

Jan Maciej Waga, Maria Fajer

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Polska; e-mail: jan.waga@us.edu.pl, maria.fajer@us.edu.pl

Formy osuwiskowe w południowo-zachodniej części Kotliny Oświęcimskiej – rozmieszczenie i uwarunkowania rozwoju

Вага Я. М., Файер М. **Оползни юго-западной части Освенцимской Котловины – распространение и условия развития.** В статье представлены распространение, морфометрические особенности и условия развития оползневых форм юго-западной части Освенцимской Котловины. С использованием модели затененного рельефа было идентифицировано 745 оползневых форм. Большинство из них – земляные оползни, суффозионные, смешанного типа – вращательные со вторичными оползнями-сплывами. Морфометрический анализ и полевые исследования были выполнены по 10 избранным формам. Основными факторами развития оползневых процессов в исследуемом районе являются: 1) геологическое строение – наличие горизонтально расположенных слоев обломочных отложений с различной грануляцией и водопроницаемостью, а также 2) наличие высоких, крутых склонов долин р. Одер и Олза и их притоков. Аналогичные условия встречаются в равнинных районах, где слоистые водно-ледниковые и ледниковые отложения залегают на глинистом субстрате неогена. Большинство оползней исследуемого района формировались с конца вислинской холодной эпохи до голоцена, но есть также реликты более крупных форм, похожих на гляциальные сели. Особый пример современного антропогенно вызванного оползня – земляные массы, вытесненные отвалом пустой породы в г. Ястшембе-Здруй Похвате.

Waga J. M., Fajer M. **Landslide formations in the south-western part of the Oświęcim Basin – locations and development conditions.** The article presents the locations, morphometric features and conditions for the development of landslide formations in the south-western part of the Oświęcim Basin. 745 formations were identified in the area using a shaded relief model. Most of them are earth, suffosion, complex rotational landslides with secondary flow slides. Morphometric analyses and field tests were carried out for ten selected formations. The main factors in the development of landslide processes in the studied area are 1) geological structure – occurrence of horizontally deposited layers of clastic formations of different grain size and 2) permeability and presence of high, steep slopes of the river valleys of the Oder and Olza as well as their tributaries. Similar conditions can be found in lowland areas, where layered fluvioglacial and glacial deposits rest on the clay Neogene substrate. The period of development of the majority of landslides in the studied area lasted from the end of the Vistulian glaciation through the Holocene, but there are also relics of large older formations similar to mud and rock glaciers. A special case of a contemporary anthropogenically induced landslide are the earth masses displaced by a spoil of coal waste rock in Jastrzębie-Zdrój Pochwacie.

Słowa kluczowe: osuwisko, Kotlina Oświęcimska, LiDAR

Ключевые слова: оползень, Освенцимская Котловина, Лидар

Key words: landslide, Oświęcim Basin, LiDAR

Zarys treści

W artykule przedstawiono rozmieszczenie, cechy morfometryczne i uwarunkowania rozwoju form osuwiskowych w południowo-zachodniej części Kotliny Oświęcimskiej. Wykorzystując model cieniowanej rzeźby terenu rozpoznano 745 form. Większość z nich to osuwiska ziemne, sufozyjne, złożone – rotacyjne z wtórnymi osunięciami spływowymi. Dla wybranych 10 form wykonano analizy morfometryczne i badania terenowe. Głównymi czynnikami rozwoju procesów osuwiskowych na badanym terenie są: 1) budowa geologiczna – występowanie horyzontalnie zalegających warstw utworów klastycznych o różnej granulacji i przepuszczalności oraz 2) obecność wysokich, stromych zboczy dolin Odry, Olzy i ich dopływów. Podobne warunki są spotykane na obszarach nizinnych, gdzie na ilastym podłożu neogenu spoczywają warstwowane osady wodnolodowcowe i lodowcowe. Okres rozwoju większości osuwisk na badanym obszarze trwał od schyłku zimnego piętra Wisły przez holocen, są jednak także relikty dużych starszych form podobnych do lodowców błotno-gruzowych. Szczególnym przypadkiem współczesnego osuwiska indukowanego antropogenicznie są masy ziemne wyparte przez zwał przywęglowej skały płonnej w Jastrzębiu-Zdroju Pochwaci.

Wprowadzenie

Procesy osuwiskowe są powszechne na obszarach o klimacie wilgotnym, częste w strefach klimatu umiarkowanego, podzwrotnikowego i zwrotnikowego charakteryzujących się podwyższonymi wskaźnikami opadowymi, a także na terenach termicznego rozpadu wieloletniej zmarzliny. Poza warunkami klimatycznymi rozwój form osuwiskowych zależy też od wielu innych czynników, wśród których wyróżniane są warunki geologiczne (litologiczne i tektoniczne), geomorfologiczne (głównie spadki terenu), hydrologiczne i hydrogeologiczne oraz pokrycie terenu. Uruchomienie osuwiska obejmującego zwietrzelinę, ale także podatne na ścinanie warstwy skalne budujące stok, następuje pod wpływem impulsu, którym naj-

częściej są opady atmosferyczne, erozja rzeczna lub działalność człowieka (KLECZKOWSKI, 1955; BOBER, 1984; MARGIELEWSKI, 2001, 2009).

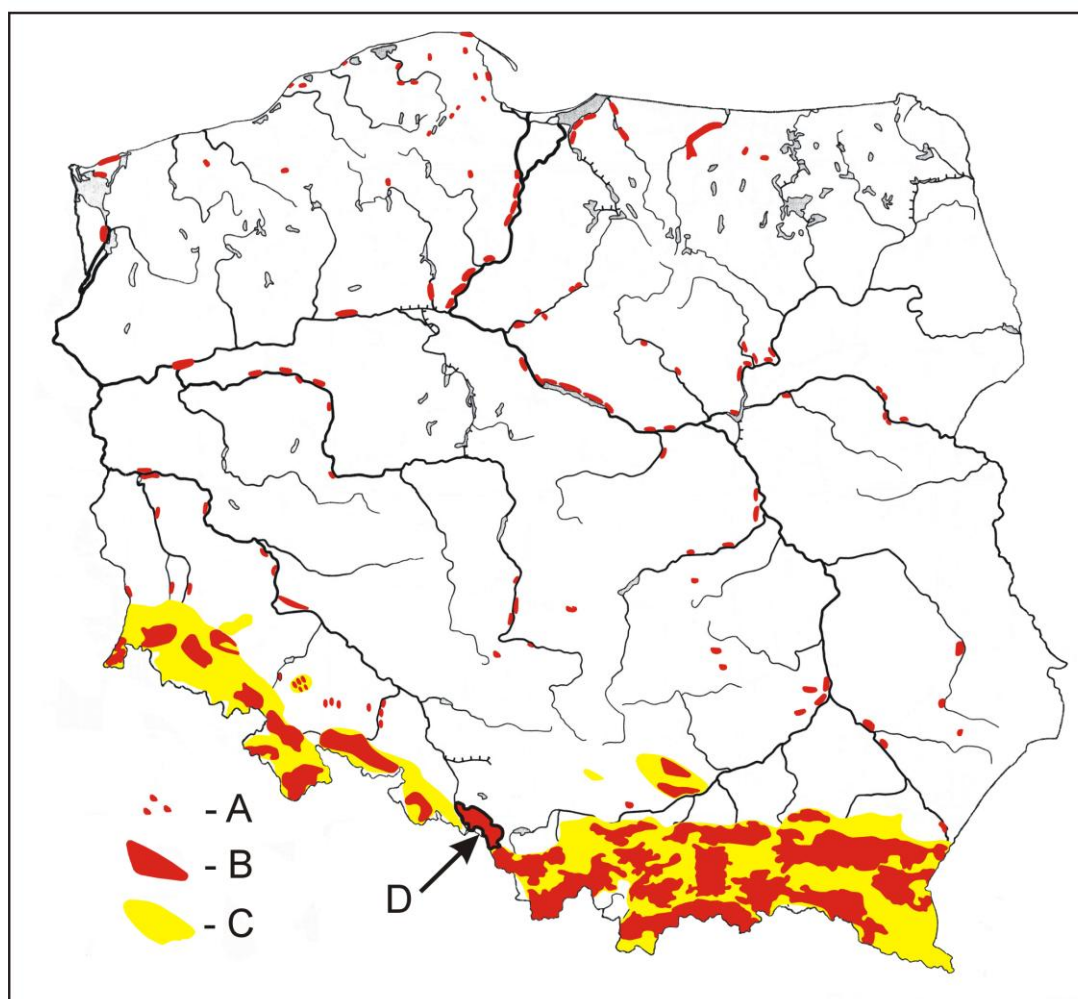
Osuwiska powodują istotne zmiany w funkcjonowaniu lokalnych geosystemów. W przeszłości osuwiska bywały wykorzystywane, np., jako naturalne elementy założeń obronnych, czy miejsca lokalizacji kompleksów grzebalno-sakralnych (WAGA, FAJER, 2020). Współcześnie stanowią one zagrożenie dla działalności gospodarczej człowieka, zabudowy mieszkalnej i infrastruktury komunikacyjnej (m.in. WYSOKIŃSKI, 2011; WÓJCIK, WOJCIECHOWSKI, 2016).

W Polsce większość osuwisk (około 95%) występuje w Karpatach fliszowych (POPRAWA, RĄCZKOWSKI, 2003; WOJCIECHOWSKI, 2019), dlatego tam koncentrują się ich badania (m.in. JAKUBSKA, 1983, 1986; BOBER, 1984; BAJGIER, 1994; WÓJCIK, 1997; MARGIELEWSKI, 2004, 2009). Mniej liczne są osuwiska w Sudetach (m.in. MIGOŃ i in., 2010, 2014; KOWALSKI, 2018; SIKORA, WOJCIECHOWSKI, 2019). W Polsce poza-karpackiej procesy osuwiskowe występują głównie na zboczach dolin rzecznych pasa nizin (m.in. BANACH, 1977; BŁASZKIEWICZ, 2005; CZARNECKI, GOŹDZIK, 2007; ILCEWICZ-STEFANIUK, STEFANIUK, 2007; KORDOWSKI, TYSZKOWSKI, 2008; TYSZKOWSKI, 2012, 2014; ZABUSKI i in., 2014), w strefie brzegowej sztucznych zbiorników wodnych (m.in. BANACH, 1977; KACZMAREK, TYSZKOWSKI, 2009; KACZMAREK, 2010; BANACH, KACZMAREK, TYSZKOWSKI, 2013), na terenach lessowych (m.in. MULARZ, RYBICKI, 1999; BORECKA, KACZMARZYK, 2007) oraz na odcinkach klifowego wybrzeża Bałtyku (m.in. SUBOTOWICZ, 1982; FLOREK, GRABOWSKA-DZIECIĄTKO, MAJEWSKI, 2001; WINOWSKI, 2015). Osuwiska powstają również na skarpach/ zboczach wyrobisk poeksploatacyjnych i towarzyszących im zwałowisk (CZARNECKI, GOŹDZIK, 2007; FLISIAK, RYBICKI, TYLIKOWSKI, 2014).

Formy osuwiskowe licznie występują także w południowo-zachodniej części Kotliny Oświęcimskiej (rys. 1 i 2). Na podstawie analizy mapy cieniowanej rzeźby terenu rozpoznano tam 745 form. Jest to obszar intensywnie wykorzystywany gospodarczo i gęsto zaludniony.

Realizowane są tam duże inwestycje infrastrukturalne, hydrotechniczne i przemysłowe (m.in. nowe kopalnie węgla kamiennego). Rozwój osuwisk na badanym obszarze, wywołany w ostatnich latach głównie przez działalność człowieka oraz lokalizowanie planowanych inwestycji w miejscach zagrożonych, każe postawić – w kontekście występującego tam problemu ru-

chów masowych – pytanie o poprawność procesu planowania przestrzennego. Rozpoznanie w tych okolicach zasięgu oraz dynamiki procesów osuwiskowych jest dziś istotne nie tylko ze względów naukowych, ale może nawet ważniejsze ze względów społecznych i gospodarczych.



Rys. 1. Miejsca występowania dużych osuwisk (A), obszary osuwiskowe (B), obszary o zwiększonej częstości występowania osuwisk w Polsce (C), D – teren badań (źródło: opracowanie własne na podstawie analizy mapy cieniowanej rzeźby terenu Polski uzyskanej z NMT (z serwisu polska.e-mapa.net Geoportal Otwartych Danych Przestrzennych) oraz danych z artykułów: D. POPRAWA, W. RĄCZKOWSKI (2003), E. PILECKA, J. KOGUT (2015), R. SIKORA, T. WOJCIECHOWSKI (2019)

Рис. 1. Места возникновения крупных оползней (А), оползневые участки (В), участки с повышенной частотой оползней в Польше (С), D – исследуемая территория (источник: составлено авторами по анализу карты теневое рельефа Польши, полученной из ЦММ (опубликованной на сайте polska.e-mapa.net Геопортал открытых пространственных данных) и данным статей: D. POPRAWA, W. RĄCZKOWSKI (2003), E. PILECKA, J. KOGUT (2015), R. SIKORA, T. WOJCIECHOWSKI (2019)

Fig. 1. Location of large landslides (A), landslides areas (B), areas of very numerous landslides in Poland (C), D – study area (source: own study based on the analysis of shaded relief – the NMT Numerical Land Model of Poland (from polska.e-mapa.net Open Spatial Data Geoportal) and articles by: D. POPRAWA and W. RĄCZKOWSKI (2003), E. PILECKA and J. KOGUT (2015) and R. SIKORA and T. WOJCIECHOWSKI (2019)

Część osuwisk w Kotlinie Oświęcimskiej zinwentaryzowano w latach 2003–2005 w granicach powiatów, m.in. Jastrzębie Zdrój i Wodzisław Śląski (LEMBERGER, 2005). Występowanie osuwisk w okolicach Zebrzydowic, Markłowic i Kończyc udokumentowano na Szczegółowej Mapie Geologicznej Polski (WÓJCIK, 1999). W „Rejestrze osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi” formy te zarejestrowano w powiatach pszczyńskim i raciborskim (SIKORA, PIOTROWSKI, 2013, 2015). W ramach powstałego w 2006 r. Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPO), realizowanego przez Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, osuwiska zinwentaryzowano głównie na terenie powiatów: wodzisławskiego (m. in. WÓDKA, 2016, 2017; KAMIENIARZ, 2017), cieszyńskiego (m.in. GARECKI, ADAMEK, 2010), Jastrzębie Zdrój (SIKORA, 2018). Wyraźny jest jednak niedosyt publikacji na ten temat np. z zakresu geomorfologii. Niniejszy artykuł z pewnością nie wypełni tej luki i nie odpowie na wiele pytań, ale może ożywi dyskusję nad problemem i zachęci do podejmowania badań szczegółowych.

Celem badań zaprezentowanych w niniejszym artykule była identyfikacja form osuwiskowych w południowo-zachodniej części Kotliny Oświęcimskiej, wstępne rozpoznanie ich genezy i uwarunkowań rozwoju. Formy osuwiskowe należy rozumieć tu w szerszym znaczeniu (*sensu* CRUDEN, VARNES, 1996; MARGIELEWSKI, 2004). Budowa geologiczna Kotliny Oświęcimskiej sprzyja grawitacyjnemu przemieszczaniu się mas ziemi. Zarówno pod względem litologii, jak i sposobu zalegania utworów jest ona bliższa obszarom niżowym Europy (DEMOULIN, GLADE, 2004; VAN DEN EECKHAUT, VERSTRAETEN, POESEN, 2007; KOHV i in., 2009; TYSZKOWSKI, 2012, 2014; KLOSE, MAURISCHAT, DAMM, 2016; MIKULĖNAS, MINKEVIČIUS, SATKŪNAS, 2017, MOLEWSKI, WASIK, WIEWIÓRA, 2018), niż sąsiednim terenom górskim. Dlatego właśnie na niżu należy poszukiwać ewentualnych odniesień.

Jedną z często stosowanych technik pozyskiwania informacji o rzeźbie terenu są obec-

nie techniki teledetekcyjne. W ciągu ostatnich trzech dekad stały się one powszechne w badaniach osuwisk (m.in. MANTOVANI, SOETERS, VAN WESTEN, 1996; METTERNICHT, HURNI, GOGU, 2005; PETLEY, 2012; JABOYEDOFF i in., 2012; WOJCIECHOWSKI i in., 2012; KROH i in., 2014). Są one szczególnie przydatne w analizie rzeźby terenów trudniej dostępnych do bezpośrednich obserwacji, np. zajętych przez lasy.

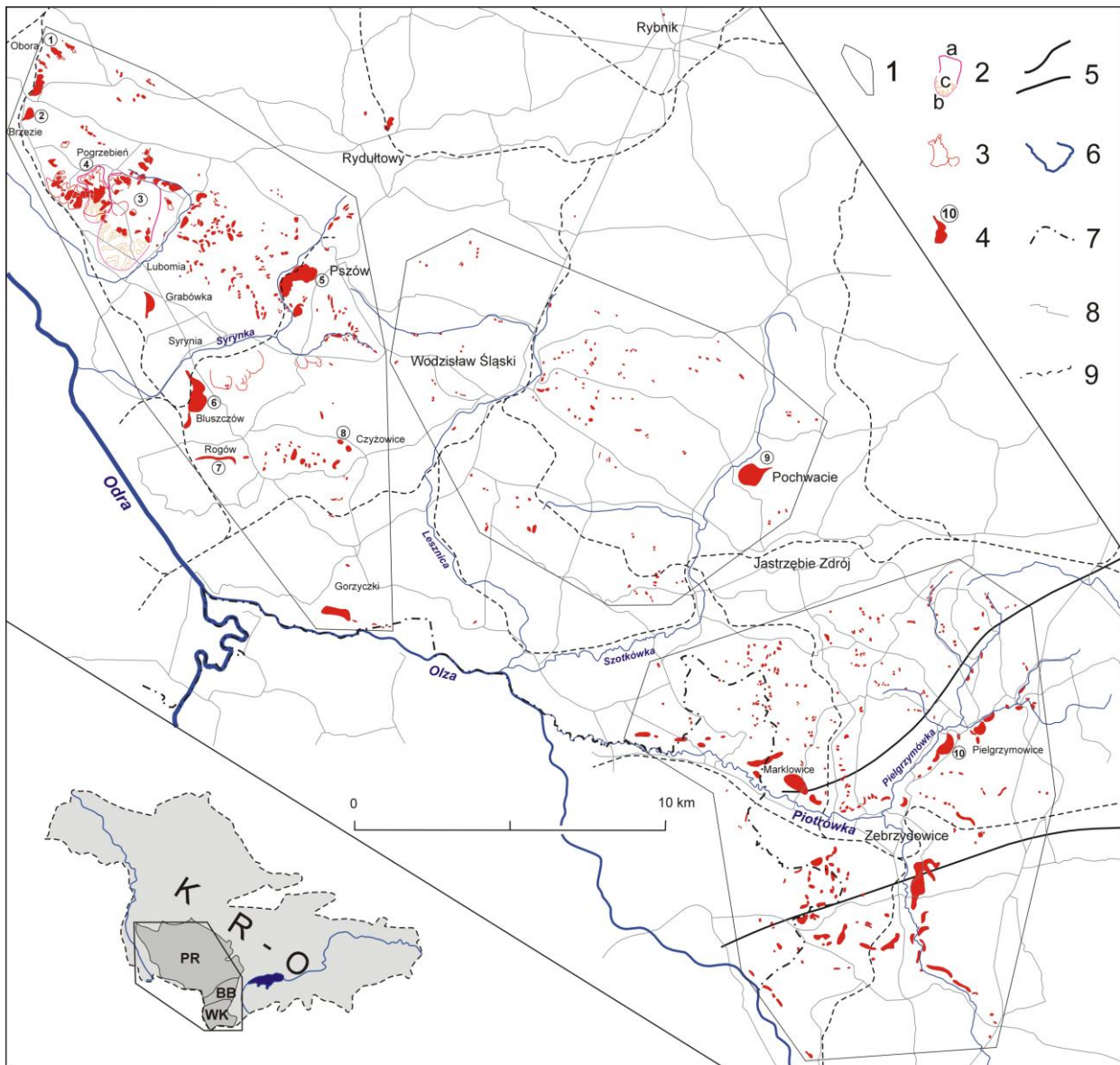
Obszar badań

W południowo-zachodniej części Kotliny Oświęcimskiej znajdują się trzy jednostki geomorfologiczne: Płaskowyż Rybnicki, Brama Bąkowska i Wysoczyzna Kończycka (KLIMEK, STARKEL, 1972) (rys. 2).

Wysoka zachodnia krawędź Płaskowyżu Rybnickiego jest założona na uskokach oddzielających rów tektoniczny doliny górnej Odry od zrębu Rydułtów, stanowiącego cokolwiek Płaskowyżu Rybnickiego. Zrąb ten, podniesiony w neogenie, zbudowany jest z utworów karbonu i okryty morskimi osadami miocenu wykształconymi w postaci ilów, ilów piaszczystych i gipsów z siarką. Na zboczach doliny Odry serie osadów miocenów są zerodowane i nadbudowane utworami czwartorzędowymi.

Na Płaskowyżu Rybnickim zakumulowane zostały osady zlodowacenia San 2, które w postaci większych płatów zachowały się jedynie na południe od Rydułtów i Wodzisławia Śląskiego jako szare gliny zwałowe, skupiska głazów narzutowych i żwirów. Na nich, bądź na osadach starszych spoczywa dolna seria fluwio-glacialna zlodowacenia Odry, a wyżej – glina morenowa tego zlodowacenia i górna seria fluwio-glacialna. Utworami powierzchniowymi Płaskowyżu są lessy z piętra Wisły (SARNACKA, 1968; DWUCET, 1986).

Na Wysoczyźnie Kończyckiej rozcięte dolinami kopalnymi ilaste utwory miocenów, są okryte osadami rzecznyymi, wodnolodowcowymi i lodowcowymi. Oprócz piasków i żwirów są to ily, mułki i gliny zwałowe. Na powierzchni zalega pokrywa utworów lessow-



Rys. 2. Rozmieszczenie form osuwiskowych w południowo-zachodniej części Kotliny Oświęcimskiej: 1 – skupienia osuwisk, 2 – formy osuwiskowe pierwszej generacji (najstarsze), o cechach lodowca błotno-gruzowego: a – zarys niszki, b – zasięg języka, c – progi w strefie czołowej, 3 – zarys osuwiska lub zespołu osuwisk drugiej generacji, 4 – osuwisko lub zespół osuwisk trzeciej generacji, numer oznacza pozycję w tabeli 1, 5 – rzeki; 6 – drogi; 7 – koleje; 8 – granice jednostek geomorfologicznych; 9 – granica państwowa, KR-O – Kotlina Raciborsko-Oświęcimska, PR – Płaskowyż Rybnicki, BB – Brama Bąkowska, WK – Wysoczyzna Kończyka (źródło: opracowanie własne na podstawie analizy cieniowanego modelu rzeźby terenu z serwisu polska.e-mapa.net. Geoportal Otwartych Danych Przestrzennych)

Рис. 2. Расположение оползней в юго-западной части Освенцимской Котловины: 1 – группы оползней, 2 – оползнь первой генерации (старейший), о признаках грязекаменного ледника: а – очертание цирка, б – пределы языка, с – валы в головной зоне языка, 3 – очертание оползня или группы оползней второй генерации, 4 – оползень или группа оползней третьей генерации, число указывает позицию в табл. 1, 5 – реки, 6 – дороги, 7 – железные дороги, 8 – границы геоморфологических единиц, 9 – государственная граница, KR-O – Рацибужско-Освенцимска котловина, PR – Рыбницкое плато, BB – Бонковские ворота, WK – Кончицкая возвышенность (источник: составлено авторами на основании анализа модели теневого рельефа по polska.e-mapa.net. Геоportal открытых пространственных данных)

Fig. 2. Locations of landslide formations in the south-western part of the Oświęcim Basin: 1 – clusters of landslides, 2 – first generation landslide forms (oldest), with features of a mud and rock glacier: a – outline of a niche, b – range of the tongue, c – thresholds in the front zone, 3 – outline of the second generation landslide or set of landslides, 4 – third generation landslide or set of landslides, the number indicates the position in Table 1, 5 – rivers; 6 – roads; 7 – railway lines; 8 – boundaries of geomorphological units; 9 – state border, KR-O – Racibórz-Oświęcim Basin, PR – Rybnik Plateau, BB – Bąków Gate, WK – Kończyce Plateau (source: Own study based on a shaded terrain relief model from polska.e-mapa.net. Open Spatial Data Geoportal)

wych (JERSAK, 1983; WÓJCIK, 1999; BRODZIŃSKI i in. 2004c; NESCIERUK, WÓJCIK, 2013).

Rozległe dno Bramy Bąkowskiej jest zawieszane w stosunku do den dolin współczesnego systemu rzecznoego Piotrówki i Pielgrzymówki należących do zlewni Odry. System ten został wykształcony u schyłku piętra Wisły przez silną erozję wsteczną w warunkach degradacji wieloletniej zmarzliny, a następnie rozwinął się w holocenie. Kopalna, urozmaicona powierzchnia osadów mioceńskich została tam przykryta łałami zastoiskowymi i piaskami wodnolodowcowymi oraz glinami zwałowymi co najmniej dwóch zlodowaceń, piaskami i mułkami rzecznoymi, a w piętrze Wisły lessami (WÓJCIK, 1999; BRODZIŃSKI i in., 2004c). Na wschód od okolic Pielgrzymowic, w spągu lessów występuje horyzont zwartych torfów, a wyżej w lessach – poziom osadu pylasto-organicznego (WAGA, 1992).

Obszar południowo-zachodniej części Kotliny Oświęcimskiej charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem pionowego urzeźbienia terenu: 10 m^{-1/2} do ponad 20 m^{-1/2} (DWUCET, 1986). Jest to związane ze znacznymi deniwelacjami występującymi między wierzchowiną Płaskowyzu Rybnickiego i Wysoczyzny Kończyckiej a dnami dolin Odry, Olzy i ich większych dopływów. Również płaskie dno Bramy Bąkowskiej jest głęboko rozcięte przez system dolinny dopływów Piotrówki. W okolicach Raciborza deniwelacje terenu osiągają 100 m, w ujściowych odcinkach dolin dopływów Olzy (Lesznicy i Piotrówki) – 50 m, na Wysoczyźnie Kończyckiej – w dolinie Piotrówki do 45 m, nad Olzą – 80 m, a w Bramie Bąkowskiej – w dolinie Pielgrzymówki – około 30 m.

Współcześnie dla rozwoju ruchów masowych na badanym obszarze najistotniejszym czynnikiem klimatycznym są opady atmosferyczne. Zachodnie stoki wzniesień Płaskowyzu Rybnickiego odgrywają rolę ekranu względem opadonośnych mas powietrza. Średnia roczna suma opadów za lata 1970–2000 wynosiła tam 700–800 mm (KRUCZAŁA, 2000; *Serwis IMGW-BIP Klimat Polski*). Maksimum opadowe przypada na lipiec (124 mm), mini-

mum – od stycznia do marca (CZAJA, RADOSZ, 1989). W wieloleciu 1961–2000 roczne sumy opadów wynosiły tam od 531 mm w najsuchszym roku do 1 138 mm w roku najbardziej wilgotnym. Wysokie opady występowały w latach: 1955, 1957, 1960, 1962, 1966, 1968, 1974, 1977, 1981, 1987, 1997, 2008, 2009, 2010 (*Serwis IMGW-BIP Klimat Polski*). Na północnym krańcu obszaru badań lipcowy opad w 1997 r. osiągnął 414 mm (ABSALON, JANKOWSKI, LEŚNIOK, 2003). Co 2–3 lata obserwuje się tam letnie opady nawalne lub rozlewne, które wywołują wezbrania i powodzie. Część z nich to powodzie duże, np. w latach 1952, 1977, 1985, 1997, 2010 (KOWOL, 1939; CZARNUCH, 2012; CZAJA, 2018).

Materiały i metody

W pierwszym etapie badań zlokalizowano osuwiska i wyznaczono ich zasięg. Wykorzystano w tym celu mapę cieniowanej rzeźby terenu utworzoną z danych z NMT, pochodzących z lotniczego skanowania laserowego (LiDAR) (rozdzielczość przestrzenna 0,5 m, oświetlenie z azymutu 315°). Opracowanie wykonano korzystając z serwisu polska.e-mapa.net. Geoportalski Otwartych Danych Przestrzennych.

Pomierzono również powierzchnię i wybrane cechy morfometryczne form osuwiskowych.

Następnie przeprowadzono weryfikację uzyskanych wyników w terenie dla 60 osuwisk. Wykonano kartowanie geomorfologiczne i opisy 20 form. Prace w terenie prowadzono przy użyciu odbiornika GPSMAP 62st i dalmierza laserowego Nikon Forestry Pro. Przeprowadzono też badania budowy geologicznej wybranych odsłoneń. Do analizy budowy geologicznej obszarów osuwiskowych wykorzystano także Szczegółową Mapę Geologiczną Polski w podziałce 1 : 50 000 – arkusze: Rydułtowy (SARNACKA, 1956), Zabełków (DROZD, TRZEPLA, 1998) i Zebrzydowice (WÓJCIK, 1999) wraz z objaśnieniami (SARNACKA, 1968; DROZD, TRZEPLA, 2005; WÓJCIK, 2006), opisy profilów i przekrojów geologicznych z Geologicznej Bazy Danych (BRODZIŃSKI i in., 2004a, b, c), a także dane z portalu SOPO (SIKORA, 2018; WÓD-

KA, 2016, 2017; KAMIENIARZ, 2017) oraz opracowania geologiczne projektowanych na terenie badań inwestycji (m.in. *Dokumentacja geologiczno-inżynierska...*, 1987).

Do określenia typów form osuwiskowych posłużono się klasyfikacją opracowaną przez D. M. CRUDEN i D. J. VARNES (1996), w której jest brany pod uwagę typ materiału podlegającego osunięciu i typ ruchu tego materiału.

W przypadku 9 osuwisk głębokość osunięcia określono na podstawie informacji pozyskanych z odpowiednich arkuszy SMGP, objaśnień do tych arkuszy, danych archiwalnych wierceń oraz obserwacji i pomiarów terenowych. Pionowe parametry jęzora osuwiska w Pochwaciu przyjęto za P. KROKOSZYŃSKIM i S. RYBICKIM (2010).

Poza osuwiskami w Pochwaciu i kilkoma młodymi osuwiskami w Pogrzebieniu, dla których znane są dokładne daty ich rozwoju oraz osuwiskiem w Raszczykach, dla którego znany jest wiek przybliżony, wobec braku odpowiednich danych do precyzyjnego określenia wieku pozostałych form przyjęto ogólne przesłanki czasowe dotyczące etapów rozwoju rzeźby tych okolic, zaczerpnięte z literatury.

Wyniki badań

Badane formy osuwiskowe występują na obszarze o powierzchni 675 km² (45 x 15 km), tworząc trzy większe skupienia (rys. 2). Pierwszy ich zespół znajduje się między Raciborzem Oborą a Gorzyczkami, drugi na terenie Wodzisławia Śląskiego, trzeci w południowej części Jastrzębia Zdroju i sięga po okolice Zebrzydowic.

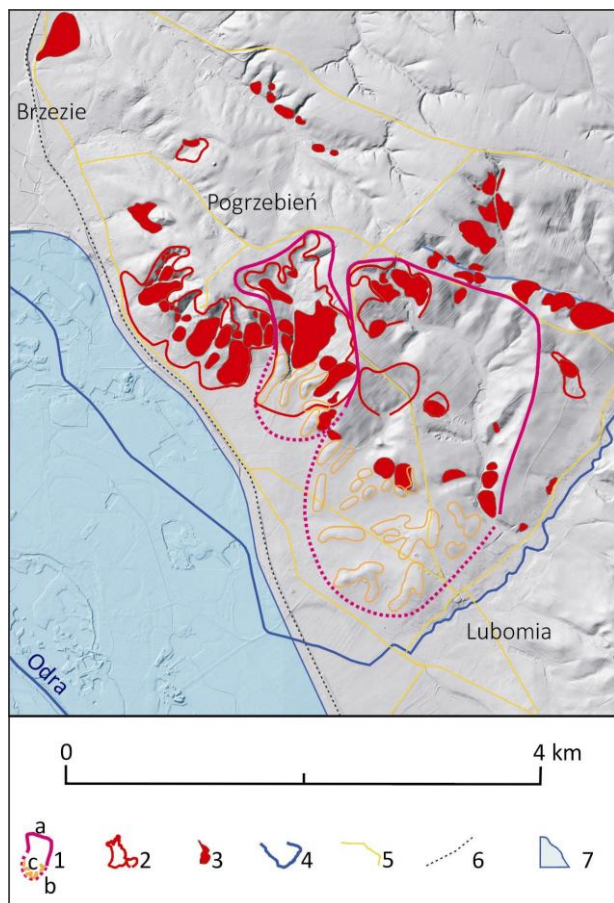
Łącznie na cieniowanym NMT rozpoznano tam 745 różnej wielkości form osuwiskowych i relikty form przypominających lodowce błotno-gruzowe. Niektóre z nich mają postać prostą i czytelną w rzeźbie terenu, inne – złożoną i częściowo zatartą, wskazującą na kilkakrotne przemieszczanie mas ziemnych, łączenie i nakładanie się pakietów materiału, a także długotrwałe działanie innych procesów stokowych

(erozyjno-denudacyjnych). Liczne są przykłady osunięć potomnych zachodzących w niszach starszych form.

Analiza morfometryczna terenu wskazuje, że w zachodniej części Płaskowyżu Rybnickiego, w okolicach Lubomi i Pogrzebienia, występują co najmniej trzy generacje różnowiekowych form wykształconych przez ruchy masowe (rys. 3). Pierwszą generację stanowią najstarsze formy – pozostałości spływów przypominających lodowce gruzowe (fot. 1A), po których zachowały się rozległe nisze, fragmenty progów czołowych i wałów bocznych. Między progami czołowymi i wałami bocznymi znajdują się tam obniżenia wewnętrzne, na których miejscu w klasycznych osuwiskach znajdują się jęzory osuwiskowe. Dodatkowo widoczne są rozcięcia biegnące poprzecznie przez progi czołowe, a niekiedy także przez wały boczne tych dużych form. Druga generacja to formy młodsze o nieco mniejszych rozmiarach, typowe osuwiska lub zespoły osuwisk, o zatartych zarysach, złagodzonych przez późniejsze procesy stokowe. Trzecia generacja to najmłodsze osuwiska o wyraźnym, świeżym zarysie. Najmłodsze opisane formy tej generacji pochodzą z roku 1977 (PUCHEJDA, 1978) (fot. 1B). Formy wspomnianych trzech generacji w wielu przypadkach nakładają się.

Osuwiska o największej powierzchni i największych deniwelacjach występują na zachodniej krawędzi Płaskowyżu Rybnickiego nad Odrą w Raciborzu Oborze, Brzeziu, Lubomi i Syryni oraz w Pszowie. Duże formy – w okolicach Zebrzydowic i Gorzyczek. Specyficznym przypadkiem jest współczesne duże osuwisko obejmujące zwał przywęglowej skały płonnej w Jastrzębiu-Zdroju Pochwaciu wraz z jego przedpolem.

Wybranych 10 form osuwiskowych, najbardziej typowych dla obszaru badań, zostało bliżej scharakteryzowanych w tab. 1 i 2.



Rys. 3. Rozmieszczenie form osuwiskowych w zachodniej części Płaskowyżu Rybnickiego.

Objaśnienia: 1–6 jak na rys. 2, 7 – zasięg niecki Zbiornika Racibórz Dolny

Źródło: opracowanie własne

Рис. 3. Расположение оползневых форм в западной части Рыбницкого плато.

Объяснения 1–6, как на рис. 2, 7 – пределы чаши водохранилища Рацибуж Дольный
Источник: составлено авторами

Fig. 3. Location of landslide forms in the western part of the Rybnick Plateau.

Explanations: 1–6 as in Fig. 2, 7 – range of the Racibórz Dolny reservoir basin

Source: own study

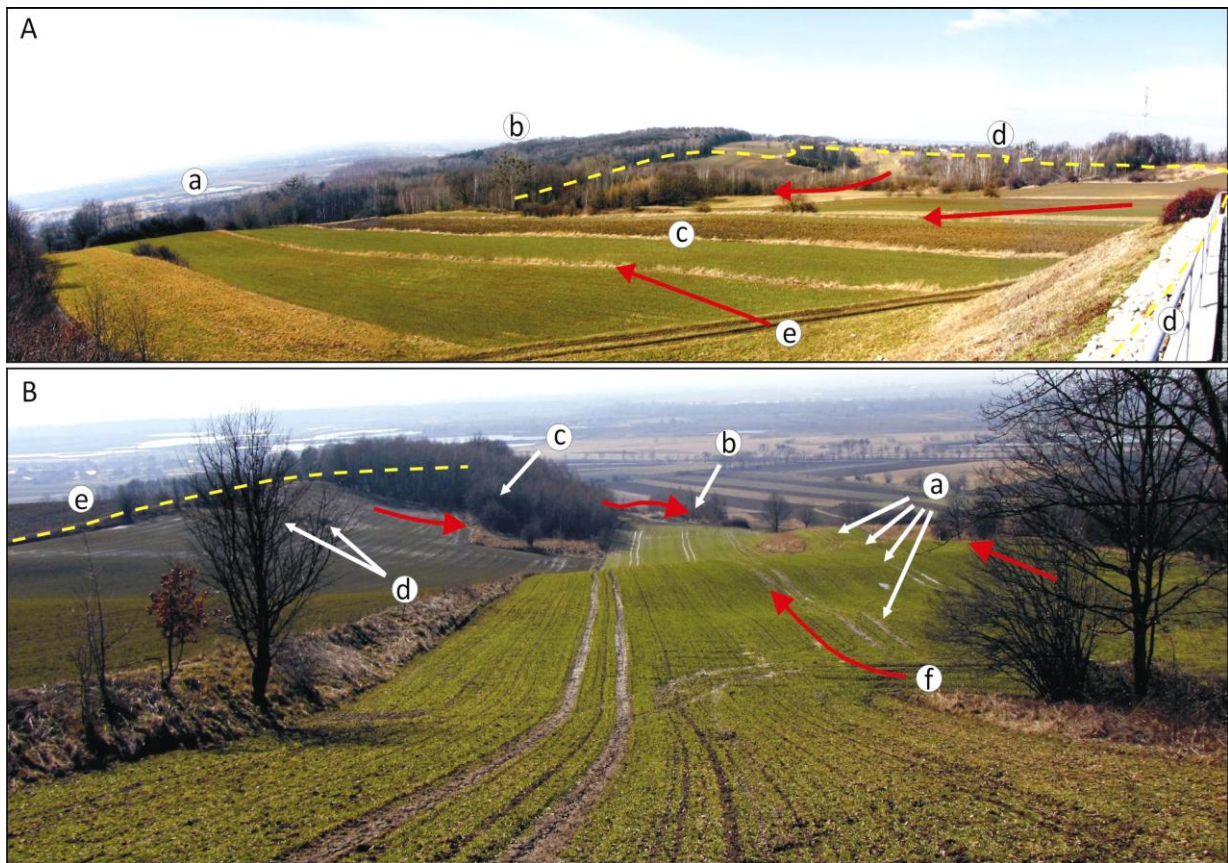
Tabela 1. Charakterystyka cech morfometrycznych wybranych form

Таблица 1. Характеристика морфометрических свойств выбранных оползневых форм

Table 1. Characteristics of morphometric features of selected landslide formations

Nr formy na rys. 2	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	Obora N	Brzezie	Pogrzebień 1	Pogrzebień 2	Pszów	Bluszczów	Rogów	Czyżowice	Jastrzębie Zdrój	Pielgrzymowice
Lokalizacja	N 50°06'01.12" E 18°16'16.35"	N 50°04'58.29" E 18°15'33.99"	N 50°03'07.54" E 18°18'15.67"	N 50°03'30.44" E 18°17'20.63"	N 50°02'10.96" E 18°22'45.16"	N 50°00'11.07" E 18°19'59.48"	N 49°59'04.38" E 18°20'48.18"	N 49°59'18.60" E 18°23'38.43"	N 49°58'32.83" E 18°34'21.51"	N 49°53'57.94" E 18°39'04.70"
Długość [m]	646	275	2 900	1 800	605	535	255	170	1 060	440
Szerokość [m]	170	475	1 450	925	1 400	1 400	2 100	300	715	700
Powierzchnia [ha]	6,6	8,7	428	120	75,5	58,5	30,2	3,4	57	24,7
Wysokość minimalna m n.p.m.	190	187	198	197	230	191	193	238	225	232
Wysokość maksymalna m n.p.m.	227	227	290	279	288	244	240	267	300	258
Deniwelacje [m]	37	40	92	82	58	53	47	29	75	26

Źródło: opracowanie własne – Источник: составлено авторами – Source: own study



Fot. 1. Pogrzebień – osuwiska (fot. J. M. Waga, 11. 03. 2018 r.):

A – górny fragment formy osuwiskowej pierwszej generacji (nr 5 w tabeli 1): a – dolina Odry, b – zachodnia krawędź Płaskowyżu Rybnickiego, c – nisza, d – przebieg krawędzi niszy, e – kierunki przemieszczania mas ziemno-lodowych i ziemnych; B – zespół współczesnych osuwisk zlokalizowanych w obrębie niszy formy pierwszej generacji (nr 5 w tabeli 1): a – progi największego osuwiska z 1977 r., b i c – osuwiska z 1977 r., d – nisze małych osuwisk potomnych powstałych po 1977 r., e – krawędź niszy formy pierwszej generacji

Фот. 1. Погжэбень – оползни (фот.: Я. М. Вага, 11.03.2018 г.):

A – верхняя часть оползневой формы первой генерации (№ 5 в таблице 1): a – долина р. Одры, b – западный край Рыбницкого плато, c – оползневой цирк, d – граница края цирка, e – направления смещения земляно-ледовых и земляных масс; B – группа современных оползней, расположенных в цирке формы первой генерации (№ 5 в таблице 1) a - ступени самого большого оползня 1977 года, b и c - оползни 1977 года, d - цирк небольших вторичных оползней, образованных после 1977 года, e – край цирка оползневой формы первой генерации

Photo 1. Pogrzebień – landslides (phot. by J. M. Waga, 11,03,2018):

A – upper part of the first generation formation (no. 5 in Table 1): a – Oder river valley, b – western edge of the Rybnik Plateau, c – niche, d – layout of the boundary of the niche, e – directions of movement of earth and ice masses, B – set of contemporary landslides located within the niche of the first generation formation (no. 5 in Table 1), a – thresholds of the largest landslide of 1977, b and c – landslides of 1977, d – niches of small secondary landslides after 1977, e – boundary of the niche of the first generation formation

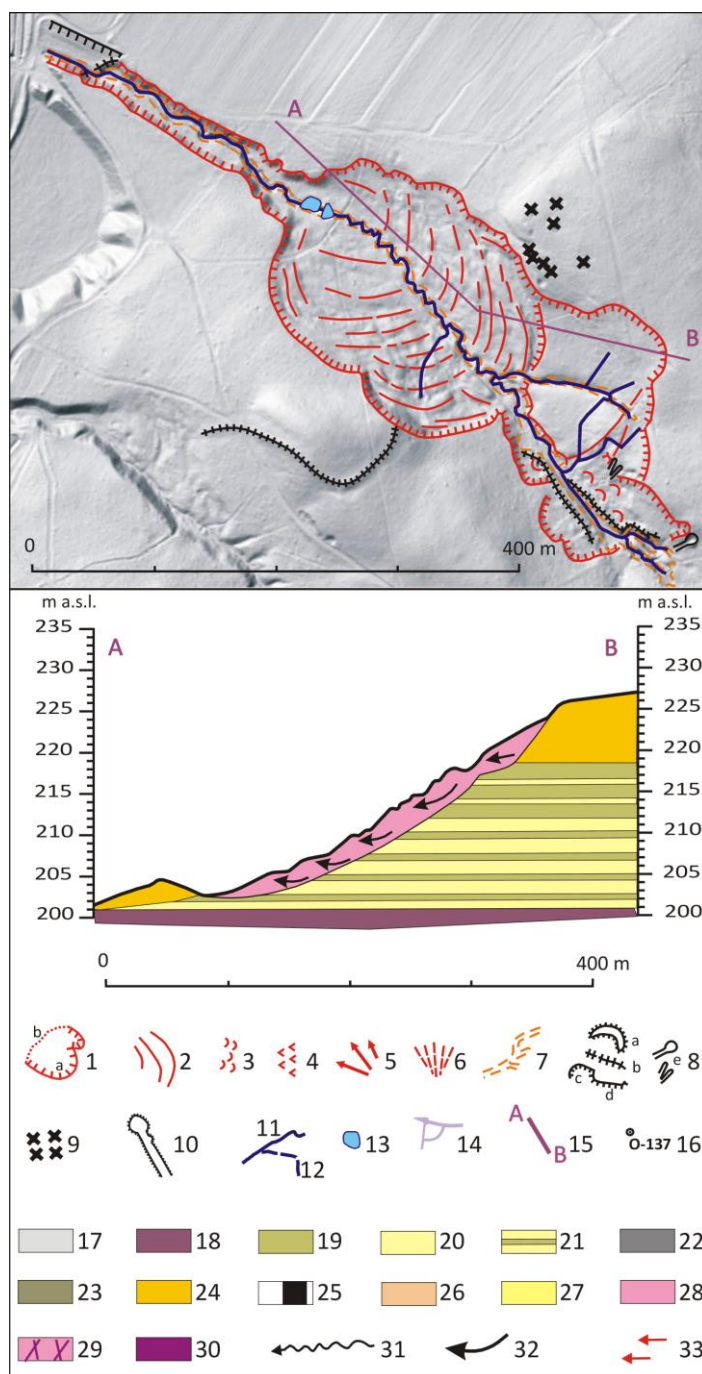
Charakterystyka form osuwiskowych

Osuwisko w północnej części lasu Obora w Raciborzu (tab. 1, nr 1)

W północnej części lasu Obora (rys. 4) znajduje się osuwisko błotne. Duże partie materiału koluwalnego, położone w górnej części tej formy, przybierają postać błotnego osuwiska translacyjnego (*mudslide*). Ześlizgowi podlegała tam seria naprzemianległe warstwowanych iłów i piasków tortonu górnego i środkowego o kilkunastometrowej miąższości. Seria ta spoczywa na środkowotortonńskich iłach zwięzłych, marglistych, szarych lub zielonkawoszarych, nieprzepuszczalnych dla wody. Wraz z piaskami i iłami tortonu osunięciu podlegały także leżące wyżej piaszczysto-żwirowe utwory wodnolodowcowe pochodzące z okresu transgresji łądolodu Odry oraz znajdujący się w stropie osadów wodnolodowcowych gliniasty materiał piaszczysto-żwirowy o genezie wodnomorenowej.

Silnie uwodnione osady miocenu spływały z niszy, sukcesywnie poszerzając front osuwiska ku górze. Początkowo były one odprowadzane rynną wytworzoną poniżej osuwiska, a następnie także rynną przebiegającą przez niszę. Bardziej zwięzłe, stropowe pakiety materiału plejstocenijskiego tworzyły rodzaj kier porzcinanych siecią radialnych i promienistych rozstępów. W wyższych partiach niszy pakiety te uległy rotacji.

Powyżej pierwszej niszy osuwiskowej wytworzyła się następna o bardziej złożonym kształcie (rys. 4). Modelowana była ona w dwóch etapach. Pierwszy obejmował translację dużego pakietu materiału w części północnej, drugi – wynoszenie upłynnionego materiału piaszczysto-iłastego z części południowej. Tam zachowały się również wyraźnie ślady działalności człowieka modyfikującego rzeźbę terenu.



Rys. 4. Osuwisko w północnej części lasu Obora w Raciborzu (nr 1 w tab. 1):

1 – zasięg osuwiska: a – nisza, b – jezioro, 2 – progi osuwiskowe, 3 – nisze i łapy w strefie osuwisk spływowych, 4 – bryły i pakiety materiału odspojonego od stromej skarpy osuwiska, 5 – „strumienie” osuwiskowe, 6 – stożek napływowy lub osypiskowy, 7 – formy wodnej erozji liniowej, 8 – formy antropogeniczne: a – wał, b – grobla, c – wyrobisko lub podcięcie stoku, d – skarpa, e – wąskie wcięcia, 9 – kurhany, 10 – nasyp, 11 – ciek stały, 12 – ciek okresowy, 13 – zbiornik wodny, 14 – przebieg budowanej drogi regionalnej w Brzeziu, 15 – linia przekroju geologicznego, 16 – lokalizacja profilu geologicz-

Osuwisko w Brzeziu (tabela 1, nr 2)

Osuwisko rotacyjne w Brzeziu (rys. 5 i fot. 2) należy do najbardziej okazałych form tego typu na zachodnim skłonie Płaskowyżu Rybnickiego. Rozległa amfiteatralna nisza tej formy ma znaczne nachylenie, powstała bowiem w obrębie podciętego przez Odrę stromego, wschodniego zbocza jej doliny. Zbocze to jest zbudowane podobnie, jak w Raciborzu Oborze. W takiej samej sytuacji morfologicznej powstało osuwisko w południowej części lasu Obora, opisane m.in. przez M. Z. PULINOWĄ (1972).

Powyżej prawego skrzydła głównej skarpy osuwiska w Brzeziu rysuje się równoległe do niej podłużne obniżenie, a za nim kolejna krawędź morfologiczna. Obniżenie to założone jest na szczelinie tensyjnej, zapowiadającej proces

osuwania kolejnego pakietu ziemnego. Wtórnie-emu przemieszczeniu uległa także dolna część lewego skrzydła skarpy osuwiska. W centralnej części niszy głównej występuje osuwisko potomne. Składa się ono z trzech połączonych „strumieni” materiału ziemnego. W strefie przejścia niszy osuwiskowej w jezor pojawiło się zagłębienie wypełnione wodą. Niżej, na przedpolu nagromadzenia dużych pakietów osuwiskowych, występuje silnie przesycony wodą poprzeczny pas błotnych osuwisk spływowych (*complex slide flow* sensu D. M. CRUDEN i D. J. VARNES, 1996). W wilgotniejszych okresach pojawiają się tam wysięki i młaki funkcjonujące na granicy warstwy zwartych iłów środkowortońskich. Jezor osuwiska sięga jednak dalej – na terasę Odry z paleomeandrem podcinającym niegdyś zbocze.

←-----

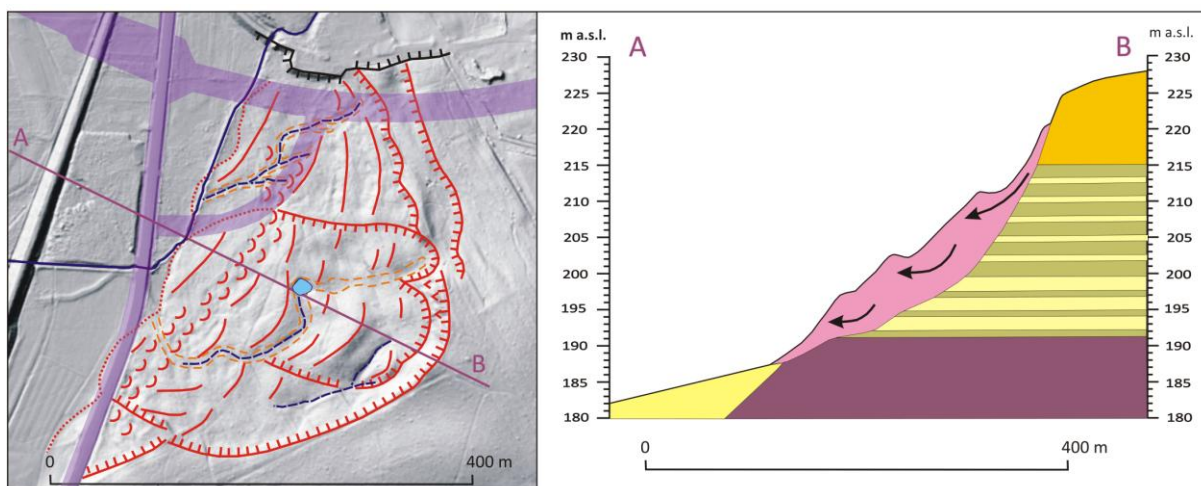
nego, 17 – gipsy, 18 – ily zwięzłe, 19 – ily plastyczne, 20 – piaski drobnoziarniste, 21 – ily i piaski warstwowane, 22 – gliny zwałowe, 23 – ily i mułki zastoiskowe, 24 – piaski i żwiry wodnolodowcowe, 25 – torfy, 26 – lessy, 27 – piaski rzeczne, 28 – koluwia, 29 – osunięty materiał zwału górniczego, 30 – nasyp antropogeniczny, 31 – strefa migracji wód w systemach krasowych, 32 – kierunek osuwania, 33 – powierzchnie poślizgu (źródło: opracowanie własne)

Рис. 4. Оползень в северной части леса Обора в Рацібожу (№ 1 в Таблице 1):

1 – пределы оползня: а – оползневой цирк, б – язык, 2 – оползневые ступени, 3 – цирки и лапы в зоне оползней-сплывов, 4 – блоки и пакеты материала отделенного от стенки срыва, 5 – оползневые „потоки”, 6 – аллювиальный конус или конус выноса, 7 – формы линейной водной эрозии, 8 – антропогенные формы: а – вал, б – плотина, с – выемка грунта или подрезка склона, d – крутой откос, е – узкие разрезы, 9 – курганы, 10 – насыпь, 11 – постоянный водоток, 12 – периодический водоток, 13 – водохранилище, 14 – трасса строящейся региональной дороги в Бжезе, 15 – линия геологического разреза, 16 – расположение геологического профиля, 17 – гипсы, 18 – компактные илы, 19 – пластичные илы, 20 – мелкозернистые пески, 21 – слоистые илы и пески, 22 – валунные глины, 23 – прогляциальные илы и глины, 24 – водно-ледниковый песок и гравий, 25 – торфы, 26 – лессы, 27 – речные пески, 28 – колювий, 29 – смещенный материал горной свалки, 30 – антропогенная насыпь, 31 – зона миграции воды в карстовых системах, 32 – направление смещения земляных масс, 33 – поверхности скольжения (Источник: составлено авторами)

Fig. 4. Landslide in the northern part of the Obora forest in Racibórz (No 1 in Table 1):

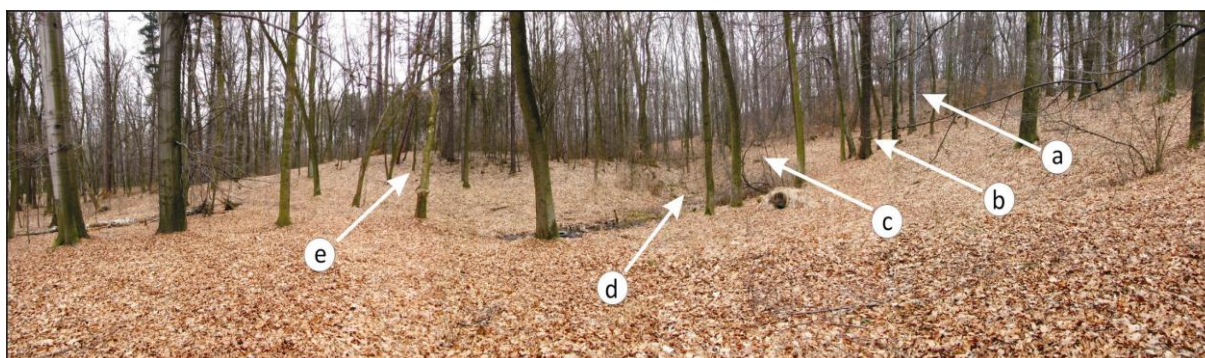
1 – range of the landslide: a – niche, b – tongue, 2 – landslide thresholds, 3 – niches and tongues in the area of the landslide, 4 – lumps and packets of material separated from the steep slope of the landslide, 5 – landslide “streams”, 6 – alluvial fan or debris cone, 7 – forms of linear water erosion, 8 – anthropogenic formations: a – bank, b – dyke, c – excavation or undercutting of the slope, d – slope, e – narrow V-valleys, 9 – barrows, 10 – embankment, 11 – permanent watercourse, 12 – periodical watercourse, 13 – water reservoir, 14 – planned course of the regional road in Brzezie (in construction), 15 – geological cross-section line, 16 – location of the geological profile, 17 – gypsums, 18 – compact clays, 19 – plastic clays, 20 – fine sands, 21 – layered sands and clays, 22 – tills, 23 – proglacial silts and clays, 24 – fluvioglacial sands and gravels, 25 – peats, 26 – loesses, 27 – alluvial sands, 28 – colluvia, 29 – spoil bank slide, 30 – anthropogenic embankment, 31 – water migration zone in karst systems, 32 – slide direction, 33 – slide surfaces (source: own study)



Rys. 5. Osuwisko w Brzeziu (nr 2 w tab. 1). Objasnienia jak na rys. 4 (źródło: opracowanie własne)

Рис. 5. Оползень в Бжезе (№ 2 в Таблице 1). Объяснения как на рис. 4 (источник: составлено авторами)

Fig. 5. Landslide in Brzezie (no. 2 in Table 1). Explanations as in fig. 4 (source: own study)



Fot. 2. Osuwisko w Brzeziu (tabela 1, nr 2) (fot. J. M. Waga, 11.03.2018 r.):

a – skarpa główna niszy osuwiskowej, b – skarpa niszy osuwiska potomnego, c i e – progi osuwiska potomnego, d – zatopiona obniżenie między progami osuwiskowymi

Фот. 2. Оползень в Бжезе (№ 2 в Таблице 1) (фот. Я. М. Вага, 11.03.2018 г.):

a – откос срыва оползневой цирка, b – откос вторичного оползневой цирка, c и e – ступени вторичного оползня, d – затопленная впадина между оползневыми ступенями

Photo 2. Brzezie Landslide (Table 1, no. 2) (photo by J. M. Waga, 11.03.2018)

a – main scarp of the landslide niche, b – scarp of the secondary niche, c and e – thresholds of the secondary niche, d – flooded depression between the landslide thresholds

Osuwisko w Pszowie (tabela 1, nr 5)

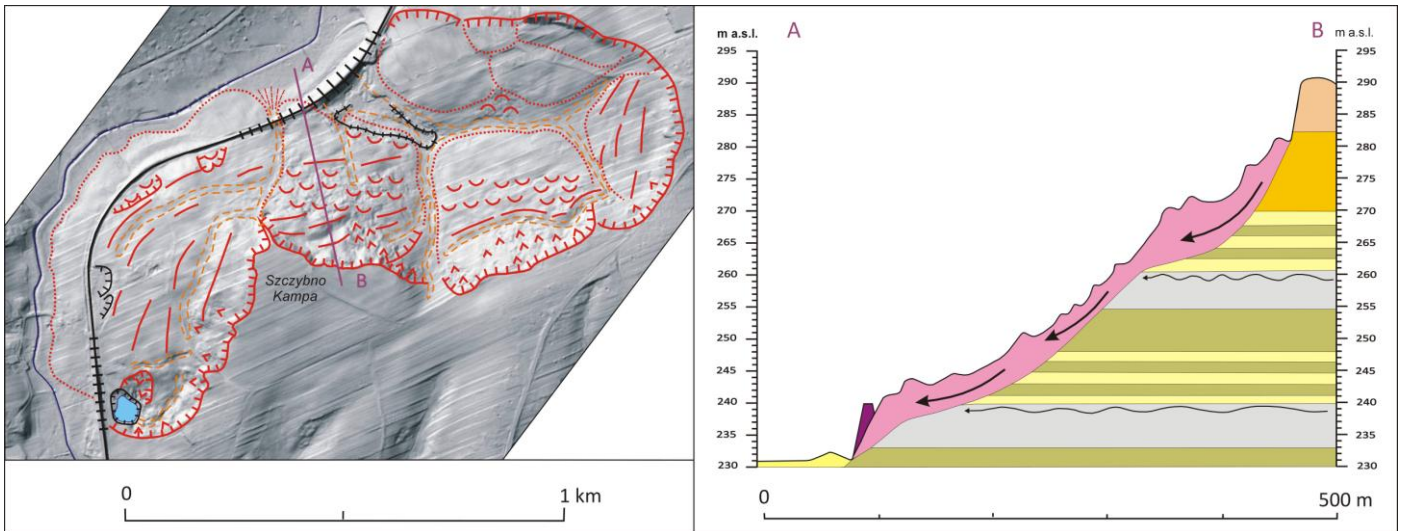
W Pszowie osuwiska występują w wielu miejscach, a największy ich zespół znajduje się na zachód od centrum miasta, na lewym zboczu doliny Syrynki (rys. 6). Można tam wyróżnić 7 różnej wielkości osuwisk, w których obrębie znajdują się formy podrzędne.

Trzy największe osuwiska należą do typu form złożonych. Wynika to z ich budowy wewnętrznej oraz budowy podłoża. Cechy osuwisk okolic Pszowa najlepiej charakteryzuje

forma znajdująca się w centralnej części tego zespołu, przez którą poprowadzono przekrój geologiczno-morfologiczny. Jest to, podobnie jak zdecydowana większość badanych form południowo-zachodniej części Kotliny Oświęcimskiej, osuwisko sufozyjne, złożone – rotacyjne z wtórnymi osunięciami spływowymi. Na stoku wzniesienia zwanego Szczybną Kampa układ ten jest piętrowo, dwukrotnie powtórzony. Taka sekwencja osuwiskowa jest związana z występującymi w podłożu soczewkami krasowijących gipsów krystalicznych, anhydrytu

i siarki, tkwiącymi wśród szarych ilów marglistych zawierających warstwy piasku. Osady te należą do tzw. serii gipsowo-solnej zamykającej sedymentację utworów dolnego tortonu. Nad nimi zalegają iły środkowego tortonu z warstwami silnie zawodnionych piasków i piasków pylastych, a wyżej utwory fluwiogla-

cialne czwartorzędu, lokalnie z wkładkami przemitych glin zwałowych. W górnej części osuwiska, pod bardzo stromą skarpą niszy głównej, widoczne są bryły i pakiety stosunkowo świeżo przemieszczonego materiału ziemnego, tworzące wyraźne nierówności.



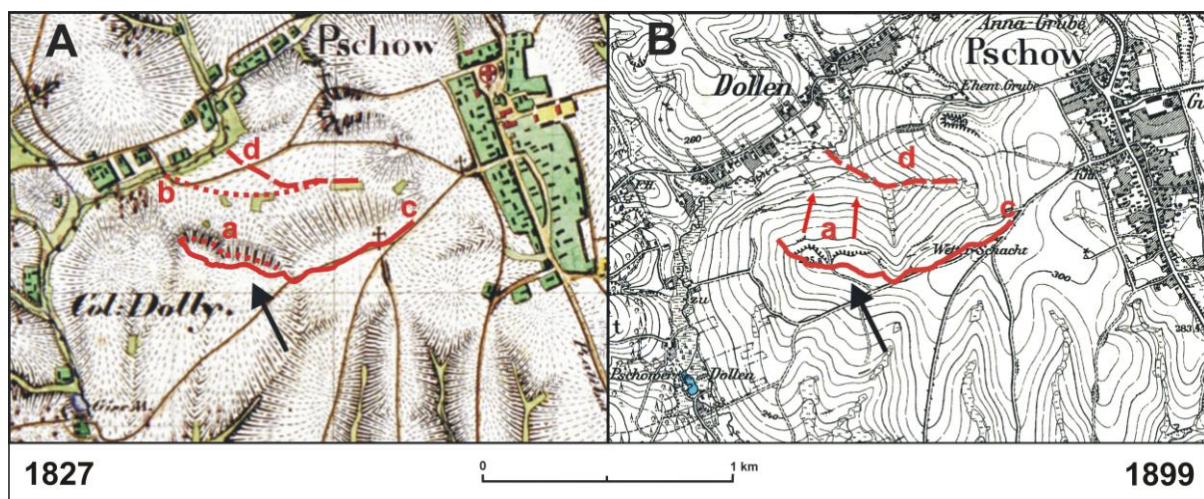
Rys. 6. Osuwisko w Pszowie (nr 5 w tab. 1). Objasnienia jak na rys. 4 (źródło: opracowanie własne)

Рис. 6. Оползень в Пшове (№ 5 в Таблице 1). Объяснения как на рис. 4 (источник: составлено авторами)

Fig. 6. Landslide in Pszów (no. 5 in Table 1). Explanations as in fig. 4 (source: own study)

W górnych częściach zboczy doliny Syrynki strome skarpy osuwisk istniały już na początku XIX w. (widoczne są na mapie z 1827 r. – rys. 7A). Porównanie ich zasięgu oraz przebiegu osi dolinki, znajdującej się między osuwiskami, z pozycją na mapie z 1899 r. (rys. 7B)

i współczesną, wskazuje na występowanie tam w ciągu niespełna 200 lat znaczących ruchów masowych. Ich rozwój wymagał m.in. sukcesywnego przesuwania drogi biegnącej południowym skrajem nisz osuwiskowych.



W okolicach Pszowa od lat 30. XIX w., poza charakterystycznymi dla badanego terenu naturalnymi przyczynami występowania osuwisk, pojawił się nowy czynnik – uruchomienie wydobywania węgla kamiennego w podziemnej kopalni „Anna” (KOWOL, 1939; JENCZMIONKA, URBASIK, 2002; KOŁODZIEJ, 2010). Choć już wcześniej na niewielką skalę odkrywkowo pozyskiwano tam gips i siarkę (OSMÓLSKI, 1969), to dopiero zakład górniczy eksploatujący węgiel mógł przez lata przyczynić się do istotnego zachwiania stabilności stoków i zboczy dolin. Pewną rolę w uaktywnieniu procesów stokowych w dolnej części opisywanego osuwiska mogła odegrać obecność zbiornika spiętrzonego w dolince na przedpołu jezora. W latach 60–70. XX wieku pełnił on funkcję osadnika.

Osuwisko w Rogowie (tabela 1, nr 7)

Ponad dwukilometrowej długości osuwisko w Rogowie jest dwudzielne (rys. 8). Część zachodnia, prostolinijna, została wykształcona w obrębie terasy interpretowanej jako forma

utworzona z glin wodnomorenowych zlodowacenia Sanu. Są to utwory określane jako eluwia piaszczyste (DROZD, TRZEPLA, 1998). Fragment wschodni, o zarysie amfiteatralnym rozwinął się na zboczu zbudowanym z eluwiów, a w części także z glin zwałowych łądolodu Sanu. Zasadnicze znaczenie w powstaniu osuwiska miało podcinanie stoku wysokiej terasy i zbocza doliny przez koryto Odry. Część zachodnia formy ma postać wielkich zerw prostolinijnych podlegających rotacji walcowej. Część wschodnia ma cechy zerwy o kształcie łukowym. Zasobne w wodę utwory piaszczyste dolnych partii skarpy spoczywają na nieprzepuszczalnych iłach miocenu oraz na glinach zwałowych zlodowacenia Sanu (rys. 8). W podobnych warunkach, w obrębie piaszczysto-iłastych osadów górnego tortonu i utworów fluwioglacjalnych zlodowacenia Odry powstały duże osuwiska w sąsiedniej Grabówce i Bluszczowie. Usytuowane są one tam na krawędzi terasy datowanej na kompleks środkowopolski (piętro Odry, bądź Odry i Warty) (SARNACKA, 1956; LEWANDOWSKI, 2015).

←-----

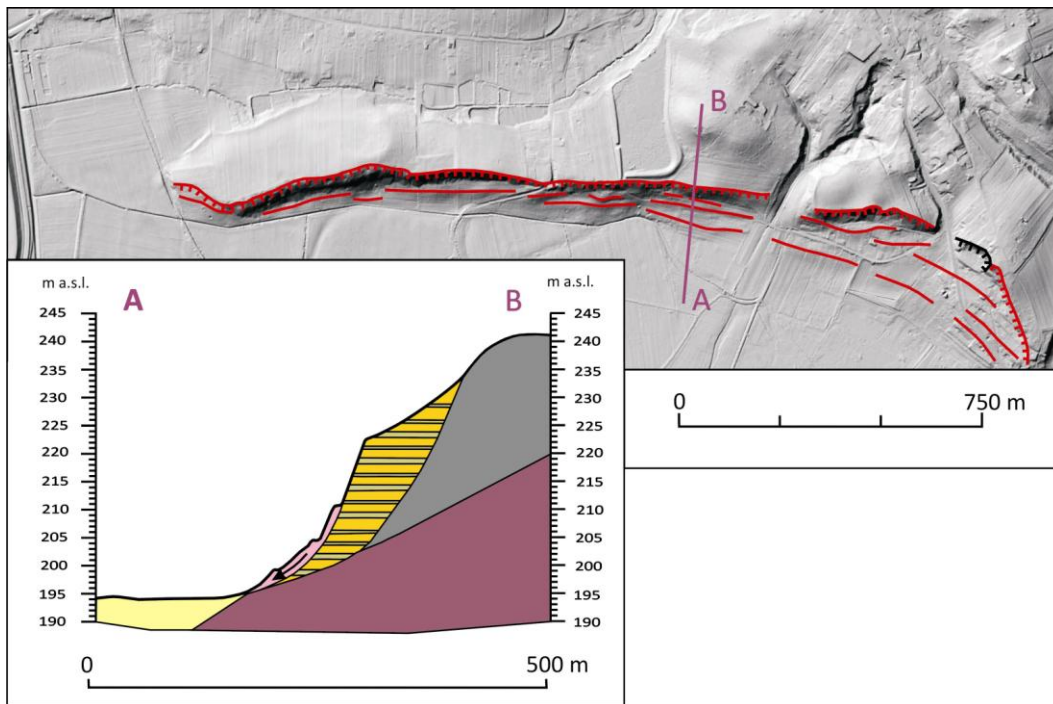
Rys. 7. Mapa okolic Pszowa z 1827 r. i 1899 r. Czarna strzałka wskazuje badane osuwisko w Pszowie: a – skarpa główna, b – dawny przebieg dolinki poniżej osuwiska, c – współczesny zasięg krawędzi nisz osuwiskowych, d – współczesny przebieg dolinki poniżej osuwiska (źródło: opracowanie własne na podkładzie Topographische Karte 1 : 25 000, arkusz Losau z 1827 r. i 1899 r.)

Рис. 7. Карта окрестностей г. Пшув с 1827 и 1899 гг. Черная стрелка показывает исследуемый оползень в г. Пшув:

a – стенка срыва, b – бывшее положение долины под оползнем, c – современные пределы края оползневых цирков, d – современное положение долины под оползнем (источник: составлено авторами на основании Topographische Karte 1 : 25 000, лист Losau от 1827 г. и 1899 г.)

Fig. 7. Map of the Pszów area from 1827 and 1899. The black arrow indicates the investigated Pszów landslide:

a – main scarp, b – former course of the valley below the landslide, c – contemporary range of the boundaries of landslide niches, d – contemporary layout of the valley below the landslide (source: own study based on Topographische Karte 1 : 25 000, Losau sheet of 1827 and 1899)



Rys. 8. Osuwisko w Rogowie (nr 7 w tab. 1). Objasnienia jak na rys. 4 (źródło: opracowanie własne)

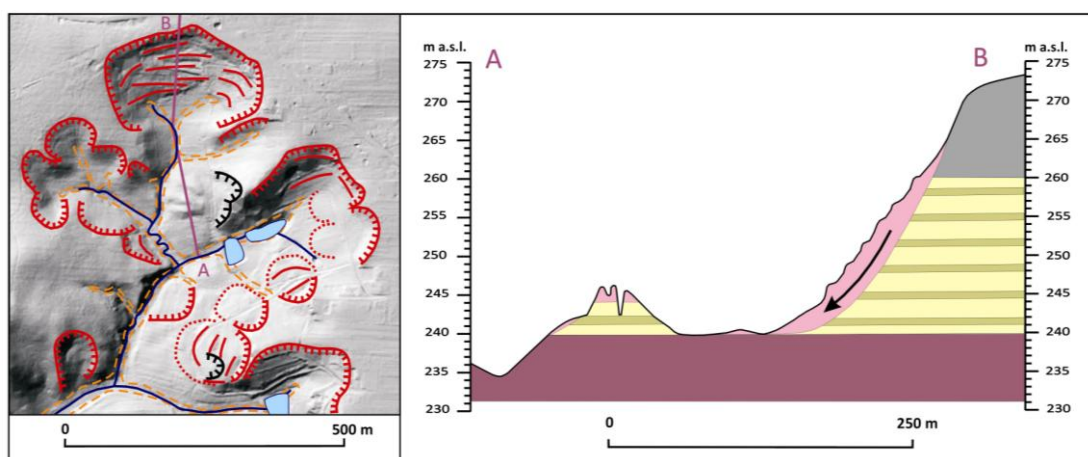
Рис. 8. Оползень в Рогове (№ 7 в Таблице 1). Объяснения как на рис. 4 (источник: составлено авторами)

Fig. 8. Landslide in Brzezie (no. 7 in Table 1). Explanations as in fig. 4 (source: own study)

Osuwisko w Czyżowicach (tabela 1, nr 8)

W strefie krawędziowej Płaskowyżu Rybnickiego, w Czyżowicach i kilku nieodległych miejscach w okolicy Wodzisławia Śląskiego, występują głębokie owalne leje źródłkowe połączo-

ne głębokimi dolinkami erozyjnymi (rys. 9). Dzieje się tak w miejscach, gdzie nieprzepuszczalne utwory ilaste lub zwięzłe gliny morenowe tworzą wysoki cokół, na którym zalegają piaski utrzymujące znaczne ilości wody (rys. 9). Piaski te przybierają postać kurzawek. Nad



Rys. 9. Osuwisko w Czyżowicach (nr 8 w tab. 1). Objasnienia jak na rys. 4 (źródło: opracowanie własne)

Рис. 9. Оползень в Чижовицах (№ 8 в Таблице 1). Объяснения как на рис. 4 (источник: составлено авторами)

Fig. 9. Landslide in Czyżowice (no. 8 in Table 1). Explanations as in fig. 4 (source: own study)

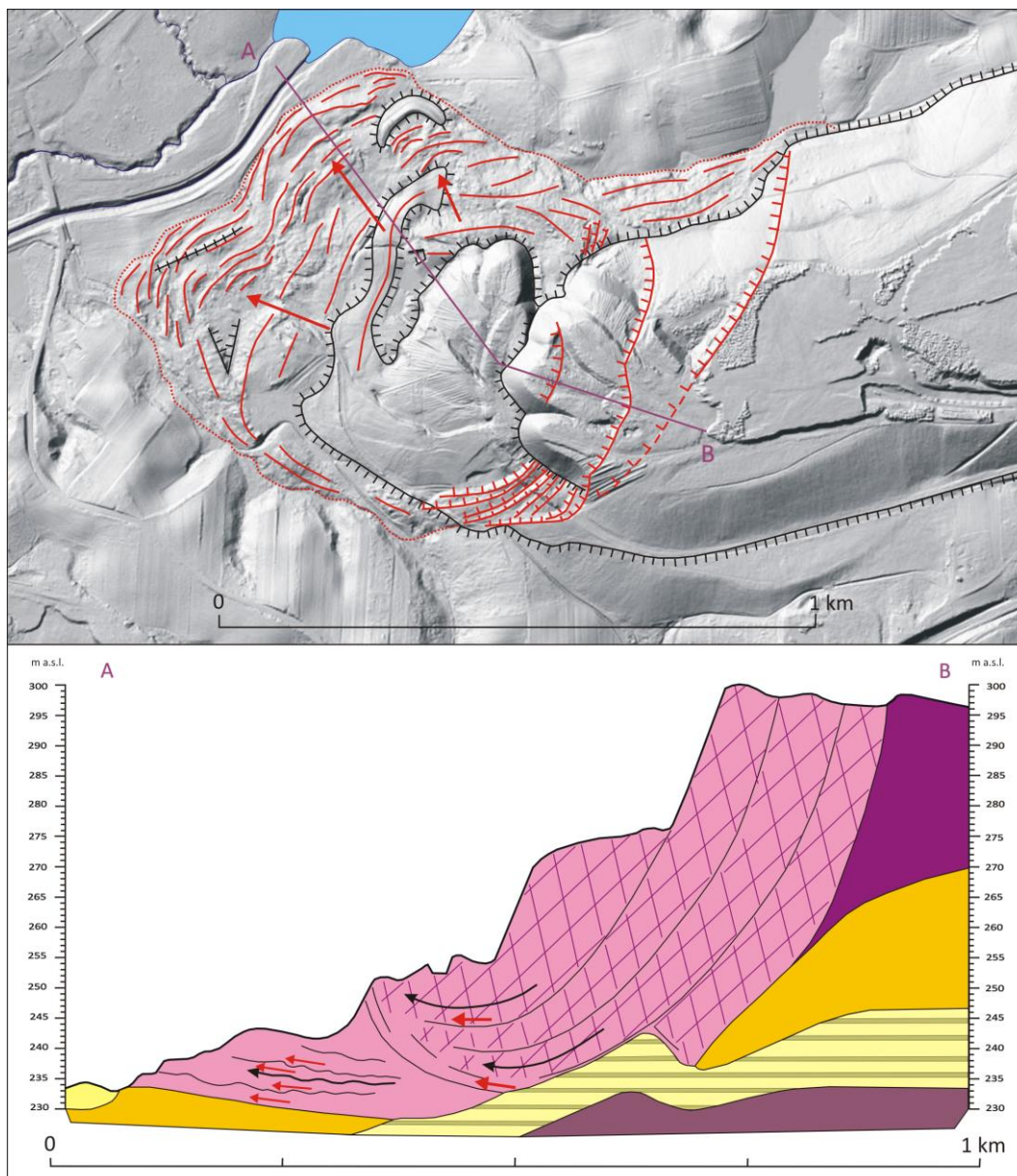
nimi leżą osady bardziej zwięzłe, pozwalające zachować strome bądź nawet pionowe ścianki, są to np. gliny zwałowe lub lessy. Erozja wste-

czna sięgająca owalnych nisz źródłkowych, musiała postępować dosyć szybko. W miejscach jej spowolnienia rozwijały się dookoła nisz

źródłiskowe, a na ich zboczach osuwiska o cechach zerw i spływy ziemne. Analiza obrazu LiDAR wykazała, że podobne formy spotykane są na krawędziach Równiny Świeckiej i Pojezierza Starogardzkiego, podciętych przez dolinę Dolnej Wisły (w okolicach Świecia i koło Nowych).

Osuwisko w Jastrzębiu-Zdroju Pochwaci (tabela 1, nr 9)

Osuwisko w Pochwaci jest formą antropogeniczną obejmującą dużą część wielkiego zwał przywęglowej skały płonnej oraz jego sąsiedztwa, w tym naturalne utwory podłoża (rys. 10).



Rys. 10. Osuwisko w Jastrzębiu-Zdroju Pochwaci (nr 9 w tab. 1), stan z 2013 r. Objaśnienia jak na rys. 4 (źródło: szkic geomorfologiczny – opracowanie własne, przekrój geologiczny – opracowanie własne na podstawie danych z artykułu P. KROKOSZYŃSKIEGO, S. RYBICKIEGO, 2010)

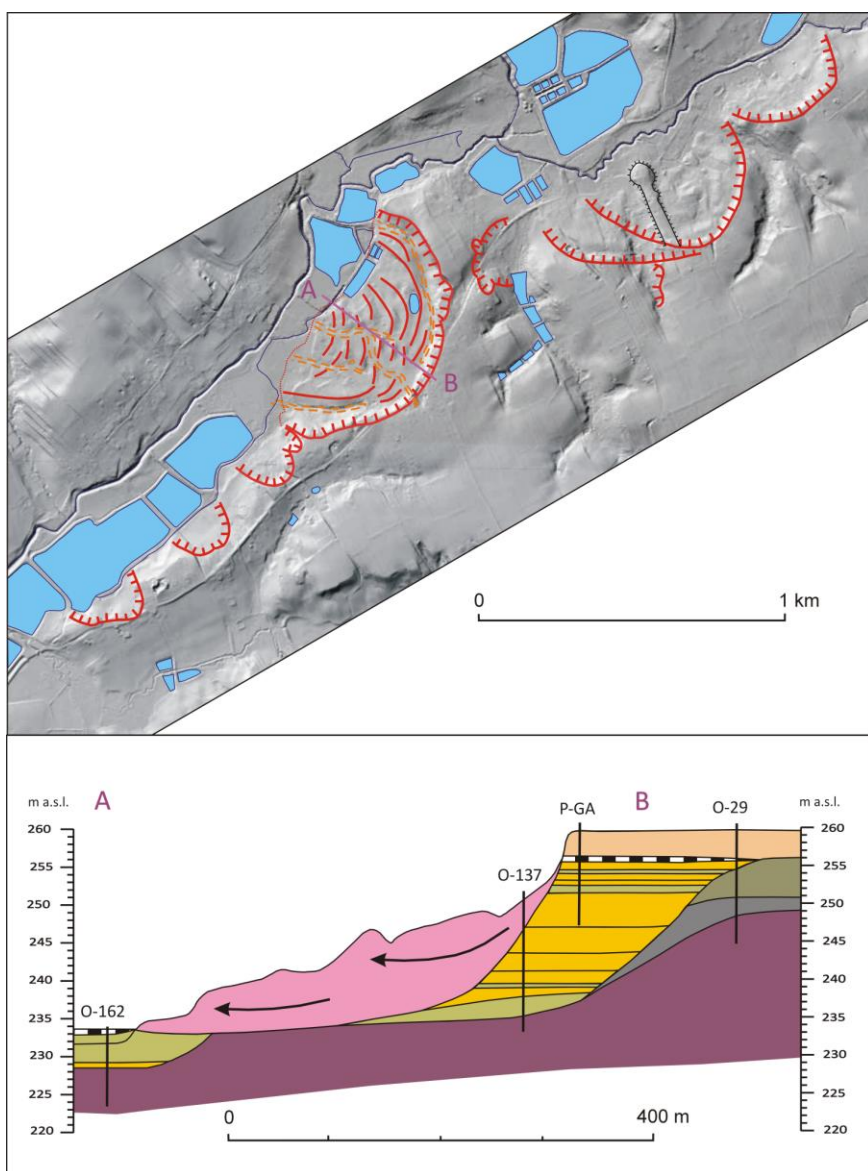
Рис. 10. Оползень в Ястжембе-Здруй Похвате (№ 9 в Таблице 1), по состоянию на 2013 г. Объяснения как на рис. 4 (источник: геоморфологический очерк составлено авторами, геологический разрез составлено авторами на основе данных статьи: P. KROKOSZYŃSKI, S. RYBICKI, 2010)

Fig. 10. Landslide in Jastrzębie-Zdrój Pochwacie (no. 9 in Table 1), as of 2013. Explanations as in fig. 4 (source: geomorphological sketch – own study, geological section – own study based on the data from article by P. KROKOSZYŃSKI, S. RYBICKI, 2010)

Liczne uskoki widoczne w obrębie zwału wskazują na etapowe jego osuwanie i wypieranie materiału stanowiącego naturalne podłoże hałdy. Są to silnie zawodnione utwory piaszczysto-ilaste tortonu, pokryte osadami wodnolodowcowymi z zimnego piętra Odry, spoczywające na zwięzłych iłach. Ciężar zwału oddziaływał najbardziej efektywnie wzdłuż osi dolinki, w której był formowany, w stronę poprzecznie przebiegającej doliny Szotkówki. Na czole osuwiska można zaobserwować przynajmniej trzy „strumienie” przemieszczającego się materiału.

Osuwisko w Pielgrzymowicach (tabela 1, nr 10)

Osuwisko w Pielgrzymowicach jest charakterystycznym przykładem form występujących w okolicach Zebrzydowic. Jego główną cechą jest silnie rozbudowana amfiteatralna nisza z nisko osadzonymi w jej obrębie progami ziemnymi (rys. 11). Nachylenie terenu w obrębie niszy jest relatywnie mniejsze niż w poprzednio omawianych osuwiskach. Osunięciu podlegały tam budujące zbocze piaski wodnolodowcowe i rzeczne, miejscami przewarstwione laminami iłów. W podłożu zalegają nieprzepuszczalne, zwięzłe iły miocenu środkowego, gliny zwałowe i osady zastoiskowe zlodowacenia Sanu.



Rys. 11. Osuwisko w Pielgrzymowicach (nr 10 w tab. 1).

Objaśnienia jak na rys. 4 (źródło: opracowanie własne)

Рис. 11. Оползень в Пельгжимовице (№ 10 в Таблице 1).
Объяснения как на рис. 4
(источник: составлено авторами)

Fig. 11. Landslide in Pielgrzymowice (no. 10 in Table 1).
Explanations as in fig. 4 (source: own study)

Dyskusja

Z danych SOPO i mapy podatności osuwiskowej Polski (WOJCIECHOWSKI, 2019) wynika, że do stref najbardziej zagrożonych osuwiskami należą zbocza dolin rzecznych. Podobną sytuację stwierdzono na obszarze badań.

Najstarsza generacja wielkich form powstałych na skutek rozwoju ruchów masowych, występujących w okolicach Pogrzebienia i Lubomi, przypomina kształtem pozostałości lodowców gruzowych (GORBUNOW, 1988; KOTARBA, 2007), czy bardziej błotno-gruzowych. Mogły się tam osunąć masy ziemne bardzo silnie przepojone wodą, zawierające dużą ilość lodu gruntowego, a może także lodu fosylnego pochodzącego z brzeźnych partii lobu lodowcowego z piętra Odry.

Degradacja lodu gruntowego z późniejszych pięter zimnych mogła być również przyczyną rozwoju innych osuwisk Kotliny Oświęcimskiej. U schyłku ostatniego piętra zimnego i na początku holocenu, podobnie jak dziś w strefach peryglacialnych, powszechny był rozwój osuwisk kriogenicznych (DYKE, 2004; LYLE, HUTCHINSON, PRESTON, 2005; BŁASZKIEWICZ, 2005; WEI i in., 2006; LEIBMAN i in., 2015; TYSKOWSKI i in., 2015). Szczególnie intensywna degradacja zmarzliny i rozwój termokrasu zachodziły wówczas na obszarach Polski środkowej i przedgórze w początkach böllingu i allerødu (DYLIK, 1970; JERSAK, SENDOBRY, ŚNIESZKO, 1992). Prawdopodobnie wiele reliktowych form osuwiskowych Kotliny Oświęcimskiej ma w całości lub w części taką genezę.

Osuwisko w północnej części lasu Obora w Raciborzu ma cechy bardzo zbliżone do form występujących współcześnie w strefie peryglacialnej północnej Kanady, np. w dolinach rzek Mackenzie (WANG, PAUDEL, LI, 2009) i Magundy (LYLE, HUTCHINSON, PRESTON, 2005). Jego nisza znajduje się jednak w wyższej części zbocza i podobnie jak w przypadku osuwiska w dolinie Magundy, w Oborze silnie nasycony wodą materiał spłynął z niszy rynną stokową o długości 240 m, tworząc u podstawy zbocza szeroki jezior, zniszczony później przez erozję boczną Odry i działalność człowieka (zwałowa-

nie mas ziemnych z kanału ulgi na Odrze, budowę linii kolejowej i dróg oraz prace agrotechniczne). Można stwierdzić, że ta forma osuwiskowa ma charakter złożony. W części przypomina spływ o cechach *retrogressive thaw flow* (HIGHLAND, BOBROVSKY, 2008), a w części błotne osuwisko translacyjne. Najprawdopodobniej uruchomiło się ono u schyłku piętra Wisły na skutek silnego przesylenia wodą rozmarzających piasków spoczywających na iltach. Górna część niszy osuwiska nie rozwinęła się w tak spektakularny sposób, jak nisza dolna. Przyczyną tego, poza mniejszym spadkiem terenu, mogło być znaczne obniżenie ciśnienia hydrostatycznego w gruncie (odsączenie piasków i obniżenie poziomu zwierciadła wód gruntowych).

Podobne, choć mniejsze i nie tak dobrze wykształcone formy znajdują się w trzech sąsiednich dolinkach rozcinających zachodnią krawędź Płaskowyżu Rybnickiego.

W strefach krawędzi Płaskowyżu Rybnickiego i Wysoczyzny Kończyckiej oraz w obrębie Bramy Bąkowskiej powstawały także niewielkie formy osuwiskowe podobne do osuwisk kriogenicznych: opisanych z Tybetu *thaw slump* (WEI i in., 2006), czy z Półwyspu Jamał *progressive flows* (LEIBMAN i in., 2015). Zarysy ich płytkich nisz zostały silnie złagodzone bądź zatarte przez późniejsze procesy geomorfologiczne.

U schyłku piętra Wisły w obrębie den dolin Odry, Olzy i Piotrówki, podobnie jak w dolinach innych rzek Polski, rozwijały się wielkopromienne meandry (KOZARSKI, 1991; ROTNICKI, STARKEL, 1991; STARKEL, 2000). Podcinały one zbocza dolin i wysokie terasy, wyzwalając procesy osuwiskowe. Takie warunki panowały w dolinie Odry od Gorzyczek po Racibórz Oborę, lokalnie w dolinie Olzy i w dolinie Piotrówki. Duże osuwiska mogły być jeszcze aktywne w początkach preboreau, a niektóre z nich – powstawać w tym okresie.

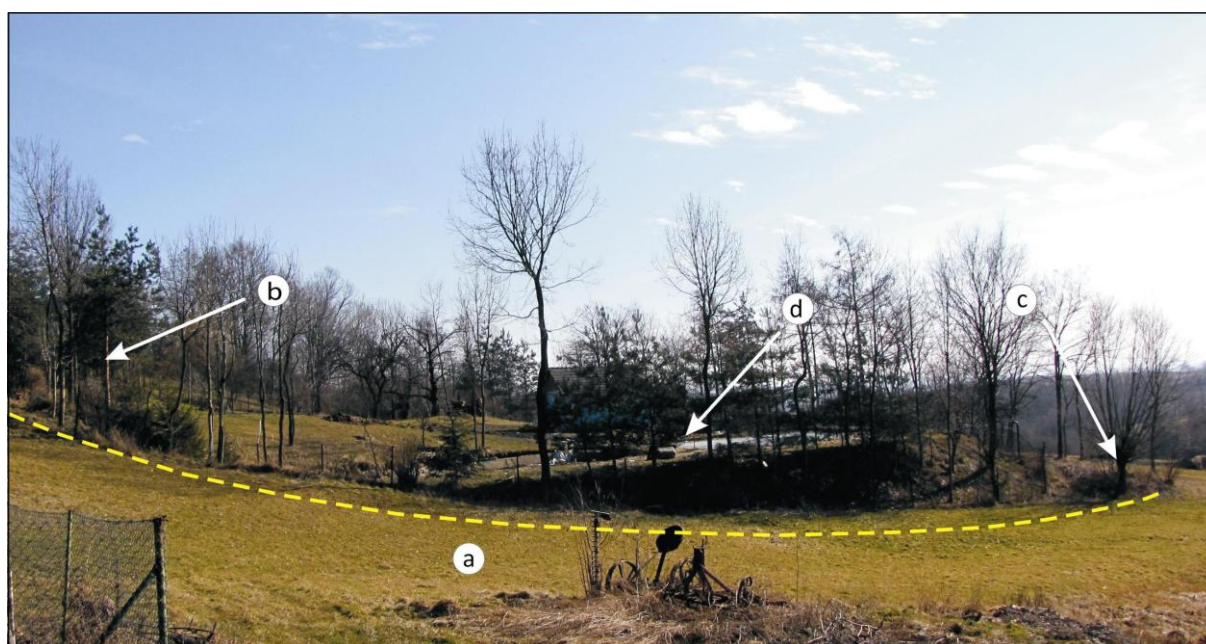
W klastycznych osadach wypełniających dno przedgórskiej pradoliny Bąkowskiej występują duże ilości wód gruntowych. Z pewnością były one znacznie większe w trakcie gwałtownego rozpadu wieloletniej zmarzliny i rozcinania dna pradoliny przez system rzeczny Pio-

trówki i Pielgrzymówki. Opisane w artykule osuwisko w Pielgrzymowicach przypomina osuwisko rotacyjne znad Little Salmon Lake na Półwyspie Jukon (LEWKOWICZ, 1988; LYLE, HUTCHINSON, PRESTON, 2005), z doliny Mackenzie w okolicach Old Ford Point (DYKE, 2004) czy osuwisko Lemieux koło Ottawy (HIGHLAND, BOBROVSKY, 2008). Podobnie jak w przypadku form w Old Ford Point oraz Lemieux, w Pielgrzymowicach silnie zawodnione kolumium przemieściło się bardzo nisko w kierunku dna doliny, odsłaniając stromą i wysoką skarpe główną. Wskazuje to na szybki proces zejścia ze zboczy mas ziemnych, zapewne w warunkach podtopienia dna doliny.

Na badanym terenie osuwiska rozwijały się intensywnie również w początkach okresu atlantyckiego i subborealnego, co wiązało się głównie ze znacznym wzrostem opadów (RALSKA-JASIEWICZOWA, STARKEL, 1991, MARGIELEWSKI, 1998). W okresie lat opadowych dochodziło do intensywnej erozji i przesylenia wodą gruntu. Powodzie, podobnie jak w okresie ostatnich 300 lat, często wywołane spływem wód z obszarów górskich Beskidów i Sudetów (CZAJA, 2011, 2018), zalewały dna dolin Odry, Olzy, Piotrówki po podstawy zboczy.

W neolicie i wczesnym średniowieczu na efekty zmian klimatycznych zaczęły nakładać

się wpływy wywołane działalnością człowieka (FOLTYN, 1998; SZYDŁOWSKI, PIERZYNA, 1970; KLIMEK, 2007) sprzyjające wyzwaniu ruchów masowych. Największe znaczenie pod tym względem miała wówczas zmiana obiegu wody na skutek odlesiania terenu, uprawy określonych gatunków roślin, stosowania niektórych technik uprawowych i hodowlanych. Kolejny znaczący okres w rozwoju rzeźby terenu, w tym osuwisk, rozpoczął się w średniowieczu i trwa do dziś. Na ten okres przypada gwałtowny rozwój osadnictwa, rolnictwa, gospodarki stawowej i przemysłu. Tworzono rozległe powierzchnie nieprzepuszczalne i trudno przepuszczalne (place, drogi, duże dachy), do osad dostarczano dodatkowe ilości wody i produkowano ścieki. Niejednokrotnie źle organizowano system odprowadzania wód opadowych, roztopowych i płynnych nieczystości. Zaczęto również nadmiernie obciążać grunty o słabej stateczności budynkami, konstrukcjami, nasypami i zwałami. Rozwój gospodarki stawowo-hodowlanej i hydroenergetyki skłaniał do piętrzenia wody i prowadzenia kanałów u podstawy zboczy dolin, a nawet w ich obrębie. Współcześnie przykładami zbiorników o podobnej lokalizacji mogą być niewielkie stawy rybne, śródleśne, parkowe i ogrodowe „oczka wodne” (rys. 4, 5, 6, 9, 11, fot. 2 i 3).



W przeszłości w mniejszych dolinach podobną rolę mogły odgrywać także zalewiska bobrów, chronionych jako gatunek o specjalnym znaczeniu gospodarczym.

Przyrost powierzchni sztucznych akwenów w zlewni górnej Odry, liczących nawet po 100 ha, połączonych w rozległe kompleksy, powodował lokalnie wzrost parowania (por. WACHOWSKA-SERWATKA, SERWATKA, 1964) i miał wpływ na podniesienie tam sumy opadów.

Rozwojowi osadnictwa i przemysłu towarzyszyło zapotrzebowanie na surowce i rozwój sieci infrastrukturalnych. Podkopywano skarpy o zaburzonej stateczności, utrudniano przepływ wód gruntowych przez głębokie fundamentowanie lub zagęszczanie gruntu pod drogami i torowiskami. W kolejnych latach zaczęły powstawać zalewiska i przebiecia hydrauliczne w skałach wywołane uszkodzeniami górnictwem. Dochodziło też do przerywania rurociągów i ucieczki z nich wody do gruntu. Do naturalnych, sporadycznych wstrząsów tektonicznych (KOWOL, 1939; PAGACZEWSKI, 1972; GUTERCH, 2009) dołączyły bardzo częste tąpnięcia.

Na badanym terenie górnictwo węgla kamiennego zaczęło pełnić rolę istotnego czynnika morfotwórczego od XIX w. W następnym stuleciu ujawniła się wielka skala tego problemu (KICZAN, 1968; WRONA, 1975). W latach 60. i 70–80. XX w. prowadzono liczne badania i dyskusje na temat wpływu górnictwa na rozwój osuwisk w Rybnickim Okręgu Węglowym (m. in. KRAJEWSKI, FURMAŃSKI, PANASIUK, 1968; KRAJEWSKI i in., 1969; PALKI, 1981; KRAJEWSKI, RYBICKI, KROKOSZYŃSKI, 1982; RYBICKI, KROKOSZYŃSKI, 1988). Wskazano, że największy wpływ

na wyzwalanie się osuwisk na terenach górniczych ma wzrost wilgotności gruntu (ROGOŹ, 1974) i zaburzenie jego pierwotnej struktury poprzez ściskanie i rozciąganie wywołane przechodzeniem frontu eksploatacyjnego w płytko położonych pokładach węgla (RYBICKI, KROKOSZYŃSKI, 1988). Działalność górnictwa oddziałuje na słabo stateczny stok również poprzez: wstrząsy, wibracje, obciążenie terenu zwalami górnictwem i gwałtowne przemieszczenie zwalowanych mas (Report... 1966).

W Pszowie rola kopalni węgla mogła być tym ważniejsza dla rozwoju osuwisk, że w jej obszarze wydobywczym przebiegają duże, aktywne uskoki tektoniczne (KRAJEWSKI i in. 1969), a nad pokładami węgla zalegają lite piaskowce mające tendencję do generowania dużych naprężeń i uwalniania się dużej energii w czasie zawałów (KONOPKO, BUKOWSKA, 2008).

W Jastrzębiu Zdroju Pochwaci powstanie osuwiska było następstwem niewłaściwego rozpoznania i przygotowania podłoża pod zwałowisko, a także nieprawidłowego sposobu składowania odpadów górniczych. Spowodowało to wyzwolenie procesów osuwiskowych oraz znaczny i szybki awans trzech „strumieni” mas ziemnych w obrębie jezora osuwiskowego. Rozwój „strumienia” zlokalizowanego na północy mógł się wiązać z powstaniem w jego sąsiedztwie niecki z osiadania (BADURA, 2014a, b) i z podparciem przez tarasy oporowe czoł dwóch pozostałych „strumieni”. W bazie PIG w przypadku formy 88391 KRO (<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/Wyszukaj3>) duża część dna doliny Szotkówki została także oznaczona jako strefa osunięcia.

←-----

Fot. 3. Pogrzebień. Osuwisko położone poniżej linii zabudowy wsi, w obrębie niszy formy osuwiskowej pierwszej generacji (nr 4 w tabeli 1) (fot. J. M. Waga, 11. 03. 2018 r.):

a – zarys dna niszy osuwiskowej, b – skarpa niszy osuwiskowej, c – próg osuwiskowy, d – staw otoczony groblą piętrzącą

Фот. 3. Погжэбень. Оползень расположенный ниже линии деревенских зданий, в цирке оползневой формы первой генерации (№ 4 в Таблице 1) (фот. Я. М. Вага, 11.03.2018):

a – контур нижней части оползневого цирка, b – склон оползневого цирка, c – оползневая ступень, d – пруд окруженный плотиной

Photo 3. Pogrzebień. Landslide located below the village buildings line, within the niche of the first generation landslide form (no. 4 in Table 1) (phot. by J. M. Waga, 11.03.2018):

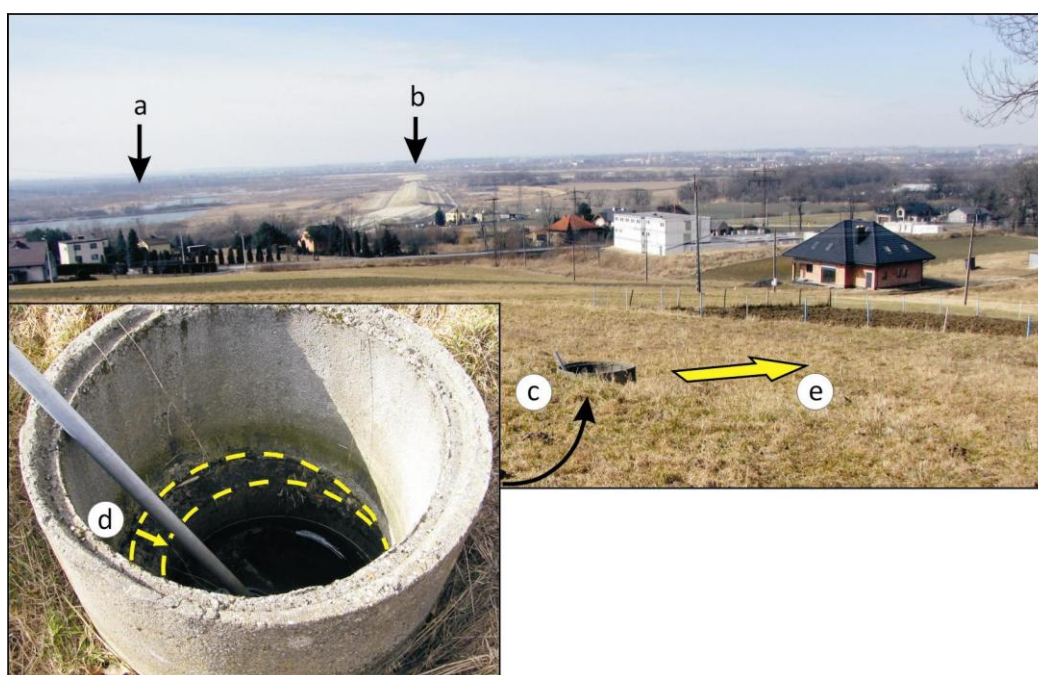
a – outline of the bottom of the landslide niche, b – slope of the landslide niche, c – landslide threshold, d – pond surrounded by a dyke

Złożoność procesu osuwania i wypierania materiału na przedpolu zwał w Pochwaciu powoduje, że trudno jest interpretować przebieg powierzchni poślizgu poszczególnych osunięć. P. KROKOSZYŃSKI i S. RYBICKI (2010) wskazują na dwie strefy zaburzeń w otworach inklinometrycznych w wyższej części jezora osuwiskowego: 10–14 m i 25–28 m poniżej powierzchni terenu. Jednocześnie w 10-metrowych profilach w dolnej części jezora uchwycono 3–5 stref przemieszczeń. Materiał ziemny w tej części jezora został silnie zaburzony. Z. ADAMCZYK (2014) wskazuje, że piaski tworzące spągową partię jezora osuwiskowego, występujące w przedziale głębokości 13,5–29,8 m p.p.t., mają właściwości mechaniczne sprzyjające tworzeniu się kurzawki.

W dolinie Szotkówki powyżej czoła osuwiska utworzył się zbiornik wodny (zalewisko „Półomia”). Przyczyną jego powstania, poza tamującą rolą jezora osuwiskowego, był intensywny

proces górniczego osiadania terenu (ADAMCZYK, 2014; BADURA, 2014a, b).

Na badanym obszarze, poza terenami górniczymi, za najbardziej zagrożone ruchami masowymi uznaje się okolice Zebrzydowic (SIKORA, PIOTROWSKI, 2013). Niestabilna jest też sytuacja wschodniego zbocza doliny Odry (CHMURA, SIKORA, WILANOWSKI, 2010; SIKORA, PIOTROWSKI, 2013, 2015). Trudno określić, jak się ono zachowa po proponowanym ostatnio, trwałym spiętrzeniu wody w Zbiorniku Racibórz Dolny (por. rys. 3) – zaplanowanym przecież jako suchy zbiornik przeciwpowodziowy. W Brzeziu, w obrębie zboczy położonych w odległości około 300–500 m od zapory czołowej Zbiornika Racibórz Dolny, do niedawna wykorzystywanych jedynie rolniczo, już obecnie obserwowane są objawy pełznięcia gruntu (fot. 4). Także w Brzeziu, na dużym osuwisku zaplanowano budowę węzła drogowego na trasie Racibórz–Pszczyna (rys. 5).



Fot. 4. Brzezie. Wschodnie zbocze doliny Odry (fot. J. M. Waga, 11. 03. 2018 r.):
a – czasza zbiornika Racibórz Dolny, b – zapora czołowa, c – studnia o zaburzonym rotacyjnie i zdyslokowanym profilu, d – 12-centymetrowe przesunięcie dolnego kręgu, e – kierunek migracji mas ziemnych

Фот. 4. Бжезе. Восточный склон долины р. Одры (фот.: Я. М. Вага, 11.03.2018):
a – чаша водохранилища Рацибуж Дольный, b – фронтальная плотина, c – колодец с ротационно смещенными кольцами и нарушенным профилем, d – смещение нижнего круга на 12 см, e – направление движения земляных масс

Photo 4. Brzezie. Eastern slope of the Oder valley (phot. by J. M. Waga, 11.03.2018):
a – Racibórz Dolny reservoir bowl, b – front dam, c – well with a rotationally disturbed and dislocated profile, d – 12 cm offset of the bottom ring, e – direction of migration of earth masses

Podsumowanie

Południowo-zachodnia część Kotliny Oświęcimskiej jest obszarem, na którym występują liczne osuwiska. Dla ich rozwoju istotna jest tam budowa geologiczna: występowanie horyzontalnie zalegających warstw utworów klasycznych o różnej granulacji, wodochłonności i przepuszczalności oraz cechy rzeźby: intensywne urzeźbienie, w tym obecność stromych zboczy w głębokich dolinach Odry, Olzy i ich dopływów. Zdecydowana większość badanych na tym obszarze form to osuwiska ziemne, sufozyjne, złożone – rotacyjne z wtórnymi osunięciami spływowymi. We wszystkich przypadkach bardzo dużą rolę odgrywają upływające się warstwy piasków (kurzawek) występujących w spągu pakietów osuwiskowych nad warstwami ilastymi, mułkowymi lub gliniastymi. Interesujący przykład formy, gdzie nastąpiło przemieszczenie dużych ilości przesyconych wodą warstw gruntu znajduje się w północnej części lasu Obora w Raciborzu. W niektórych niszach osuwiskowych okresowo lub stale występują młaki i wysięki. W innych, widoczne są już jedynie wyschnięte ich relikty. Okres rozwoju większości osuwisk na tym obszarze trwał od schyłku zimnego piętra Wisły przez holocen, są tam jednak i pozostałości dużych starszych form. Mogą one sięgać wiekiem schyłku piętra Odry.

Szczególnym przypadkiem młodego osuwiska jest forma obejmująca zwał przywęglowej skały płonnej w Jastrzębiu-Zdroju Pochwaci i jej sąsiedztwo. Osuwisko to jest obecnie stabilizowane, a okolica zabezpieczona przed wtórnymi skutkami jego rozwoju (niekorzystna zmiana stosunków wodnych w zlewni Szotkówki). Przykład ten dobitnie pokazuje, jak ważna jest wiedza na temat predyspozycji osuwiskowych na tym obszarze. Sprzyja ona prawidłowemu planowaniu przestrzennemu i opracowywaniu systemów zabezpieczeń oraz unikaniu konieczności wdrażania kosztownych działań naprawczych.

Literatura

- Absalon D., Jankowski A. T., Leśniak M., 2003: Komentarz do Mapy hydrograficznej w skali 1 : 50 000, arkusz M-34-61-D Wodzisław Śląski. Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego, Katowice.
- Adamczyk Z., 2014: Budowa geologiczna terenu. W: Białecka B., Biały W. (red.): Tereny pogórnice – szanse, zagrożenia. Analiza przypadku. PA NOVA SA, Gliwice: 57–83.
- Badura H., 2014a: Analiza przestrzenna i funkcjonalna terenu. W: Białecka B., Biały W. (red.): Tereny pogórnice – szanse, zagrożenia. Analiza przypadku. PA NOVA SA, Gliwice: 43–44.
- Badura H., 2014b: Deformacje powierzchni pod wpływem eksploatacji podziemnej. W: Białecka B., Biały W. (red.): Tereny pogórnice – szanse, zagrożenia. Analiza przypadku. PA NOVA SA, Gliwice: 82–94.
- Bajgier M., 1994: Rozwój osuwisk w czołowej strefie płaszczowiny magurskiej w dorzeczu górnej Soły. *Przegląd Geograficzny*, 66: 375–388.
- Banach M., 1977: Rozwój osuwisk na prawym zboczu doliny Wisły między Dobrzyniem a Włodawkiem. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 124: 101 s.
- Banach M., Kaczmarek H., Tyszkowski S., 2013: Rozwój osuwisk w strefie brzegowej sztucznych zbiorników wodnych na przykładzie osuwiska centralnego w Dobrzyniu nad Wisłą, *Zbiornik Włodawski. Przegląd Geograficzny*, 85, 3: 397–415.
- Błaszkiwicz M., 2005: Późnoglacialna i wczesnoholocenska ewolucja obniżen jeziornych na Pojezierzu Kociewskim (wschodnia część Pomorza). *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 201, 192 s.
- Brodziński I., Gałka M., Wilk S., Lis J., Pasieczna A., Bojakowska I., Wołkowicz S., Strzemińska K., Krieger W., 2004a: Objasnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1 : 50 000, Arkusz Zabelków (990). *PIG*, Warszawa: 41 s.
- Brodziński I., Gałka M., Wilk S., Lis J., Pasieczna A., Wołkowicz S., Strzemińska K., Krieger W., 2004b: Objasnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1 : 50 000, Arkusz Rydułtowy (967): *PIG*, Warszawa, 45 s.
- Brodziński I., Gałka M., Wilk S., Lis J., Pasieczna A., Wołkowicz S., Strzemińska K., Krieger W., 2004c: Objasnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1 : 50 000, Arkusz Zebrzydowice (991). *PIG*, Warszawa, 38 s.
- Bober L., 1984: Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 340: 115–158.
- Borecka A., Kaczmarzyk R., 2007: Geologiczno-inżynierska ocena zagrożeń osuwiskowych

- w utworach lessowych południowo-wschodniej Polski. *Geologos*, 11: 347–356.
- Chmura A., Sikora R., Wilanowski S., 2010: Stworzenie rejestru zawierającego informacje o ruchach masowych ziemi na obszarze powiatu raciborskiego. Etap I. Rozpoznanie terenów zagrożonych osuwaniem się mas ziemi wraz z programem wykonania prac terenowych oraz dokumentowania osuwisk na obszarze powiatu raciborskiego, punkt planu: 95.3500.1004.09.0. PIG, Sosnowiec. 28 s.
- Cruden D. M., Varnes D. J., 1996: Landslide types and processes. In: Turner A. K., Schuster R. L. (eds): *Landslides: Investigation and Mitigation*, Transportation Research Board. Special Report, 247: 36–75.
- Czaja S., 2011: Powódzie w dorzeczu górnej Odry. UŚ, Katowice: 211 s.
- Czaja S., 2018: Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne w rejonie Opola od XVI do połowy XX wieku. W: Lenart M., Starczewska-Wojnar A. (red.): *Odra – rzeka wspomnień i wyzwań. Część 1, Ocalone dla przyszłości – Odrzańska droga wodna: studia i materiały (Opolska Droga Rieczna. Analizy)*. Archiwum Państwowe w Opolu, Opole: 24-43.
- Czaja S., Radosz J., 1989: Zmienność opadów atmosferycznych na terenie województwa katowickiego w latach 1961–1980. *Czasopismo Geograficzne*, 60, 2: 177–189.
- Czarnecki L., Goździk J., 2007: Osuwiska w województwie łódzkim i ich szczególny charakter w wyrobisku KWB „Bełchatów”. *Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Geographica Physica*, 8: 165-183.
- Czarnuch Z., 2012: Wysokie stany i powódzie na wodach Odry, Warty i Noteci. *Kalendarium. Część I. Nadwarciański Rocznik Historyczno-Archiwalny*, 19: 105–119.
- Demoulin A., Glade T., 2004: Recent landslide activity in Manaihan, East Belgium. *Landslides*, 1: 305–310.
- Dokumentacja geologiczno-inżynierska do założeń techniczno-ekonomicznych zbiornika wodnego „Zebrzydowice” na rzece Pielgrzymówce, woj. katowickie. Przeds. Geol. Bud. Wodnego „Hydrogeo” Oddz. w Warszawie. Warszawa, luty 1987.
- Drozd M., Trzepla M., 1998: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000, Arkusz Zabełków. PIG, Warszawa.
- Drozd M., Trzepla M., 2005: Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Owsiszczce i Zabełków. Wyd. Geol., Warszawa: 18 s.
- Dwucet K., 1986: Zróznicowanie rzeźby na tle litologii utworów pyłowych Płaskowyżu Rybnickiego. UŚ, Katowice: 107 s.
- Dyke L. D., 2004: Stability of frozen and thawing slopes in the Mackenzie Valley, Northwest Territories. In: *Proceedings of the 57th Canadian Geotechnical Conference, GéoQuébec, Session 1G. ISSMGE, Quebec City*: 31–38.
- Dylik J., 1970: Kras termiczny, jego istota i kierunki rozwoju. *Sprawozdanie z czynności i posiedzeń naukowych*, 24, 7. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź: 14 s.
- Flisiak J., Rybicki S., Tylikowski M., 2014: Ocena zagrożenia osuwiskowego w kopalniach odkrywkowych na przykładzie KWB Bełchatów i KWB Turów. *Przegląd Geologiczny*, 62, 10/2: 563–569.
- Florek W., Grabowska-Dzieciatko A., Majewski M., 2001: Dynamika zmian nadbrzeża morskiego na wschód od Ustki. W: Florek W. (red.): *Gomorfologia Pobrzeża i południowego Bałtyku*, 4, Wyd. Uczelniane PAP, Słupsk: 125–135.
- Foltyn E., 1998: Podstawy gospodarcze wczesnośredniowiecznej społeczności plemiennej na Górnym Śląsku. UŚ, Katowice: 266+26 s.
- Garecki J., Adamek K., 2010: Objąsnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Zebrzydowice, pow. cieszyński, woj. śląskie, <http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl> [dostęp 20.02.2020].
- Gorbunow A. P., 1988: *Kamiennyje ledniki*. SO Nauka, Nowosibirsk: 111 s.
- Guterch B., 2009: Sejsmiczność Polski w świetle danych historycznych. *Przegląd Geologiczny*, 57: 513–520.
- Highland L. M., Bobrowsky P., 2008: The landslide handbook – A guide to understanding landslides. *U.S. Geological Survey Circular*, 1325: 1–129.
- Ilcewicz-Stefaniuk D., Stefaniuk M., 2007: Procesy osuwiskowe w dolinie Wisły. *Geologos*, 11: 393–399.
- Jaboyedoff M., Oppikofer T., Abellán A., Derron M.-H., Loye A., Metzger R., Pedrazzini A., 2012: Use of LIDAR in landslide investigations: A review. *Natural Hazards*, 61: 5–28.
- Jakubska O., 1983: Charakterystyka ruchów masowych w dolinie Gołynki (dorzecze Skawy). *Geographia, studia et dissertationes*, 7. UŚ, Katowice: 96–131.
- Jakubska O., 1986: Charakterystyka odsłoneń warstw łąckich w strefach osuwiskowych (źródłowy odcinek Sidzinki – górna część dorzecza Skawy). *Geographia, studia et dissertationes*, 9. UŚ, Katowice: 31–44.
- Jenczmionka M., Urbasik M., 2002: Kopalnia Węgla Kamiennego „Anna” w latach 1832–2002. *Pszów*: 58 s.
- Jersak J., 1983: Osady w Kończycach Małych – formacja glin lessowych. W: *Przewodnik konf. „Późnowistuliańskie i holocenijskie zmiany środowiska geograficznego na obszarach lessowych Wyżyny Miechowskiej i Opatowsko-Sandomierskiej”*.

- Komitet Badań Czwartorzędu PAN, UŚ, Katowice: 35–38.
- Jersak J., Sendobry K., Śnieszko Z., 1992: Postwarciańska ewolucja wyżyn lessowych w Polsce. UŚ, Katowice: 198 s.
- Kaczmarek H., 2010: Analiza zdjęć lotniczych oraz wyników pomiarów geodezyjnych w badaniach dynamiki strefy brzegowej sztucznych zbiorników wodnych – Zbiornik Jeziorsko, rzeka Warta. *Landform Analysis*, 19: 19–26.
- Kaczmarek H., Tyszkowski S., 2009: Using of the aerial and ground photogrammetry in monitoring shore zone of Jeziorsko Reservoir (Warta River, Central Poland). *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 2: 7–12.
- Kamieniarz S., 2017: Objasnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Godów, pow. wodzisławski, woj. śląskie, <http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl> [dostęp 20.02.2020].
- Kiczan W., 1968: Problemy ochrony powierzchni w Rybnickim Okręgu Węglowym. *Ochrona Terenów Górniczych*, 4: 3–15.
- Kleczkowski A., 1955: Osuwiska i zjawiska pokrewne (terminologia, charakterystyka zjawisk, przyczyny powstawania, metody badań, klasyfikacja, literatura). WG, Warszawa: 94 + 22 s.
- Klimek K., 2007: Environmental causes and geomorphic record of Early Medieval colonization: South-Western Margin of the Rybnik Plateau and the neighbouring Odra valley. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 2: 5–13.
- Klimek K., Starkel L., 1972: Kotliny Podkarpackie, W: Klimaszewski M. (red.): *Geomorfologia Polski*, t. 1. Góry i Wyżyny. PWN, Warszawa, 116–166.
- Klose M., Maurischat P., Damm B., 2016: Landslide impacts in Germany: A historical and socioeconomic perspective. *Landslides*, 13: 183–199. DOI 10.1007/s10346-015-0643-9.
- Kohv M., Talviste P., Hang T., Kalm V., Rosentau A., 2009: Slope stability and landslides in proglacial varved clays of western Estonia. *Geomorphology*, 106: 315–323.
- Kołodziej B., 2010: Kopalnia Anna na dawnej i współczesnej fotografii 1832–2004. Pszów: 278 s.
- Konopko W., Bukowska M., 2008: Parametr tg β jako miara skłonności górotworu do tąpnięć. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 32, 1: 139–152.
- Kordowski J., Tyszkowski S., 2008: Wstępne wyniki badań nad procesami osuwiskowymi w wąwozie Czerwonej Wody koło Świecia. *Landform Analysis*, 9, 59–62.
- Kotarba A., 2007: Lodowce gruzowe i wały niwalne – efekt późnoglacialnej ewolucji rzeźby Tatr. *Przegląd Geograficzny*, 79, 2: 199–213.
- Kowalski A., 2018: Osuwiska jako przyczyna błędnych interpretacji budowy geologicznej – przykłady z Sudetów. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 473: 27–48.
- Kowol K., 1939: Kronika Pszowa i Rydułtów, 107 lat należących do parafii pszowskiej oraz opis Kopalni Anna, której 100 letni jubileusz przypada na rok 1943. Polonia, Pszów: 176 s.
- Kozarski S., 1991: Paleogeografia Polski w vistulianie. W: Starkel L. (red.): *Geografia Polski, Środowisko przyrodnicze*. PWN, Warszawa: 80–105.
- Krajewski R., Furmański J., Panasiuk W., 1968: Zjawiska osuwiskowe na obszarze górniczym kopalni w Pszowie na tle stosunków geologicznych w tym rejonie. *Ochrona Terenów Górniczych*, 6: 47–56.
- Krajewski R., Furmański J., Panasiuk W., Sosna A., Wagner S., 1969: Analiza wpływu eksploatacji górniczej na osuwiska w rejonie Pszowa i problem stateczności tamtejszych zboczy osuwiskowych. *Ochrona Terenów Górniczych*, 7: 5–15.
- Krajewski R., Rybicki S., Krokoszyński P., 1982: Problematyka osuwisk na terenach podziemnej eksploatacji górniczej. W: *Materiały Symposium Naukowego pt. „Badania geologiczno-inżynierskie w górnictwie”*. Kraków 21–22.IX.1982 r.: 61–71.
- Kroh P., Struś P., Gorczyca E., Wrońska-Wałach D., Długosz M., 2014: Identyfikacja osuwisk w gminie Łososina Dolna na podstawie danych lotniczego skanowania laserowego. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 38: 61–75.
- Krokoszyński P., Rybicki S., 2010: Deformacje podłoża i przedpoła składowiska odpadów górniczych „Pochwacie” – przyczyny, przebieg i skutki. *Przegląd Górniczy*, 5: 30–37.
- Kruczała A. (red.), 2000: Atlas klimatu województwa śląskiego. IMGW, Oddział w Katowicach, Katowice: 116 s.
- Leibman M., Khomutov A., Gubarkov A., Mullanurov D., Dvornikov Y., 2015: The research station “Vaskiny Dachi”, Central Yamal, West Siberia, Russia – A review of 25 years of permafrost studies. *Fennia*, 193, 1: 3–30.
- Lemberger M. (red.), 2005: Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych). Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków: 5–6.
- Lewandowski J., 2015: Kenozoik regionu śląsko-krakowskiego. UŚ, Katowice: 194 s.
- Lewkowicz A. G., 1988: Slope processes. In: Clark M. J. (ed.): *Advances in Periglacial Geomorphology*. Wiley, Chichester: 325–368.

- Lyle R. R., Hutchinson D. J., Preston Y., 2005: Landslide processes in discontinuous permafrost, Little Salmon Lake (NTS 105L/1 and 2), south-central Yukon. In: Emond D. S., Lewis L. L., Bradshaw G. D. (ed.): Yukon Exploration and Geology 2004. Yukon Geological Survey: 193–204.
- Mantovani F., Soeters R., van Westen C. J., 1996: Remote sensing techniques for landslide studies and hazard zonation in Europe. *Geomorphology*, 15: 213–225.
- Margielewski W., 1998: Landslide phases in the Polish Outer Carpathians and their relation to climatic changes in the Late Glacial and the Holocene. *Quaternary Studies in Poland*, 15: 37–53.
- Margielewski W., 2001: O strukturalnych uwarunkowaniach rozwoju głębokich osuwisk — implikacje dla Karpat fliszowych. *Przegląd Geologiczny*: 49, 6, 515–524.
- Margielewski W., 2004: Typy przemieszczeń grawitacyjnych mas skalnych w obrębie form osuwiskowych polskich Karpat fliszowych. *Przegląd Geologiczny*, 52, 7: 603–614.
- Margielewski W., 2009: Problematyka osuwisk strukturalnych w Karpatach fliszowych w świetle zunifikowanych kryteriów klasyfikacji ruchów masowych — przegląd krytyczny. *Przegląd Geologiczny*, 57, 10: 905–917.
- Metternicht G., Hurni L., Gogu R., 2005: Remote sensing of landslides: An analysis of the potential contribution to geospatial systems for hazard assessment in mountainous environments. *Remote Sensing of Environment*, 98: 284–303.
- Migoń P., Pánek T., Malik I., Hradecký J., Owczarek P., Šilhán K., 2010: Complex landslide terrain in the Kamienne Mountains, Middle Sudetes, SW Poland. *Geomorphology*, 124: 200–214.
- Migoń P., Kacprzak A., Malik I., Kasprzak M., Owczarek P., Wistuba M., Pánek T., 2014: Geomorphological, pedological and dendrochronological signatures of a relict landslide terrain, Mt Garbatka (Kamienne Mts), SW Poland. *Geomorphology*, 219: 213–231.
- Mikulėnas V., Minkevičius V., Satkūnas J., 2017: Gediminas's Castle Hill (in Vilnius) Case: Slopes Failure Through Historical Times Until Present. In: Mikoš M., Vilímek V., Yin Y., Sassa K. (eds): *Advancing Culture of Living with Landslides*. WLF 2017. Springer, Cham: 69–76.
- Molewski P., Wasik B., Wiewióra M., 2018: An attempt to reconstruct selected elements of the original site topography of the Teutonic castles at Unisław and Starogród (Chełmno Land, Northern Poland) based on archaeological and cartographic data. *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, 15 (2018): 15–26.
- Mularz S., Rybicki S., 1999: Geologiczno-inżynierskie uwarunkowania deformacji terenu i szkód budowlanych w staromiejskiej dzielnicy Sandomierza. *Przegląd Geologiczny*, 47: 1117–1124.
- Nescieruk P., Wójcik A., 2013: Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000, Arkusz Cieszyn. PIG, Warszawa: 45+5 s.
- Osmólski T., 1969: Siarka w zapadlisku przedkarpacim w latach 1415–1921. *Kwartalnik Geologiczny*, 13, 1: 8–14.
- Pagaczewski J., 1972: Katalog trzęsień ziemi w Polsce z lat 1000–1970: Materiały i Prace Instytutu Geofizyki PAN, 51: 3–36.
- Palki J., 1981: Zakres, formy i przyczyny występowania deformacji nieciągłych w warunkach Rybnickiego Okręgu Węglowego. *Ochrona Terenów Górniczych*, 56: 15–22.
- Petley D., 2012: Remote sensing techniques and landslides. In: Clague J. J., Stead D. (ed.): *Landslides: Types, Mechanisms and Modeling*. Cambridge University Press: 159–171.
- Pilecka E., Kogut J., 2015: Zagrożenia dla infrastruktury transportu drogowego na skutek wystąpienia ruchów masowych. *Technika Transportu Szybowego*, 12: 2825–2830.
- Poprawa D., Rączkowski W., 2003: Osuwiska Karpat. *Przegląd Geologiczny*, 51, 8: 685–692.
- Pulinowa M. Z., 1972: Procesy osuwiskowe w środowisku sztucznym i naturalnym. *Dokumentacja Geograficzna*, 4: 1–112.
- Puchejda A., 1978: Aktualne procesy osuwiskowe we wschodniej części Kotliny Raciborskiej (mpis pracy mgr). Instytut Geografii, WNoZ UŚ, Sosnowiec.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Starkel L., 1991: Zmiany klimatu i stosunków wodnych w holocenie. W: Starkel L. (red.): *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*. PWN, Warszawa: 177–182.
- Report of the Tribunal appointed to inquire into the Disaster at Aberfan on October 21st, 1966, London Her Majesty's Stationery Office. <http://www.mineaccidents.com.au/uploads/ab-erfan-report-original.pdf>. (10.02.2020).
- Rogoż M., 1974: Osiadanie powierzchni terenu związane z odwadnianiem górotworu. *Ochrona Terenów Górniczych*, 27: 23–34.
- Rotnicki K., Starkel L., 1991: Ewolucja den dolin. W: Starkel L. (red.): *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*. PWN, Warszawa: 151–159.
- Rybicki S., Krokoszyński P., 1988: Wpływ podziemnej eksploatacji górniczej na własności gruntów i stateczność zboczy. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Górnictwo*, 172: 371–380.
- Sarnacka Z., 1956: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000, arkusz Rydułtowy. Wyd. Geol., Warszawa.

- Sarnacka Z., 1968: Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Rydułtowy. Wyd. Geol., Warszawa: 37+6 s.
- Serwis IMGW-BIP Klimat Polski.
klimat.pogodynka.pl/pl/climate-maps/
(20.02.2020).
- Sikora R., 2018: Objąsnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Jastrzębie-Zdrój, pow. Jastrzębie-Zdrój, woj. śląskie.
<http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl> [dostęp 20.02.2020].
- Sikora R., Piotrowski A., 2013: Osuwiska w pozakarpacciej części województwa śląskiego – aktualne problemy i perspektywy badawcze. W: Jurczka J. (red.): Wyzwania geologii regionu górnośląskiego w XXI wieku: LXXXII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Ustroń, 19–21 września 2013 r., materiały konferencyjne. PIG: 26–32.
- Sikora R., Piotrowski A., 2015: Stworzenie rejestru zawierającego informacje o ruchach masowych ziemi na obszarze powiatu raciborskiego, etap II. Rejestr osuwisk na obszarze powiatu raciborskiego, punkt planu: 95-3500-1110-09-0, Dokument uaktualniony i ujednoczony w styczniu 2015 roku. PIG, Sosnowiec: 19 s.
- Sikora R., Wojciechowski T., 2019: Osuwiska w Sudetach. *Przegląd Geologiczny*, 67, 5: 360–368.
[dx.doi.org/10.7306/2019.30](https://doi.org/10.7306/2019.30).
- Starkel L., 2000: Chronology of phases of various fluvial activity, of erosion and deposition in the Vistula catchment during Late Quaternary. *Geochronometria*, 19: 53–58.
- Subotowicz W., 1982: Litodynamika brzegów klifowych wybrzeża Polski. Ossolineum, Gdańsk: 150 s.
- Szydłowski J., Pierzyna W., 1970: Lubomia gród plemienny Gołyszyców. Muzeum Górnośląskie, Bytom: 21+1 s.
- Tyszkowski S., 2012: Rozmieszczenie i skala aktywności współczesnych osuwisk w dolinie dolnej Wisły na odcinku między Fordonem a Kozielcem (Polska północna) – wstępne wyniki badań. *Landform Analysis*, 20: 95–101.
- Tyszkowski S., 2014: Rozmieszczenie i geneza współczesnych osuwisk nizinnych w strefie bezpośredniego oddziaływania rzeki na przykładzie zbocza Doliny Dolnej Wisły między Morskiem a Wiągiem. *Landform Analysis*, 25: 159–167.
- Tyszkowski S., Kaczmarek H., Słowiński M., Kozyreva E., Brykała D., Rybčenko A., Babičeva V. A., 2015: Ruchy masowe na obszarze wieloletniej zmarzliny wyspowej w dobie zmian klimatu (Olchon, wschodnia Syberia). *Przegląd Geograficzny*, 87, 3: 457–476.
- Van Den Eeckhaut M., Verstraeten G., Poesen J., 2007: Morphology and internal structure of a dormant landslide in a hilly area: The Collinabos landslide (Belgium). *Geomorphology*, 89: 258–273.
- Wachowska-Serwatka K., Serwatka J., 1964: Warunki ekologiczne Rezerwatu „Łęczczak”. *Acta Univ. Wratislaviensis, Prace Botaniczne IV*, No 24 (4). Wrocław: 33–66.
- Waga J. M., 1992: Profil osadów plejstocęńskich w Golasowicach (Brama Bąkowska). *Geographia, Studia et dissertationes*, 16. UŚ, Katowice: 117–134.
- Waga J. M., Fajer M., 2020: Grodziska i osuwiska – przykłady wykorzystania osuwisk jako naturalnych elementów dawnych założeń obronnych (Kotlina Raciborsko-Oświęcimska). *Acta Geographica Silesiana*, 14/4 (40). INoZ UŚ, Sosnowiec: 31–62.
- Wang B., Paudel B., Li H., 2009: Retrogression characteristics of landslides in fine-grained permafrost soils, Mackenzie Valley, Canada. *Landslides*, 6, 2: 121–127. doi: 10.1007/s10346-009-0150-y.
- Wei M., Fujun N., Satoshi A., Dewu J., 2006: Slope instability phenomena in permafrost regions of Qinghai-Tibet Plateau, China. *Landslides*, 3, 3: 260–264. doi:10.1007/s10346-006-0045-0.
- Winowski M., 2015: Aktywność procesów osuwiskowych na wybrzeżu klifowym wyspy Wolin w warunkach oddziaływania zdarzeń hydrometeorologicznych o wysokim potencjale morfogenetycznym (Zatoka Pomorska – Bałtyk Południowy). *Landform Analysis*, 28: 87–102.
- Wojciechowski T., 2019: Podatność osuwiskowa Polski. *Przegląd Geologiczny*, 67, 5: 320–325.
- Wojciechowski T., Borkowski A., Perski Z., Wójcik A., 2012: Dane lotniczego skaningu laserowego w badaniu osuwisk – przykład osuwiska w Zbyszycach (Karpaty Zewnętrzne). *Przegląd Geologiczny*, 60, 2: 95–102.
- Wódka M., 2016: Objąsnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Marklowice, pow. wodzisławski, woj. śląskie. <http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl> [dostęp 20.02.2020].
- Wódka M., 2017: Objąsnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Rydułtowy, pow. wodzisławski, woj. śląskie. <http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl> [dostęp 20.02.2020].
- Wójcik A., 1997: Osuwiska w dorzeczu Koszarawy – strukturalne i geomorfologiczne ich uwarunkowania. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 376: 5–42.
- Wójcik A., 1999: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000, arkusz Zebrzydowice. PIG, Warszawa.

- Wójcik A., 2006: Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Zebrzydowice. Wyd. Geol., Warszawa: 54 s.
- Wójcik A., Wojciechowski T., 2016: Osuwiska jako jeden z ważniejszych elementów zagrożeń geologicznych w Polsce. *Przegląd Geologiczny*, 64, 9: 701–709.
- Wrona A., 1975: Problemy degradacji i ochrony powierzchni ziemi w Rybnickim Okręgu Węglowym. *Przegląd Geograficzny*, 47, 3: 519–537.
- Wysokiński L., 2011: Metody prognozowania i zabezpieczenia osuwisk. W: *Awarie budowlane 2011, XXV Konferencja Naukowo-Techniczna, Międzynazdroje 24–27 maja 2011*: 291–320.
- Zabuski L., Mrozek T., Świdziński W., Kulczykowski M., Laskowicz I., 2014: Kompleksowe badania osuwisk w dolinie Brdy w Koronowie k. Bydgoszczy. *Przegląd Geologiczny*, 62, 9: 472–480. <https://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOP/O/> (02.03.2020).

Wpłynął do redakcji 12 listopada 2020

Поступила в редакцию: 12 ноября 2020

Received: 12 November 2020