Kwestia ta do tej pory nie była podejmowana w pracach naukowych, chociaż już wskazywano na użyteczność dawnych map i opracowań archiwalnych w analizie procesów osuwiskowych w strefie brzegowej (Subotowicz, 1982). Archiwalne pruskie mapy topograficzne w skali 1 : 25 000 (tzw. *Urmesstischblätter* oraz *Messtischblätter*) oraz pruskie mapy geologiczne były wielokrotnie wykorzystywane w celu odtworzenia wcześniejszego obrazu geologicznego, geomorfologicznego i hydrograficznego dla obszaru północnej Polski, w tym dla terenów silnie zagospodarowanych i przekształconych antropogenicznie (Małka i in., 2016). Przykładowo mapy wojskowe z przełomu XIX i XX w.

znalazły zastosowanie w ocenie zmian położenia linii brzegowej morza w ciągu ostatnich stu lat (Zawadzka-Kahlau, 1999).

W artykule wykorzystano literaturę polsko- i niemieckojęzyczną oraz archiwalne dokumentacje i materiały kartograficzne z okresu XVI–XX w. znajdujące się w zbiorach Biblioteki Gdańskiej PAN, w Archiwum Państwowym w Gdańsku oraz w Bibliotece Państwowej w Berlinie, a także bogate zasoby należące do domeny publicznej z repozytoriów i bibliotek cyfrowych zarówno polskich, jak i zagranicznych. Dawne mapy zostały wprowadzone do systemów informacji geograficznej (GIS). W badaniach posłużono się metodą regresji, kalibrację przeprowadzono z użyciem transformacji afinicznej 1. stopnia. Dawne mapy porównano ze współczesną linią brzegową (przebieg wyznaczono na podstawie ortofotomapy z 2013 r.) oraz górnymi krawędziami skarp osuwisk (wykartowanych w 2012 r. przez autorkę).

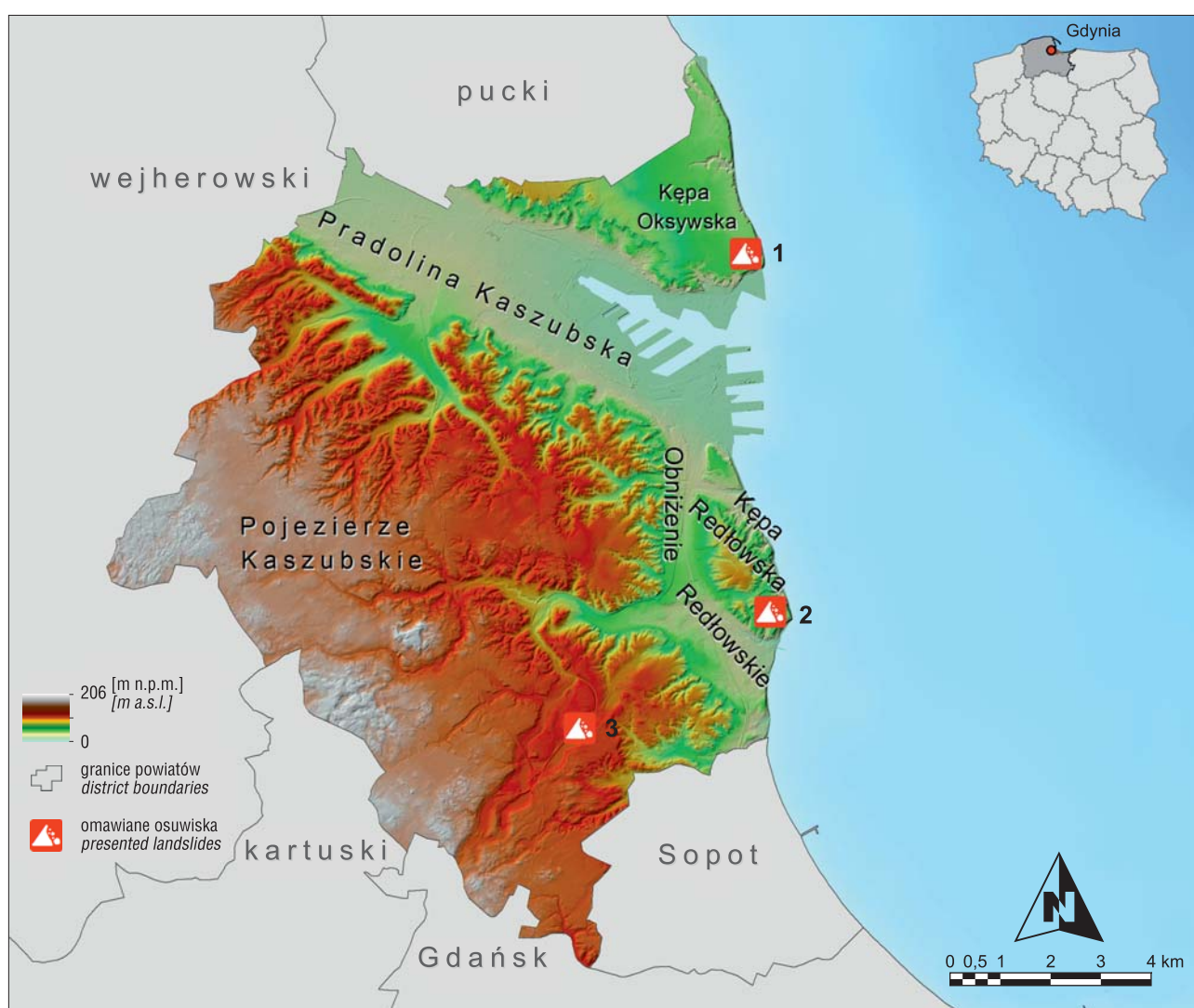
Praca jest uzupełnieniem i kontynuacją wcześniejszych badań autorki. Artykuł pt. *Naturalne i antropogeniczne przyczyny powstawania i reaktywacji ruchów masowych na obszarze miejskim Gdyni oraz związane z nimi zagrożenia* (Małka i in., 2017) stanowi studium indywidualnych przypadków ruchów masowych. W cytowanym artykule kompleksowo, przy uwzględnieniu wielu zmiennych opisano przyczyny powstania osuwisk na terenach młodogłębokich, zurbanizowanych i nadmorskich. Natomiast w tekście *Zmiany odcinków klifowych linii brzegowej w Gdyni w ciągu ostatnich dwustu lat i związane z nimi zagrożenia* (Małka, 2018b) przedstawiono badania retrospektywne zmian położenia linii brzegowej Gdyni na podstawie pomiarów kartometrycznych na mapach dawnych i współczesnych na przestrzeni 200 lat.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza, ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk; anna.malka@pgi.gov.pl

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Miasto Gdynia powstało w 1926 r., zaś wcześniej (w XIX i początkach XX w.) na obecnym obszarze miasta istniały nieliczne wioski (np. Oksywie, Gdynia). Współczesna Gdynia jest zlokalizowana na terenie charakteryzującym się urozmaiconą rzeźbą i dynamicznym rozwojem budownictwa związanym m.in. z przyrostem ludności. Razem z Gdańskiem i Sopotem tworzy zespół portowo-miejski tzw. Aglomerację Trójmiejską, czyli Trójmiasto. Gdynia jest położona po zachodniej stronie Zatoki Gdańskiej, leży pomiędzy $54^{\circ}25'22''\text{N}$ i $54^{\circ}35'4''\text{N}$ a $18^{\circ}21'30''\text{E}$ i $18^{\circ}34'7''\text{E}$, zajmuje obszar $135,14\text{ km}^2$. Pod względem fizyczno-geograficznym obszar badań znajduje się w obrębie wysoczyzny polodowcowej (morenowej) Pojezierza Kaszubskiego oraz zróżnicowanego pod względem krajobrazowym Pobrzeża Kaszubskiego² (Kondracki, 1998). Gdynia graniczy z Gdańskiem i Sopotem od południa, natomiast od

północy z powiatem puckim, od zachodu z powiatem wejherowskim i kartuskim (ryc. 1). Wschodnią naturalną granicę miasta stanowi brzeg morski o całkowitej długości 11,5 km wybrzeża (bez linii brzegowej portu morskiego), z czego aż 74% (8,5 km) stanowią brzegi klifowe. Takie położenie warunkuje regularny rozwój osuwisk. O lokalizacji miasta zadecydowały przyczyny natury ekonomicznej i politycznej, pomimo wielu niekorzystnych uwarunkowań fizyczno-geograficznych (Szukalski, 1974). Intensywna zabudowa miejska rozwijała się wokół części przemysłowej, którą stanowi port, oraz u podnóża wysoczyzny, na terenach zbudowanych przeważnie z utworów stożków napływowych ukształtowanych u wylotów licznych dolin. Obecnie obserwuje się silną tendencję do wchodzenia z zabudową miejską na obszar wysoczyzny. Jest to związane z potrzebą pozyskania nowych terenów budowlanych dla dynamicznie rozwijającego się miasta. W efekcie dochodzi do silnej transformacji rzeźby terenu oraz powstawania nowych



Ryc. 1. Położenie miasta Gdyni i omawianych osuwisk na tle podziału administracyjnego i głównych jednostek geomorfologicznych (omawiane osuwiska: 1 – Cypel Oksywski, 2 – Cypel Redłowski, 3 – Wielki Kack)

Fig. 1. The location of the city of Gdynia and the discussed landslides in the background of administrative divisions and main geomorphological units (presented landslides: 1 – Cypel Oksywski, 2 – Cypel Redłowski, 3 – Wielki Kack)

² W pierwszych badaniach geomorfologicznych Galon (1949) zaliczył obszar badań do rejonu kaszubskiego, obecnie nazwa Kaszuby funkcjonuje jedynie dla określenia regionu kulturowego autochtonicznych Pomorzan i obejmuje swoim zasięgiem również teren miasta.

obszarów zajętych przez liczne nasypy budowlane i wykopy. W wielu rejonach Gdyni rozwój budownictwa mieszkaniowego i infrastruktury technicznej na stromych stokach jest przyczyną obniżenia stateczności i utworzenia się osuwisk antropogenicznych. Powoduje to znaczący wzrost ryzyka osuwiskowego, związany zarówno ze wzrostem zagrożenia, jak i elementów ryzyka – czyli wzrostem wrażliwości (Aleotti, Chowdhury, 1999).

Ze względu na nadmorskie położenie teren ten był zagrożony ruchami masowymi jeszcze przed powstaniem miasta. Gdynia należy jednak do obszarów słabiej poznanych pod względem występowania osuwisk. Dodatkowo zwykle z osadami czwartorzędowymi są związane osuwiska o niewielkich rozmiarach³, których skutki są szybko usuwane. Dokładne odtworzenie miejsc ich występowania w przeszłości wymaga kwerendy w wielu archiwach państwowych i dużego nakładu czasu.

Badania ruchów masowych na tym terenie są prowadzone co najmniej od lat 60. XX w. Pierwszym opracowaniem kartograficznym dotyczącym problematyki ruchów masowych ziemi był rejestr osuwisk na obszarze całego kraju, w tym również w rejonie Gdyni, który w latach 1968–1970 opracował Instytut Geologiczny (Kühn, Miłoszewska, 1971). Prace mające na celu określenie zmian brzegu klifowego Kępy Oksywskiej, ze szczególnym uwzględnieniem odcinka położonego w okolicy przystani rybackiej w Oksywiu, były prowadzone przez Instytut Morski (Słomianko i in., 1968). Wykonano pomiary batymetryczne oraz niwelację plaży i klifu. Równocześnie zebrano dane o stanie brzegu w różnych porach roku i różnych warunkach hydrologiczno-meteorologicznych. Przeprowadzone wówczas badania pozwoliły na zaproponowanie odpowiednich metod stabilizacji brzegu klifowego w rejonie przystani rybackiej. Kompleksowe badania aktywności geodynamicznej brzegów klifowych Kępy Redłowskiej i Oksywskiej prowadził przez wiele lat Subotowicz (1967, 1971, 1972, 1976, 1982). Prace te są kontynuowane do dziś przez zespoły wielu badaczy (m.in. Zachowicz, Dobracki, 2003; Uścińowicz i in., 2018). Współczesne rozpoznanie procesów osuwiskowych w obrębie strefy brzegowej, w tym na obszarze Gdyni, jest dosyć szczegółowe i prowadzone z uwzględnieniem nowoczesnej technologii monitoringu powierzchniowego, mianowicie laserowego skaningu lotniczego i naziemnego (ang. *Terrestrial Laser Scanning*, TLS, ALS) oraz wierceń mechanicznych i geofizycznych metod tomografii elektrooporowej (Uścińowicz i in., 2018).

W istniejących dla Gdyni opracowaniach kartograficznych (*Mapie osuwisk i terenów zagrożonych w skali 1 : 10 000*) ruchy masowe były zaznaczane przede wszystkim na podstawie prac terenowych, obejmujących obserwacje geologiczne, geomorfologiczne i hydrograficzne⁴

(Jurys i in., 2012; Szarafin i in., 2015). Bardzo rzadko pod uwagę były brane dokumenty archiwalne, artykuły prasowe i źródła internetowe, w tym system skanowania mobilnego Google Stree View (MMS) oraz Google Earth, który dostarcza multitemporalnych, wysokorozdzielczych obrazów osuwisk. Skutkiem tego w wymienionych opracowaniach kartograficznych jedynie w pojedynczych przypadkach przeprowadzono wywiad środowiskowy i udało się ustalić datę powstania lub aktywizacji osuwiska⁵. Tego typu wieloźródłowe informacje są szeroko stosowane w analogicznych bazach danych osuwiskowych (m.in. Damm, Klose, 2014; Vakhshoori, Zare, 2018).

Do tej pory nie podjęto badań mających na celu pokazanie rozwoju ruchów masowych na tym obszarze we wcześniejszym okresie⁶. Niniejszy artykuł stanowi próbę uzupełnienia tej luki. Pokazanie ciągłości procesów osuwiskowych od czasów historycznych do dziś jest istotne z punktu widzenia predykcji ruchów masowych w przyszłości.

RUCHY MASOWE ZIEMI W OBRĘBIE STREFY BRZEGOWEJ W CZASACH HISTORYCZNYCH

Najstarsze informacje dotyczące zagrożeń związanych z ruchami masowymi na obszarze obecnej Gdyni pochodzą z końca XVI w. Aktywne ruchy masowe miały miejsce już co najmniej 400 lat temu, przede wszystkim na Cyplu Redłowskim oraz Cyplu Oksywskim. Świadczy o tym najstarsza ze średnioskalowych map zachodniej części Zatoki Gdańskiej – morska mapa nawigacyjna⁷ (portolan) z 1596 r. Portolan został sporządzony przez Waltera Clemensa w skali ok. 1 : 108 000 (Dąbrowski, Świątkowski, 1966). Holenderski inżynier i kartograf, Walter Clemens został zatrudniony w 1594 r. w Gdańsku na stanowisku inżyniera miejskiego (Szeliga, 2014). Biorąc pod uwagę stopień precyzji XVI-wiecznych opracowań kartograficznych, portolan Clemensa był bardzo dokładny. U podstawy wykonania tej mapy leżały cele praktyczne, wynikające z handlu zamorskiego, ponieważ w XVI i XVII w. Gdańsk przeżywał szczytowy okres rozwoju (Szeliga, 2014). Ówczesne mapy portolanowe były rysowane kolorowymi pigmentami na pergaminie i po zrolowaniu w zwoje pomagały pilotom żaglowca w nawigacji (Szaniawska, 2014). Wierne odtworzenie rzeczywistości miało więc istotne znaczenie praktyczne. Na wspomnianej mapie żeglarskiej Clemensa z dużą starannością zaznaczono kształt ówczesnej linii brzegowej, wzdłuż której sygnaturą, za pomocą kreskowania zaznaczono wymywane przez morze koluwium na Cyplu Oksywskim i na Cyplu Redłowskim (ryc. 2). W ten sposób po raz pierwszy przedstawiono procesy osuwiskowe na wybrzeżu w materiałach kartograficznych.

³ Również w Karpatach osuwiska, które rozwinęły się w utworach czwartorzędowych cechują się raczej niewielkimi rozmiarami, czego przykładem są osuwiska rozwinięte wzdłuż doliny Sanu (Wójcik, Zimnal, 1996).

⁴ Co wynika przede wszystkim z przyjętej metodyki opracowania mapy osuwisk (Grabowski i in., 2008) oraz krótkiego czasu przeznaczonego na wykonanie tematów realizowanych przez państwową służbę geologiczną w ramach Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej (SOPO).

⁵ Zwykle uzyskane pojedyncze daty dotyczą XXI w.

⁶ Właśnie przed drugą połową XX w.

⁷ Pierwsze szczegółowe mapy morskie w Europie zaczęły powstawać w II połowie XVI w. (Szeliga, 2014).

⁸ Od drugiej połowy XVI w. holenderska kartografia przeżywała duży rozkwit. Wzrost ten był związany z rozwojem handlu-ekonomicznym. Gdy w 1569 r. flamandzki kartograf Gerard Mercator opublikował w odwzorowaniu walcowym wiernokątnym mapę świata, powstał prototyp nowoczesnej mapy morskiej (Schilder, 2017). Obraz świata wg projekcji Merkatora używany jest do dzisiaj na prawie wszystkich mapach świata.



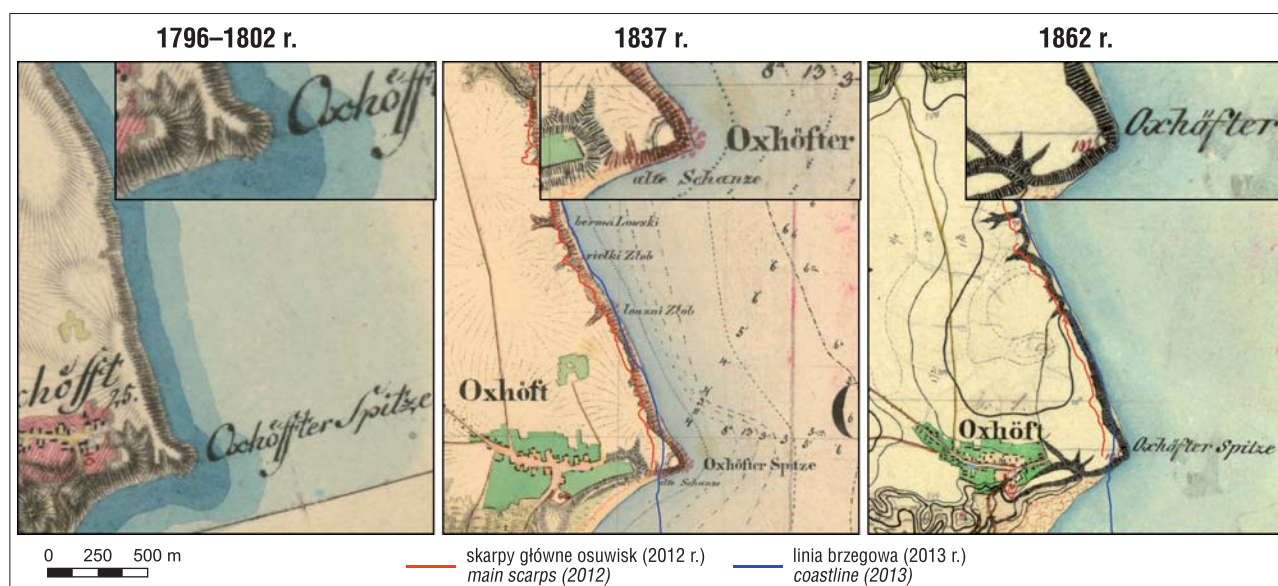
Ryc. 2. Najstarsza morska mapa nawigacyjna Zatoki Gdańskiej Clemensa z 1596 r., strzałkami zaznaczono ślady ruchów masowych w obrębie Cypla Oksywińskiego (górna strzałka) i Cypla Redłowskiego (dolna). Źródło: Wikipedia Commons, Archiwum Główne Akt Dawnych, zmienione

Fig. 2. The oldest nautical map of the Gulf of Gdańsk from 1596, with arrows marked with traces of mass movements within Oksywiński Cypl (upper arrow) and Redłowski Cypl (lower). Source: Wikipedia Commons, Central Archives of Historical Records, altered

W późniejszym czasie opracowano wojskowe mapy topograficzne, które dobitnie pokazują zmiany przebiegu linii brzegowej w obrębie odcinków klifowych, przede wszystkim Cypla Oksywińskiego (ryc. 1, 3). Pierwsza mapa topograficzna tego obszaru, tzw. mapa Schröttera-Engelhardta, która była oparta na triangulacji, została wykonana w latach 1796–1802 w skali 1 : 50 000 (Szeliga, 1969; ryc. 3). Inicjatorem tego przedsięwzięcia był pruski minister wojny Friedrich Leopold von Schrötter, pomiarami astronomicznymi i triangulacyjnymi kierował porucznik artylerii Johann Christoph von Textor, a nad całością prac kartograficznych czuwał radca wojenny Friedrich Bernhard Engelhardt (Grabowski, 2005). Sposób prezentacji rzeźby terenu na mapie Schröttera-Engelhardta jest oparty na metodzie kreskowo-perspektywicznej (Grabowski, 2005). Największe nachylenia stoków zaznaczono przede wszystkim w obrębie strefy brzegowej. Uwagę zwraca również daleko wysunięty w morze cypel, określany jako „Szpic Oksywiński” (niem. *Oxhöfter Spitze*). Toponim doskonale pasuje do formy z XIX w. – daleko wysuniętej w morze, otoczonej z trzech stron wodą. Uwidacznia również jej strategiczne położenie pod względem wojskowym.

W kilka lat po wykonaniu arkusza mapy topograficznej Schröttera-Engelhardta, a mianowicie w latach 1810–1812, w czasie wojen napoleońskich, na cyplu, w pewnym oddaleniu od krawędzi klifu wzniesiono redutę – dużą, ośmioboczną fortyfikację o charakterze zamkniętym (Berghaus, 1839). Została ona wybudowana przez wojska francuskie, które po zdobyciu Gdańska w 1807 r. przygotowywały się do kampanii rosyjskiej. W tym celu były prowadzone intensywne prace fortyfikacyjne Gdańska i całego pasa wybrzeża w jego pobliżu (Kitowski, Sołtysik, 2015). W czasie wojen napoleońskich obiekty fortyfikacyjne budowano w wielu miejscach obecnego wybrzeża gdańskiego i gdyńskiego. Najprawdopodobniej te, które zostały wybudowane w bliskiej odległości od krawędzi klifu, uległy zniszczeniu wskutek ruchów masowych. Przykładem może być Kamienna Góra, gdzie nie tylko wybudowano fortyfikacje (niem. *alte Schanze*), ale postawiono stanowisko artyleryjskie z dwoma działami (niem. *alte Batterie für zwei Geschützte*; Roeder, 1837). Budowle te nie zachowały się jednak do czasów współczesnych. Zostały one zniszczone na skutek degradacyjnej działalności osuwisk. Świadczą o tym obserwowane przez autorkę na tym obszarze ruchy masowe. Dodatkowo, na mapie topograficznej z 1837 r. zaznaczone sygnatury w postaci brązowych linii i różowych kropek wskazują na aktywne wówczas procesy osuwiskowe. Dobrze zachowane, analogiczne XIX-wieczne stanowiska artyleryjskie znajdują się w Gdańsku w pobliżu ujścia Martwej Wisły (na lewym brzegu Wisły) i należą do Zarządu Morskiego Portu Gdańsk (Gedanopedia, 2019).

Posadowieniu dużej reduty na Cyplu Oksywińskim sprzyjało wyjątkowo korzystne ze względów militarnych ukształtowanie terenu, który w tym miejscu z trzech stron stromo opadał ku plaży. Dzięki takiemu usytuowaniu ostrzał artyleryjski z reduty mógł być prowadzony w wielu różnych kierunkach. Niestety nie przewidziano wówczas degradacyjnego działania osuwisk. Według danych z rocznika geologicznego z 1839 r. na skutek ruchów masowych inicjowanych przez procesy abrazyjne u podnóża klifu już niecałe 30 lat po wybudowaniu fortyfikacja została w połowie zniszczona, a ówczesna gmina straciła ok. 7,6 ha łąd. Również na odcinku brzegu od Cypla Oksywińskiego do Mechelinek występowały aktywne ruchy masowe (Berghaus, 1839). Postawioną na początku XIX w. na Cyplu Oksywińskim redutę wizualizuje dawna pruska mapa topograficzna (tzw. *Urmessstischblätter*) z 1837 r. w skali 1 : 25 000, na której postawione fortyfikacje są widoczne już tylko w połowie (ryc. 3). Na tej wojskowej mapie przedstawiono zarys umocnienia na planie wielokąta, w pobliżu budowli zamieszczono również dodatkowy opis „dawne fortyfikacje” (niem. *alte Schanze*; Roeder, 1837). Koluwium aktywnych osuwisk wzdłuż strefy brzegowej Zatoki Gdańskiej zaznaczono sygnaturą za pomocą gęstych brązowych kresek oraz różowych, nieregularnych kropek, przy czym największe zagęszczenie kropek jest związane z samym cyplem (Roeder, 1837; ryc. 3). Sposób symbolizacji ruchów masowych za



Ryc. 3. Fragmenty map topograficznych Cypla Oksywińskiego z różnych przekrojów czasowych obrazujące jego niszczenie („spłaszczenie”) wskutek abrazji morskiej oraz ze współczesnym przebiegiem linii brzegowej i współczesnymi krawędziami skarp głównych. Wszystkie mapy pochodzą ze zbiorów Biblioteki Państwowej w Berlinie, zmienione

Fig. 3. Fragments of topographic maps of Oksywiński Cyfel from different periods of time depicting its destruction (“flattening”) due to marine abrasion and with the today’s shoreline and today’s main landslide scarps. All maps are from the State Library in Berlin, Germany; altered

pomocą brązowych kresek wskazuje na zsuwy⁹, a symbolizacja za pomocą kropek prawdopodobnie reprezentuje obrywy. Na kolejnym arkuszu mapy topograficznej wykonanej w tej samej skali z 1862 r. przedstawiono jedynie niewielki fragment reduty (ryc. 3), która została już niemal całkowicie zniszczona wskutek aktywnych ruchów masowych (Völkel, 1862).

Na mapach topograficznych w skali 1 : 25 000 Urmesstischblätter z 1837 r. oraz 1862 r. (podobnie jak na mapie topograficznej Schröttera-Engelhardta z lat 1796–1802) cyfel jest określany jako „Szpic Oksywiński” (Małka, 2018a, b; ryc. 3). Charakterystyczne dla Cypla Oksywińskiego nazewnictwo zachowało się do pierwszej połowy XX w., również w polskiej kartografii wojskowej. Przykładowo na mapie topograficznej w skali 1 : 25 000 z 1926 r. opracowanej przez Wojskowy Instytut Geograficzny (Mapa..., 1926) (WIG) widnieje określenie „Oksywiński Róg”, natomiast na mapie topograficznej w skali 1 : 25 000 z 1938 r. (Mapa..., 1938) również opracowanej przez WIG pojawia się toponim „Przyłodek Oksywiński”. Pisarz Stefan Żeromski w swojej powieści historycznej z 1922 r. *Wiatr od morza* poetycko określa Cyfel Oksywiński jako „wysuniętą w morze głowę Oksywką” i dalej pisze o „pustce półwyspu”. W późniejszym czasie, m.in. ze względu na intensywną abrazję morską i budowę portu w Gdyni przylodek stracił swój charakterystyczny mocno wysunięty i wypukły kształt, a toponim „Cyfel Oksywiński” całkowicie zniknął z map topograficznych (Małka, 2018a).

Zastosowanie technik GIS i metod regresji pozwala na oszacowanie strat w obrębie cypla w czasach historycznych. W okresie 1810–1837 linia brzegowa Cypla Oksyw-

skiego cofnęła się o ok. 75 ± 25 m, w najdalej wysuniętym punkcie. Maksymalne roczne straty łądu w tym czasie wyniosły ok. 2,8 m/rok. W latach 1837–1909 linia brzegowa cypla cofnęła się średnio o 92 m (czyli ok. 1,2 m/rok). W najbardziej wysuniętym punkcie ubytek łądu wyniósł 160 ± 25 m, czyli ok. 2,2 m/rok (ryc. 3; Małka, 2018b).

Zachowany do dziś fragment Cypla Oksywińskiego jest zbudowany przede wszystkim z glin zwałowych, przewartwionych piaskami, żwirami i pyłami stadiału górnego (Pikies, Zaleszkiewicz, 2013). Dodatkowo w północnej części cypla odsłaniają się silnie zaburzone glaciektonicznie warstwowane osady piaszczyste, żwirowe i piaszczysto-pylaste. Są to osady wodnolodowcowe stadiału środkowego zlodowacenia wisły. Taka budowa geologiczna, tzn. obecność zwięzłych glin zwałowych, mogła sprzyjać większej odporności tego fragmentu wybrzeża na abrazję morską, a w efekcie odpreparowanie i utworzenie wysuniętego przylądka. Występujące tu ruchy masowe miały przede wszystkim charakter obrywów i zsuwów rotacyjnych. Ślady po intensywnej erozji zachowały się w strefie dna do głębokości 10 m p.p.m. wzdłuż całego Cypla Oksywińskiego, w postaci skupisk żwirów i głazów (Słomianko i in., 1968). Pod koniec XIX w. (1887 r.) w północnej części cypla wybudowano latarnię morską. Intensywna abrazja morską, powodująca inicjację ruchów masowych niszczących brzeg klifowy i zagrażających budowli, została powstrzymana przez umocnienia brzegowe wybudowane przez władze pruskie. W 1905 r. powstała pierwsza budowla hydrotechniczna w postaci opaski kamienno-betonowej o długości 530 m oraz 13 podwójnych ostróg wypełnionych kamieniami na jej przedpolu (Subotowicz, 1982). Trzy lata później (1908 r.) doszło do silnej abrazji klifu

⁹ W okresie realizacji tego arkusza mapy topograficznej w celu przedstawienia rzeźby terenu stosowano skalę kreskową Müfflinga, która jest zmodyfikowana metodą Lehmana (Jankowska, 1993). Rzeźbę terenu na całym analizowanym arkuszu przedstawiono tą metodą za pomocą czarnych, cienkich kresek. Jedynym wyjątkiem są klify, które zaznaczono za pomocą grubych, gęstych, krótkich, brązowych kresek (ryc. 3). Taki sposób symbolizacji bezpośrednio wskazuje na aktywne ruchy masowe, analogiczne do współczesnych.

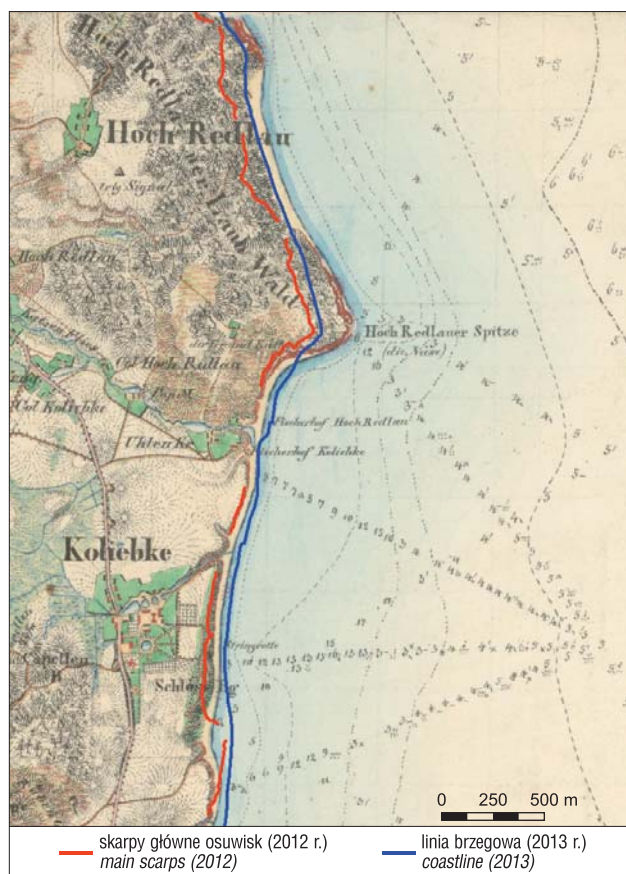
w pobliżu północnego końca umocnienia. Postępujące procesy abrazji spowodowały, że prace zabezpieczające były prowadzone sukcesywnie także w późniejszych latach. Przykładowo w 1953 r. przedłużono opaskę betonową ku północy, a w 1966 r. rozbudowano palisadę drewnianą. Każdorazowo po wybudowaniu nowego odcinka umocnienia obserwowano intensywne ruchy masowe w pobliżu jego północnego zakończenia (Słomianko i in., 1968).

Od 2015 r. ten fragment klifu jest w całości chroniony przed abrazją w efekcie przeprowadzonej odbudowy i rozbudowy umocnień brzegu morskiego na odcinku o długości 1700 m. W trakcie prac zabezpieczających wykonano żelbetową opaskę brzegową umocnioną od strony morza narzutem kamiennym. Dodatkowo zaplecze powyższego zabezpieczenia hydrotechnicznego pełni obecnie również funkcję bulwaru.

System zabezpieczający chroni brzeg klifowy przed abrazją, ale nie eliminuje innych czynników geosrodowiskowych warunkujących powstanie ruchów masowych. Wkrótce po otwarciu bulwaru, po nawalnych opadach deszczu o sumie dobowej przekraczającej 100 mm w lipcu 2016 r., doszło w pobliżu Osady Rybackiej do mokrego zsuwu ziemnego. Zostały wówczas zniszczone schody prowadzące na plażę, które były jedynym zejściem na bulwar (Małka, 2018a).

Na podstawie przedstawionych wyżej informacji można stwierdzić, że zniszczenie w pierwszej połowie XIX w. fortyfikacji na Cyplu Oksywskim jest najstarszym przykładem udokumentowanego degradacyjnego wpływu ruchów masowych w obrębie strefy brzegowej południowego Bałtyku. Należy przy tym podkreślić, że powszechnie znany przykład zniszczenia kościoła św. Mikołaja w Trzęsaczu miał początek niemal sto lat później, bo w marcu 1900 r. Kościół zamknięto jednak już w 1874 r. ze względu na zauważalne zagrożenie i ryzyko utraty życia lub zdrowia (Łabuz, 2017). Osuwisko na Cyplu Oksywskim jest również pierwszym zabezpieczonym osuwiskiem na obszarze Gdyni i ma najdłuższą, bo ponad stuletnią historię zabiegów stabilizacyjnych.

Obecnie formą najbardziej wysuniętą w morze na obszarze Gdyni jest Cypl Redłowski na Kępie Redłowskiej (ryc. 1). Również w czasach historycznych była to forma daleko wysunięta w morze. Aktywne ruchy masowe na Cyplu Redłowskim, podobnie jak na Cyplu Oksywskim, miały miejsce już co najmniej 400 lat temu, o czym świadczy pierwsza gdańska mapa morska Clemensa z 1596 r. (ryc. 2). W pierwszej połowie XIX w. na Cyplu Redłowskim obserwowano intensywne ruchy masowe związane z abrazją morską, których ślady pozostawały na plaży w postaci dużych głazów narzutowych (Berghaus, 1839). Na mapie topograficznej Urmesstischblätter z 1837 r. kolumium aktywnych osuwisk wzdłuż strefy brzegowej Zatoki Gdańskiej zaznaczono sygnaturą za pomocą różnych nieregularnych kropek, przy czym największe zagęszczenie kropek jest związane z Cyplem Redłowskim. Podobnie jak w przypadku sąsiedniego, opisanego powyżej arkusza Oksywie (Roeder, 1837), taki sposób symbolizacji ruchów masowych wskazuje na obrywy. Na mapie zaznaczono również zsuwy, oznaczając krawędzie skarp osuwisk grubą, nieregularną, pofalowaną, ciągłą brązową kreską¹⁰ (Falckenstein, 1837; ryc. 3). Cypl jest określane na mapie



Ryc. 4. Fragment wojskowej mapy topograficznej w skali 1 : 25 000, tzw. Urmesstischblätter z 1837 r. ze współczesnym przebiegiem linii brzegowej i współczesnymi krawędziami skarp głównych
Źródło: zbiory Biblioteki Państwowej w Berlinie, zmienione
Fig. 4. Military topographic map fragment on a scale of 1 : 25,000, so-called Urmesstischblätter from 1837 with the today's course of the shoreline and today's main landslide scarps. Source: coll. of the State Library in Berlin, Germany; altered

jako „Szpic Redłowski” (niem. *Hoch Redlauer Spitze*), poniżej umieszczono w nawiasie napis „nos” (niem. *die Nase*; Falckenstein, 1837; ryc. 4). Nazwa ta doskonale oddaje ówczesny kształt cypla, obecnie kształt ten jest bardziej wypłaszczony (ryc. 4). Natomiast na morskiej mapie nawigacyjnej z 1898 r. cypl jest określane jako „Szpic Redłowski” (niem. *Redlauer Spitze*).

Na południe od Cypla Redłowskiego, pomiędzy ujściem rzeki Kaczej i potoku Kolibkowskiego, powyżej krawędzi klifu po 1807 r. wybudowano dużą, ośmioboczną redutę ziemną, której celem była osłona miejsca lądowania wojsk (Kitowski, Sołtysik, 2015). Podobnie jak w przypadku reduty na Cyplu Oksywskim oraz fortyfikacji na Kamiennej Górze zabezpieczenia te zostały najprawdopodobniej zniszczone wskutek ruchów masowych. Świadczą o tym obserwowane na tym obszarze, w ramach terenowych prac badawczych autorki, ruchy masowe, które zachodzą na skutek abrazji morskiej. Reduta nie jest już widoczna na mapie z 1837 r. (Falckenstein, 1837), gdyż prawdopodobnie została zniszczona przed tą datą.

W okresie 1837–1910 odnotowano zmiany linii brzegowej na odcinku ciągnącym od Plaży Redłowskiej do Klifu Orłowskiego. Największe zmiany dotyczą północnego

¹⁰ Analogicznie wyglądają współczesne krawędzie skarp głównych osuwisk położonych w obrębie strefy brzegowej.

odcinka wybrzeża klifowego (ryc. 4), gdzie ubytki łądu wynoszą $27,2-77,8 \pm 25,0$ m (średnio $0,6$ m/rok) oraz Cypla Redłowskiego, gdzie zmiany wynoszą $27,08-132,01 \pm 25,0$ m (średnio $1,2$ m/rok). Maksymalny ubytek łądu cypla oszacowano na $132 \pm 25,0$ m, czyli ok. $1,8$ m/rok. W okresie 1910–2013 odnotowano zmiany linii brzegowej na analogicznym odcinku. Największe przemieszczenia dotyczą północnej części klifu, gdzie odnotowano ubytki $16,1-60 \pm 15,0$ m (średnio $0,25$ m/rok) oraz Cypla Redłowskiego, gdzie zmiany oszacowano na $17,28-56,49 \pm 15,0$ m (średnio $0,36$ m/rok). W najbardziej wysuniętym punkcie na cyplu łąd cofnął się o $56,49 \pm 15$ m (czyli ok. $0,55$ m/rok). Należy przy tym zaznaczyć, że lokalizacja miejsc maksymalnych ubytków łądu na Cyplu Redłowskim w latach 1837–1910 oraz 1910–2013 nie pokrywa się ze sobą (Małka, 2018b). Dodatkowo, porównując dawną mapę z 1837 r. ze współczesnym przebiegiem linii brzegowej (z 2013 r.) i górnymi krawędziami skarp głównych osuwisk (z 2012 r.) w południowej części Cypla Redłowskiego (ryc. 4), obserwuje się niewielkie zmiany krawędzi skarp i przyrosty łądu związane z refulacją (sztucznym zasilaniem brzegu) plaży w Orłowie.

W czasach historycznym bezpośrednio z osuwiskiem w obrębie Cypla Redłowskiego były związane znaczne straty materialne. Na początku XX w. Pawłowski (1922) pisał, że z klifu *zwisają obsunięte fragmenty jakiegś budowli*, najprawdopodobniej cegielni. Świadczy o tym obecność sygnatury cegielni na pruskiej mapie topograficznej w skali 1 : 100 000 z 1906 r.¹¹ (Karte des Deutschen Reiches, 1906).

W późniejszym okresie rejon cypla uznano za ważny z wojskowego punktu widzenia. W jego bliskim sąsiedztwie, w północnej części Kępy Redłowskiej w latach 1947–1948 umiejscowiono 11. Baterię Artylerii Stałej (11. BAS) w Gdyni-Redłowie, której pozostałości w postaci obiektów militarnych należą obecnie do dziedzictwa kulturowego. Bliskie położenie tych obiektów fortyfikacyjnych od krawędzi klifu spowodowało, że w efekcie abrazji i osuwisk już w latach 80. XX w. jeden z betonowych bunkrów osunął się na plażę. W 2012 r. w sposób kontrolowany zrzucono do morza historyczny schron stanowiska ogniowego, który znajdował się niebezpiecznie blisko skarpy głównej osuwiska.

Najbardziej wysunięty fragment Cypla Redłowski jest zbudowany z gliny stadiału środkowego zlodowacenia wisły lub zlodowaceń środkowopolskich (Woźniak, Czubla, 2014). Taka budowa geologiczna sprzyjała znacznej odporności tego fragmentu brzegu na abrazję morską, a występujące tu ruchy masowe miały charakter obrywów i obwałów. Pierwsze plany umocnienia brzegu morskiego dla obszaru obejmującego Cypel Redłowski wykonano już w pierwszej połowie XX w. (Eynmann, 1941). Obecnie ze względu na występowanie osuwiska w Rezerwacie Kępa Redłowska nie planuje się przeprowadzenia prac zabezpieczających ingerujących w walory przyrodnicze tego obszaru. Natomiast część osuwiska na południe od Cypla Orłowskiego ($81,00-81,45$ km linii brzegowej) została zabezpieczona ze względu na zagrożenie, jakie stanowi ono dla przystani rybackiej i ulicy Orłowskiej. W 2006 r. w strefie płytkiego pobrzeża posadowiono trzy progi podwodne i dwie ostrogi oraz wykonano sztuczne zasilanie plaży piaskiem w Orłowie



Ryc. 5. Najstarsze osuwisko antropogeniczne na obszarze Gdyni zlokalizowane w obrębie nasypu kolejowego w Wielkim Kacku; zdjęcie z 1930 r. (Gawek i in., 1996)

Fig. 5. The oldest anthropogenic landslide in the area of Gdynia located within the railway embankment in Wielki Kack; photo from 1930 (Gawek et al., 1996)

(Kubowicz-Grajewska, 2016). Refulacja w Orłowie była wykonywana wielokrotnie w sytuacjach, gdy dochodziło do znacznego rozmycia brzegu.

RUCHY MASOWE ZIEMI W GŁĘBI ŁĄDU NA POCZĄTKU XX W.

W przypadku obszarów położonych w Gdyni w głębi łądu brakuje informacji na temat występowania ruchów masowych zarówno w dawnych źródłach archiwalnych, jak i kartograficznych. Brak danych można tłumaczyć tym, że osuwiska położone poza strefą brzegową na wysoczyźnie morenowej były małe i nie stanowiły większego zagrożenia. Dodatkowo do końca XIX w. były to obszary w niewielkim stopniu zasiedlone przez człowieka.

Wraz z powstaniem miasta i przejmowaniem do zagospodarowania terenów cechujących się zróżnicowaną rzeźbą nawet małe ruchy masowe stały się poważnym zagrożeniem dla infrastruktury. W efekcie współczesne procesy geodynamiczne skutkują nie tylko przemodelowaniem rzeźby terenu, ale przede wszystkim zniszczeniem dóbr materialnych znajdujących się w zasięgu ich oddziaływania. Gdynia zmagą się z tym problemem właściwie od początków swojego istnienia. Najstarsze znane osuwisko położone w głębi łądu powstało już cztery lata po powstaniu miasta, a mianowicie 17 maja 1930 r. w obrębie nasypu kolejowego magistrali Śląsk–Porty w Wielkim Kacku (ryc. 1, 5). Informacji na ten temat zachowało się niestety bardzo mało, a jedynym wiarygodnym źródłem danych są w tym przypadku materiały archiwalne Polskich Kolei Państwowych (Gawek i in., 1996). Osuwisko w Wielkim Kacku uaktywniło się w zachodniej części brzegu dawnego, obecnie już nieistniejącego jeziora Wielkokackiego (niem. *Groß Katzer See*). Według dawnych źródeł niemieckojęzycznych jezioro na tym terenie istniało do 1872 r. (Bail, 1905). Osuwisko w momencie powstania miało długość ok. 18 m i szerokość 35 m. Powstało ono w utworach nasypu kolejowego o miąższości ok. 5–6 m, podścielonych osadami holoceniowymi: torfami i namułami torfiastymi. Do osunięcia nasypu doszło w wyniku luźnego zagęszczenia gruntów nasypowych i ich nadmiernego zawilgocenia. Główną przyczyną utraty stateczności był utrzymujący się

¹¹ Mapa pochodzi ze zbiorów PAN Biblioteki Gdańskiej.

wysoki poziom wód gruntowych na tym terenie i nasycenia wodą dolnej części nasypu (Małka, 2018a).

O aktywizacji ruchów masowych o założeniach antropogenicznych w Gdyni w pierwszej połowie XX w. świadczą pośrednio dawne konstrukcje oporowe (murki) zabezpieczające wille na Kamiennej Górze. Z wywiadu środowiskowego przeprowadzonego wśród mieszkańców wynika, że procesy grawitacyjne miały tutaj miejsce w latach 60. i 90. ubiegłego wieku. Natomiast z lat 80. ub.w. pochodzą informacje dotyczące osuwisk antropogenicznych w rejonach sąsiadujących z Gdynią. Wówczas doszło bowiem do zasypania bloku mieszkalnego wskutek gwałtownego ruchu masowego w południowej części Gdańska w dzielnicy Biskupa Górka (Chrzanowski, 1981). O istniejących ruchach masowych na początku ub.w. w głębi ładu świadczą również najstarsze opracowanie dotyczące osuwisk w Trójmieście, a mianowicie praca magisterska Leszmana (1960) wykonana w Katedrze Geografii Regionalnej przy Wyższej Szkole Pedagogicznej w Gdańsku. Opracowanie to ma jednak niestety (pomimo prowadzonych badań terenowych) przede wszystkim charakter opisowy. Autor wyróżnia i opisuje takie procesy zboczowe jak: splezywanie, spływanie, osuwanie i obrywanie¹². W pracy nie ma danych liczbowych, autor nie podaje też dat powstania i aktywizacji poszczególnych osuwisk, dlatego w niewielkim stopniu może być ona wykorzystana do analiz historycznych oraz współczesnych badań porównawczych, które pozwoliłyby uchwycić dynamikę ruchów masowych. Dodatkowo bardzo niewyraźny szkic sytuacyjny¹³ praktycznie uniemożliwia lokalizację osuwisk. Jedyne wyjątkiem są zaznaczone na mapie osuwiska położone na stokach w pobliżu linii kolejowej w obrębie osuwiska w Dolinie Kaczego Potoku. O wciąż zachodzących na tym terenie procesach masowych

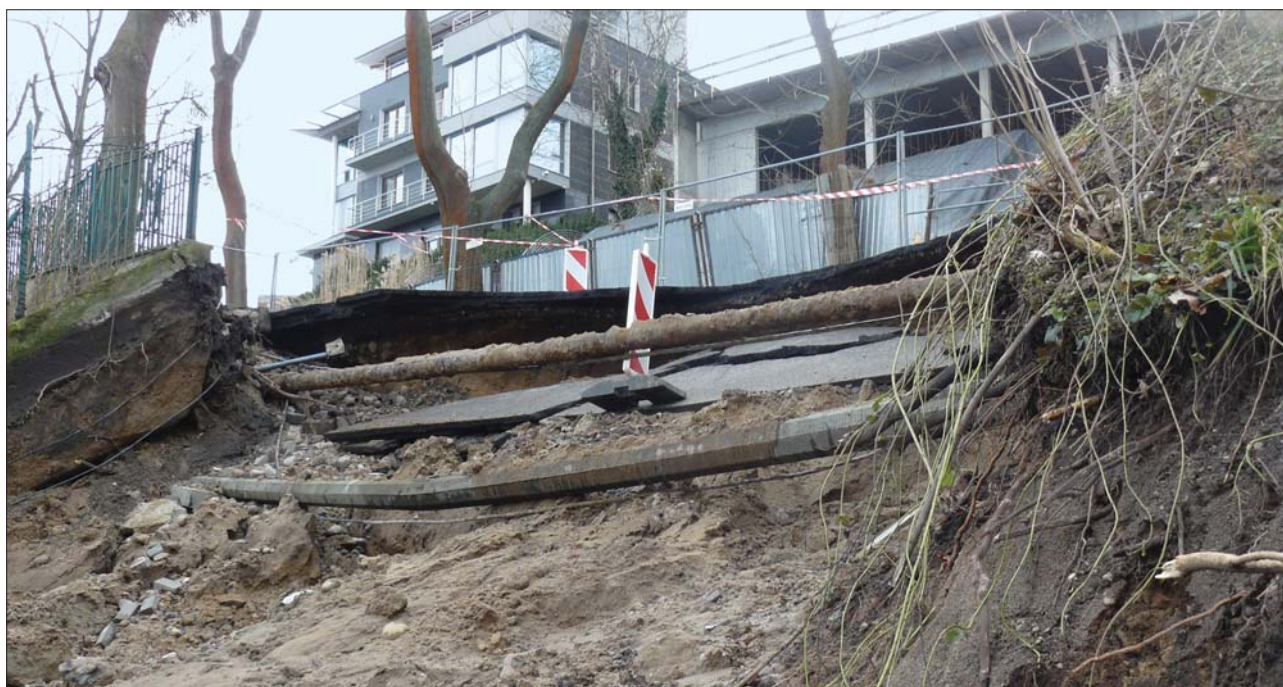
świadczą wyraźne ślady splezywania i „haki zboczowe” drzew na stokach, obserwowane w trakcie prowadzonych przez autorkę w 2015 r. badań terenowych.

PODSUMOWANIE

W artykule na wybranych przykładach pokazano, że dawne mapy morskie (portolany), mapy topograficzne, materiały archiwalne oraz zapomniane i nieużywane XIX-wieczne niemieckojęzyczne opracowania stanowią cenne źródła informacji na temat historii procesów osuwiskowych. Tego typu dane nie były do tej pory wcale lub w ograniczonym zakresie stosowane je w analizach powierzchniowych ruchów masowych.

Miasto Gdynia powstało w 1926 r., a o jego lokalizacji, pomimo bardzo niekorzystnego położenia z punktu widzenia powstawania ruchów masowych, zdecydowały przyczyny natury ekonomicznej i politycznej. W strefie brzegowej obecnej Gdyni procesy geodynamiczne występowały w obrębie cypli co najmniej od XVI w., o czym świadczy portolan Clemensa z 1596 r. Mapa ta dokumentuje po raz pierwszy grawitacyjne ruchy mas ziemnych na wybrzeżu Morza Bałtyckiego.

Również najwcześniej na gdyńskim wybrzeżu udokumentowano straty materialne spowodowane przez ruchy masowe występujące na terenach nadmorskich obszaru Polski. Na podstawie archiwaliów (m.in. mapy *Urmess-tischblätter* z 1837 r.) przedstawiono zniszczenia dużej, dawnej, nieistniejącej obecnie reduity na Cyplu Oksywskim. Fortyfikacje te zostały postawione przez wojska francuskie w czasie wojen napoleońskich w latach 1810–1812 i uległy całkowitemu zniszczeniu w pierwszej połowie XIX w. Osuwisko na Cyplu Oksywskim jest dodatkowo pierwszym zabezpieczonym osuwiskiem na obszarze Gdyni i ma



Ryc. 6. Osuwisko na Kamiennej Górze. Fot. A. Małka, 24.02.2017 r.

Fig. 6. Landslide in Kamienna Gora. Photo by A. Małka, 24.02.2017

¹² Według dawnej nomenklatury: splezywanie, spływanie, obrywanie, osiadanie i odpadanie.

¹³ Jest to związane z obowiązującą wówczas i wprowadzoną przez ZSRR cenzurą dotyczącą podkładów topograficznych.

najdłuższą, bo ponad stuletnią historię zabiegów stabilizacyjnych, które są prowadzone od 1909 r. do dziś. Zabiegi te polegają przede wszystkim na stopniowym zabezpieczeniu podstawy klifu opaską brzegową poprzez wydłużanie tej budowli hydrotechnicznej, ze względu na uaktywnianie ruchów masowych na północnym końcu umocnień.

Największe zmiany linii brzegowej odcinków klifowych w Gdyni są związane z wysuniętymi w morze cyplami. Tempo abrazji na poszczególnych odcinkach klifu było niejednolite i zmienne w czasie. W okresie 1810–1837 maksymalne roczne straty łądu w obrębie Cypla Oksywskiego wyniosły 1,8–3,7 m/rok. Natomiast w latach 1837–1909 w najbardziej wysuniętym punkcie tego cypla ubytek łądu wyniósł 160 m \pm 25 m, czyli ok. 2,2 m/rok. W przypadku Cypla Redłowskiego w okresie 1837–1910 największe zmiany wynoszą 132 \pm 25 m, czyli ok. 1,8 m/rok. W późniejszym okresie, w latach 1910–2013 w najbardziej wysuniętym punkcie cyplu cofnął się o 56,9 \pm 15 m, czyli ok. 0,55 m/rok. Według Zawadzkiej-Kahlau (1999) średnia prędkość przemieszczania linii brzegowej na Cyplu Redłowskim w latach 1875–1979 wynosi 0,5 m/rok.

W drugiej połowie XX w. obserwacje mające na celu określenie tempa cofania Cypla Redłowskiego były prowadzone przede wszystkim przez Subotowicza (1982), który obliczył średnie tempo erozji cypla na 1 m/rok. Najnowsze badania prowadzone w latach 2010–2015 w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) z użyciem naziemnego skaningu laserowego wskazują na nierównomierne tempo erozji cypla, wynoszące miejscami blisko 5 m w skali pięciu lat (Frydel, 2016).

Przeanalizowane za pomocą nowoczesnych narzędzi informatycznych HGIS zmiany linii brzegowej najbardziej wysuniętych w morze punktów w Gdyni wskazują na wyraźne zmiany siły abrazji brzegu, która zachodziła z różną intensywnością. Należy zwrócić uwagę, że w XIX w. Cypl Oksywski charakteryzował się zdecydowanie większą abrazją morską i większą intensywnością ruchów osuwiskowych niż obserwowane zarówno na ówczesnym, jak i współczesnym Cyplu Redłowskim. W XIX w. procesy litodynamiczne na brzegach klifowych były większe niż w wieku XX. Badania cykli rozwoju wybrzeża i zmian poziomu morza (Jurys, Uścińowicz 2014) prowadzone w rejonach sąsiadujących z Gdynią wskazują na wyraźne zmiany tempa wzrostu oraz okresowe zmiany częstotliwości i siły sztormów – okresy stabilizacji i okresy przyspieszonego wzrostu poziomu wód.

Wyniki analiz retrogresywnych przedstawione w niniejszym artykule mogą wskazywać na przyspieszone tempo wzrostu poziomu morza w XIX w. Duże zmiany linii brzegowej Gdyni w XIX w. można również powiązać z intensyfikacją ruchów masowych związaną z ekstremalnymi warunkami klimatycznymi, które zaznaczyły się w końcowym etapie małej epoki lodowej.

Warto w tym miejscu podkreślić, że większe niż obserwowane współcześnie ożywienie procesów grawitacyjnych w XIX w. obserwowano również w Karpatach, co potwierdzają wyniki datowań lichenometrycznych. Duża intensywność procesów grawitacyjnych w XIX w. jest związana z ulewnymi lub rozlewnymi opadami (Bajgier-Kowalska, 2002–2003).

W niniejszym artykule na podstawie studium osuwiska w Wielkim Kacku z 1930 r., wykazano również, że w rozwój miasta Gdyni praktycznie od początku jego powstania

w 1926 r. są wpisane inicjowane przez człowieka niebezpieczne procesy grawitacyjne.

Aktualne przykłady procesów geodynamicznych z początków XXI w. w Gdyni (Małka i in., 2017; ryc. 6) pokazują dobitnie, że wraz ze wzrostem częstotliwości ekstremalnych zdarzeń hydrometeorologicznych wzrasta częstotliwość występowania ruchów masowych oraz związanego z tymi procesami zagrożenia infrastruktury i zabudowy miejskiej. Konieczność archiwizowania i dokładnego opisywania tych zjawisk „na bieżąco” jest niezbędna w celu oceny ilościowej ryzyka osuwiskowego.

Niestety, w przypadku miasta Gdyni (podobnie jak i na większości innych obszarów Polski) nigdy nie prowadzono ciągłej ewidencji osuwisk w dłuższych przedziałach czasowych. Większość strat materialnych spowodowanych ruchami masowymi i związanych z nimi skutków nie była w Gdyni ewidencjonowana i wyceniana, gdyż naprawy zwykle wykonywano sposobem „gospodarczym” przez osoby prywatne. Nie gromadzono również danych w przypadku napraw dokonywanych przez instytucje państwowe. Dlatego odtworzenia przebiegu procesów masowych i ich skutków za pomocą przypadkowo zachowanych informacji jest bardzo trudne, wymaga długiej kwerendy i jest z reguły niekompletne. Kończąc rozważania podjęte w tym artykule, warto podkreślić, że bez informacji na temat strat finansowych nie jest możliwe wiarygodne ilościowe prognozowanie skutków ruchów masowych. Niestety, nadal nie wszystkie osuwiska, nawet te powodujące istotne straty materialne, są zgłaszane i w efekcie nie są ewidencjonowane przez państwową służbę geologiczną.

Serdecznie dziękuję recenzentom, dr. hab. inż. Markowi Kulczykowskiemu oraz dr. hab. Stanisławowi Wołkowiczowi, za wnikliwe uwagi do pierwotnej wersji artykułu oraz konstruktywną krytykę. Szczególne wyrazy wdzięczności kieruję także do dr. hab. Jana Szeliği oraz dr inż. Marii Jankowskiej za cenne wskazówki merytoryczne.

LITERATURA

- ALEOTTI P., CHOWDHURY R. 1999 – Landslide hazard assessment: summary, review and new perspectives. *Bull. Eng. Geol. Env.*, 58: 21–44.
- BAIL 1905 – Rückgang der Danziger Flora. [W:] *Bericht des Westpreussischen botanisch-zoologischen Vereins*, 26/27: 36–44. Danzig.
- BAJGIER-KOWALSKA M. 2002–2003 – Etapy rozwoju osuwisk w okresie historycznym w Beskidzie Żywieckim w oparciu o datowania lichenometryczne. *Folia Geograph., Geograph.-Phys.*, 33–34 (33–34): 5–26.
- BERGHAUS H. 1839 – Historische Veränderungen Ostsee-Küste. In: *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde*. Hrsg. K.C. Leonhard und H.G. Bronn. Stuttgart.
- CLEMENS W. 1596 – Primo et Neccesario sapere bene Usare Il Remo Chi porre la mare Il governare La Nave. Mapa żeglarska Zatoki Gdańskiej w skali ok. 1 : 107 000. Arch. Państw. w Gdańsku. Kolekcja gdańskich planów i map, sygn. 300, MP/509.
- CHRZANOWSKI M. 1981 – Obsunięcie się skarpy w Gdańsku. *Kronika RP, WFDiF*. <http://www.kronikarp.pl/> (dostęp 31.10.2016).
- CONYBEARE W.D., DAWSON W., BUCKLAND M., BUCKLAND W. 1840 – Ten Plates, comprising a plan, sections, and views, representing the changes produced on the Coast of East Devon, between Axmouth and Lyme Regis, by the Subsidence of the Land and Elevation of the bottom of the Sea, on the 26th December, 1839, and 3rd February, 1840. Oblong, London.
- DAMM B., KLOSE M. 2014 – Landslide database for the Federal Republic of Germany: a tool for analysis of mass movement processes and impacts. [W:] Sassa K., Canuti P., Yin Y. (red.), *Landslide science for a safer geoenvironment*. Vol. 2: *Methods of Landslide Studies*. Springer, Berlin: 787–792.
- DĄBROWSKI P., ŚWIĄTKOWSKI W. 1966 – Kartometryczna ocena mapy morskiej Zatoki Gdańskiej Waltera Clemensa. *Prz. Geod.*, 6: 389–390.

- EYNMANN G. 1941 – Uferbefestigung in Adlerhorst. Maßstab 1 : 10 000. Arch. Państw. w Gdańsku. Kolekcja gdańskich planów i map, sygn. 38–438.
- FALCKENSTEIN 1837 – Topografische Karte im Maßstab 1 : 25 000 Urmesstischblätter, Blatt 330 – Zoppot, Königlich Preussische Generalstab, Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, Berlin 1837.
- FRYDEL J. 2016 – Monitoring of coastal erosion of the Orłowo Cliff (Gulf of Gdańsk, Southern Baltic Sea). The 13th Colloquium on Baltic Sea Marine Geology, Gdańsk.
- GALON R. 1949 – Oblicze fizjograficzne regionu kaszubskiego. Jantar, 7 (3/4): 163–174.
- GALLOIS R. W. 2014 – Landslide mechanisms in the Axmouth to Lyme Regis Undercliffs National Nature Reserve, Devon, UK. Geoscience in South-West England, 13: 345–359.
- GEDANOPEDIA 2019 – Encyklopedia Gdańska, Śliwiński B. (red.). Muzeum Gdańska. Fundacja Gdańska. <https://www.gedanopedia.pl/gdansk/?title=FORTYFIKACJE>
- GAWEK R., KALINOWSKI F., M., KOLA R., KREMPLEWSKI J., WILIMBERG S. 1996 – 75 Lat Północnego Okręgu Kolei Państwowych. Północna Dyrekcja Kolei Państwowych, Gdańsk.
- GRABOWSKI P. 2005 – Szczegółowa topografia Prus Wschodnich i Zachodniach na mapie Fryderyka Leopolda Schröttera (1796–1802). Komunikaty Mazursko-Warmińskie, 4: 555–559.
- GRABOWSKI D., MARCINIEN P., MROZEK T., NESCIERUK P., RĄCZKOWSKI W., WÓJCİK A., ZIMNAL Z. 2008 – Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JANKOWSKA M. 1993 – Okoliczności powstania i sposób opracowania pruskiej mapy topograficznej z I połowy XIX wieku w skali 1 : 25 000. Roczn. Akad. Rolniczej w Poznaniu, 240: 37–53.
- JURYS L., MAŁKA A., PAĆZEK U., SZARAFIN T. 2012 – Rejestr osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi dla terenu miasta Gdyni. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- JURYS L., UŚCINOWICZ SZ. 2014 – Naturalne i antropogeniczne czynniki kształtujące procesy geologiczne w pasie polskiego brzegu klifowego. [W:] Ewolucja środowisk sedymentacyjnych rejonu Półwyspa Kaszubskiego: 27–37. Gdynia.
- KARTE DES DEUTSCHEN REICHES im Maßstab 1 : 100 000, 1906 – Blatt Zoppot, Königlich Preussische Landesaufnahme, Berlin 1906. PAN Biblioteka Gdańska.
- KITOWSKI S., SOŁTYSIK M.J. 2015 – Orłowo. Perła Gdyni. Dzieje, krajobraz, architektura. Wydawnictwo „Alter Ego” Gdynia.
- KNAPP S., GILLI A., ANSELMETTI F., KRATBLATTER M., HADJAS I. 2018 – Multistage Rock-Slope Failures Revealed in Lake Sediments in a Seismically Active Alpine Region (Lake Oeschinen, Switzerland). J. Geoph. Res. Earth Surface, 123: 658–677.
- KONDRACKI J. 1998 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KUBOWICZ GRAJEWSKA A. 2016 – Experimental investigation into wave interaction with a rubble-mound submerged breaker (case study). J. Mar. Sci. Technol., doi 10.1007/s00773-016-0412-z
- KÜHN A., MIŁOSZEWSKA W. 1971 – Katalog osuwisk województwa gdańskie. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- LESZMAN E. 1960 – Zjawiska zboczowe na krawędzi Pojezierza Kaszubskiego na odcinku Pruszcz Gdański – Chylonia. Archiwum UG, Gdańsk (praca magisterska).
- ŁABUZ T. 2017 – Morfodynamika i tempo erozji klifu w Trzęsaczu (1997–2017). [W:] Landform Analysis, 34: 29–50.
- MAŁKA A., JEGLIŃSKI W., RELISKO-RYBAK J. 2016 – Prussian geological maps of Northern Poland in the archives of Polish Geological Institute and their current application in geology. Pol. Cartograph. Rev., 48: 185–196.
- MAŁKA A., FRYDEL J., JURYS L. 2017 – Naturalne i antropogeniczne przyczyny powstawania i reaktywacji ruchów masowych na obszarze miejskim Gdyni oraz związane z nimi zagrożenia. Biul. Państw. Inst. Geol., 470: 63–80.
- MAŁKA A. 2018a – Podatność i ryzyko osuwiskowe w obszarach rzeźby młodoglacjalnej, przeobrażonej antropogenicznie, na terenie Gdyni. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa (praca doktorska).
- MAŁKA A. 2018b – Zmiany odcinków klifowych linii brzegowej w Gdyni w ciągu ostatnich dwustu lat i związane z nimi zagrożenia. Z Dziejów Kartografii. Dawna kartografia historyczna i wojskowa, tom XXII. IHN PAN. Warszawa: 111–129.
- MAPA TOPOGRAFICZNA w skali 1 : 25 000, 1926 – arkusz Gdynia. Wojskowy Instytut Geograficzny, WIG, Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego 1919–1939; <http://polski.mapywig.org>
- MAPA TOPOGRAFICZNA w skali 1 : 25 000, 1938 – arkusz Gdynia, Wojskowy Instytut Geograficzny, WIG, Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego 1919–1939; <http://polski.mapywig.org>
- PAWŁOWSKI S. 1922 – Charakterystyka morfologiczna wybrzeża polskiego. Księg. Gebethnera i Wolfa, Poznań.
- PIKIES R., ZALESZKIEWICZ L. 2013 – Szczegółowa mapa geologiczna na Polski w skali 1 : 50 000, ark. Gdynia (16) – reambulacja. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- ROEDER 1837 – Topografische Karte im Maßstab 1 : 25 000 Urmesstischblätter, Blatt 275 – Oxhöft, Königlich Preussische Landesaufnahme, Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, Berlin 1837.
- SCHRÖTTER-ENGELHARDT 1796–1802 Topografische Karte im Maßstab 1 : 50 000, Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, Berlin: 1796–1802.
- SEED H.B. 1968 – Landslides during earthquakes due to soil liquefaction. J. Soil. Mech. Foundation Div. Proc. Am. Soc. Civ. Eng., 94: 1055–1123.
- SŁOMIANO P., JEDNORAŁ T., SEMRAU I., PIEŚCIK G., KOWALSKI T., NOWAKOWSKI, GRUSZCZYŃSKI B., NIESPODZIŃSKA L., MICHAŁOWSKI A., CIEŚLAK A. 1968 – Ochrona brzegów Klifu Oksywińskiego. Maszynopis. Prace Instytutu Morskiego.
- SUBOTOWICZ W. 1967 – Metoda badań dynamiki wysokiego brzegu morskiego w Orłowie. Komunikaty KBM Sekcji Geologiczno-Geograficznej.
- SUBOTOWICZ W. 1971 – Dynamika strefy brzegowej w rejonie Klifu Orłowskiego. Arch. Hydrotech., 18 (3): 405–435.
- SUBOTOWICZ W. 1972 – Geodynamika klifu orłowskiego [W:] Przewodnik XLIV Zjazdu PTG w Cetniewie, Warszawa.
- SUBOTOWICZ W. 1976 – Makro- i mikrofazy rozwoju brzegów klifowych wybrzeża polskiego. Prz. Geol., 24 (1): 10–14.
- SUBOTOWICZ W. 1982 – Litodynamika brzegów klifowych wybrzeża Polski. Gdańskie Towarzystwo Naukowe WNoZ, Ossolineum, Wrocław.
- SZANIAWSKA L. 2014 – Południowy Bałtyk i ziemie polskie na portalach wykonanych w krajach śródziemnomorskich od początku XIV do końca XVI wieku. [W:] Skrycki R. (red.), Kartografia morska i krain nadmorskich, IHiSM US, ZHKIHN PAN, Szczecin: 9–44.
- SZARAFIN T., MAŁKA A., JURYS L., FRYDEL J. 2015 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi dla terenu miasta Gdyni w skali 1 : 10 000. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Gdańsk; <http://osuwiska.pgi.gov.pl/>
- SZELIGA J. 1969 – Pierwsza szczegółowa mapa północno-wschodniej Polski oparta na triangulacji (1810 r.). Zeszyty Geogr. WSP w Gdańsku, 11: 79–101.
- SZELIGA J. 2014 – Wielkoskalowe mapy morskie rejonu ujścia Wisły i redy portu gdańskiego z XVI-XVIII wieku. [W:] Skrycki R. (red.), Kartografia morska i krain nadmorskich. IHiSM US, ZHKIHN PAN, Szczecin: 91–116.
- SCHILD G. 2017 – Early Dutch Maritime Cartography: The North Holland School of Cartography (c. 1580–c. 1620). Brill. Leiden, Netherlands.
- SZUKALSKI J. 1974 – Środowisko geograficzne Trójmiasta (Gdańsk-Gdynia-Sopot). UG. Skrypty uczelniane.
- UŚCINOWICZ G., LIDZBARSKI M., PAĆZEK U., DĄBROWSKI M., JASIŃSKI Ł., SZARAFIN T., JURYS L., PACUŁA J., TARNOWSKA E., WARMUZER R., KOWALEWSKI T., FRYDEL J. 2018 – Dokumentacja geologiczna „Kartografia 4D w strefie brzegowej południowego Bałtyku – etap I”. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- VAKHSHOORI V., ZARE M. 2018 – Is the ROC curve reliable tool to compare the validity of landslide susceptibility maps? Geomatics, Natural Hazard and Risk, 9 (1): 249–266.
- VÖLKEL 1862 – Topografische Karte im Maßstab 1 : 25 000 Urmesstischblätter, Blatt 275 – Oxhöft, Königlich Preussische Landesaufnahme, Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, Berlin 1862.
- WOŹNIAK P.P., CZUBLA P. 2014 – Nowe spojrzenie na gliny lodowcowe w Gdyni Orłowie. [W:] Sokołowski R.J. (red.), Ewolucja środowisk sedymentacyjnych regionu Półwyspa Kaszubskiego. Wyd. Oceanografii i Geografii UG, Gdańsk: 115–122.
- WÓJCİK A., ZIMNAL Z. 1996 – Osuwiska wzdłuż doliny Sanu między Bachórzem a Rzepczem (Karpaty, Pogórze Karpackie). Biul. Państw. Inst. Geol., 374: 71–92.
- ZACHOWICZ J., DOBRACKI R. (red.) 2003 – Geologiczne warunki ochrony i kształtowania południowego brzegu Bałtyku oraz obszarów ujściowych Odry i Wisły. Etap III. Objąsnienia do Mapy geodynamicznej polskiej strefy brzegowej Bałtyku 1 : 10 000. Gdańsk-Szczecin. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Gdańsk.
- ZAWADZKA-KAHLAU E. 1999 – Tendencje rozwojowe polskich brzegów Bałtyku południowego. Gdańsk.