

## Zagrożenia obiektów budowlanych i infrastruktury komunikacyjnej na tle rozmieszczenia osuwisk w jednostkach administracyjnych Sudetów

Rafał Sikora



**Threats for buildings and communication infrastructure in the context of landslides distribution in the administrative subdivision of the Sudetes (SW Poland),** *Prz. Geol.*, 70: 636–644.

*Abstract.* The paper presents the results of research on the landslide distribution according to the administrative subdivision of the Sudetes (SW Poland). It is the first comprehensive analysis of this problem for the Polish part of the Sudetes, which is based on the published data, cartographic materials and spatial databases. The index of landslide occurrence for each county has been calculated, and the number and types of buildings and roads located on landslides have been distinguished. The results were used for preliminary identification of hazards, which, in turn, provide information for the county governments, on various levels, useful for spatial planning and practical risk management.

**Keywords:** landslides, Sudety Mts, spatial analysis, mass movements, Lower Silesia

W Polsce osuwiska są najczęściej występującym zagrożeniem geologicznym. Na terenach górskich powodują liczne szkody w infrastrukturze komunikacyjnej, technicznej i wszelkich obiektach budowlanych (Poprawa i in., 1998; Wójcik, Wojciechowski, 2016; Laskowicz, Mrozek, 2019; Mateosa i in., 2020). Aktywność osuwisk przyczynia się do dużych utrudnień komunikacyjnych, ponieważ usuwanie spowodowanych przez nie szkód jest czasochłonne i bardzo kosztowne (m.in. Sikora, Wójcik, 2019; Wójcik i in., 2019a, b). Sudety są w Polsce drugim po Karpatach regionem najbardziej podatnym na rozwój ruchów masowych ziemi (Wojciechowski, 2019). Jednak szkody powodowane w tym regionie przez osuwiska są sporadyczne (m.in. Wojciechowski i in., 2020). Do tej pory największą katastrofą związaną z uruchomieniem osuwiska w Sudetach i najlepiej znaną (choć słabo rozpoznaną), jest tzw. obryw bardzki z 1598 r. Przemieszczone wówczas masy skalne zatamowały Nysę Kłodzką, co spowodowało podtopienie niższych partii Barda Śląskiego (obecny pow. ząbkowicki; Oberc, 1953; Migoń, 2011; Sikora i in., 2016b).

Celem przeprowadzonych analiz było wstępne oszacowanie liczby budynków oraz sumarycznej długości odcinków dróg publicznych i linii kolejowych, które znajdują się na terenach osuwiskowych w Sudetach, i w związku z tym są narażone na uszkodzenie w wyniku uaktywnienia się osuwisk. Na skutek przemieszczenia się mas skalnych w dół stoku lub cofnięcia skarpy głównej szkody mogą również powstać na terenach w bezpośrednim sąsiedztwie osuwisk. Ocena tego typu zagrożeń i ryzyka wymaga zastosowania skomplikowanych metod badawczych i może być przedmiotem przyszłych badań.

W artykule zaprezentowano rozmieszczenie obiektów zagrożonych przez osuwiska w sudeckich powiatach. Dane te mogą być pomocne w prognozowaniu zagrożeń oraz ocenie ryzyka osuwiskowego (Laskowicz, Mrozek, 2018). Mogą także stanowić wstępną informację dla organów administracji państwowej i jednostek samorządowych na terenie Sudetów o współczesnych i przyszłych problemach powodowanych przez osuwiska (Laskowicz, 2019). W arty-

kule nie podjęto problemu zagrożeń i szkód na terenach górniczych (w wyrobiskach i na hałdach). Niewątpliwie zdarzenia takie wystąpiły na tych terenach w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat (Miłkowski i in., 2008; Szwarnowski, Karaczewski, 2008; Bednarczyk, 2019), ale aktualność dostępnych materiałów kartograficznych, aktywne oddziaływanie człowieka na tereny górnicze i zastrzeżenie informacji przez podmioty gospodarcze utrudniają pozyskanie danych odpowiedniej jakości.

Dotychczasowe badania sudeckich osuwisk skupiały się głównie na geomorfologicznych lub geologicznych aspektach ich występowania. Szczególną uwagę poświęcono pod tym względem Górcom Kamiennym (m.in. Synowiec, 2003; Migoń i in., 2014a, b, 2017; Kotwicka i in., 2019; Kowalski, 2021) i Górcom Bardzkim (Sikora i in., 2016b; Sikora, Piotrowski, 2017; Jancewicz, Traczyk, 2017), a pojedyncze formy opisano m.in. w Górach Bystrzyckich (Różycka i in., 2015), Górach Stołowych (Duszyński i in., 2017), Górach Kaczawskich, na Pogórzu Kaczawskim i Pogórzu Izerskim (Sikora i in., 2016a; Kowalski, 2017a; Kowalski, Wojewoda, 2017; Kowalski i in., 2019), w Masywie Śnieżnika (Parzóch i in., 2012; Makoś, Sobczyk, 2018) oraz w Obniżeniu Noworudzkim (Kowalski, 2021, 2022). Ostatnio opublikowano rozmieszczenie osuwisk w ujęciu regionalnym i zaprezentowano mapę podatności osuwiskowej polskiej części Sudetów (Sikora, Wojciechowski, 2019). Wcześniej opracowano mapę podatności osuwiskowej części Gór Bardzkich (Sikora i in., 2017).

Według danych opracowanych przez Sikorę i Wojciechowskiego (2021) w Sudetach (poza terenami górniczymi) występuje 1737 osuwisk, a zatem więcej niż wynikało to z wcześniejszych opracowań (Bażyński, Kühn, 1971; Lemberger, 2005; Grabowski, 2008). Przeważnie są to formy niewielkie, których powierzchnie nie przekraczają 1 ha. Najwięcej osuwisk występuje na Pogórzu Izerskim (495), w Obniżeniu Noworudzkim (148), na Pogórzu Kaczawskim (124), w Rowie Górnej Nysy (119) i Górach Kamiennych (111).

Miara osuwiskowości danego obszaru nie jest liczba występujących na nim osuwisk, tylko wskaźnik osuwisko-

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31–560 Kraków; rafal.sikora@pgi.gov.pl

wości powierzchniowej (ILO – *index of landslide occurrence*), obrazujący stosunek łącznej powierzchni wszystkich osuwisk na danym terenie do całej powierzchni tego terenu (Bober, 1984; Sikora, 2022).

W Sudetach największym wskaźnikiem osuwiskowości powierzchniowej charakteryzują się Góry Kamienne (2,46%), po nich Obniżenie Noworudzkie (1,22%), Góry Bystrzyckie (0,84%), Góry Bardzkie (0,81%) i Góry Wałbrzyskie (0,62%; Sikora, Wojciechowski, 2021).

Najintensywniejsze procesy osuwiskowe zachodzą na tych obszarach, gdzie w podłożu występują skały osadowe i wulkaniczne permo-mezozoicznego piętra strukturalnego, czyli w niecce śródsudeckiej i rowie Wlenia, a także skały osadowe wieku karbońskiego – na terenie struktury bardzkiej (Kowalski, Makoś, 2019; Sikora, Wojciechowski, 2019, 2021). Znaczną liczbę osuwisk rozpoznano również na stokach z pokrywą utworów zlodowaceń plejstoceńskich (Sikora, Wojciechowski, 2019).

Zebrane dane umożliwiają wskazanie na terenie Sudetów obiektów budowlanych i infrastruktury komunikacyjnej, które są narażone na szkody spowodowane przez procesy osuwiskowe. Jednak próbę oceny zagrożeń podjęto do tej pory jedynie odnośnie Gór Kamiennych (Migoń i in., 2014b). W ostatnich latach w Sudetach zarejestrowano zaledwie kilka osuwisk, których aktywność była powodem uszkodzenia dróg. Występują one m.in. w Siedlęcinie (Sikora i in., 2016a; Wójcik i in., 2019a, b), Marciszowie (Sikora, Wójcik, 2019) i Bardzkiej (Wójcik i in., 2019c). Nie odnotowano natomiast uszkodzeń budynków. Monitoringiem wglębnym objęto osuwisko w Janowcu (Urbański, Różański, 2016), a obecnie jest zakładany wglębny oraz powierzchniowy monitoring osuwiska w Siedlęcinie (Kos i in., 2021).

## WYKORZYSTANE MATERIAŁY

Do analizy osuwiskowości powierzchniowej powiatów sudeckich wykorzystano materiały kartograficzne i dane dostępne w bazie Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK). Analizowano osuwiska (Sikora, Wojciechowski, 2019), które w dużej mierze zidentyfikowano na podstawie wysokościowego modelu terenu (NMT), uzyskanego za pomocą lotniczego skaningu laserowego (LiDAR), ale korzystano też z rysunku poziomicowego na mapach topograficznych i obrazu na ortofotomapach. Informacje czerpano również z dotychczasowych raportów, publikacji naukowych i bazy Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPO). Analizę przeprowadzono w podziale na powiaty (w niektórych przypadkach były to tylko ich górskie obszary), ponieważ według założeń projektu SOPO rejestracja osuwisk w Sudetach została zaplanowana w granicach administracyjnych tych jednostek (Grabowski i in., 2008). Analogicznie jak w przypadku oceny osuwiskowości mezoregionów sudeckich (Sikora, Wojciechowski, 2019, 2021), wskazano sumaryczną liczbę osuwisk w każdym z powiatów, całkowitą powierzchnię zajęta przez osuwiska oraz obliczono współczynnik osuwiskowości powierzchniowej (ILO).

Zasięgi osuwisk zestawiono z informacją o rodzaju obiektów budowlanych i sieci komunikacyjnej (w tym klasie i kategorii dróg), która jest udostępniana przez GUGiK w bazie danych obiektów topograficznych (BDOT10k). Baza BDOT10k stanowi wektorowy, jednorodny oraz spójny zbiór danych o lokalizacji obiektów w terenie i obejmuje obszar całego kraju. Wydzielono w niej 9 kategorii obiektów, które dzielą się na 57 klas zawierających 286 rodzajów

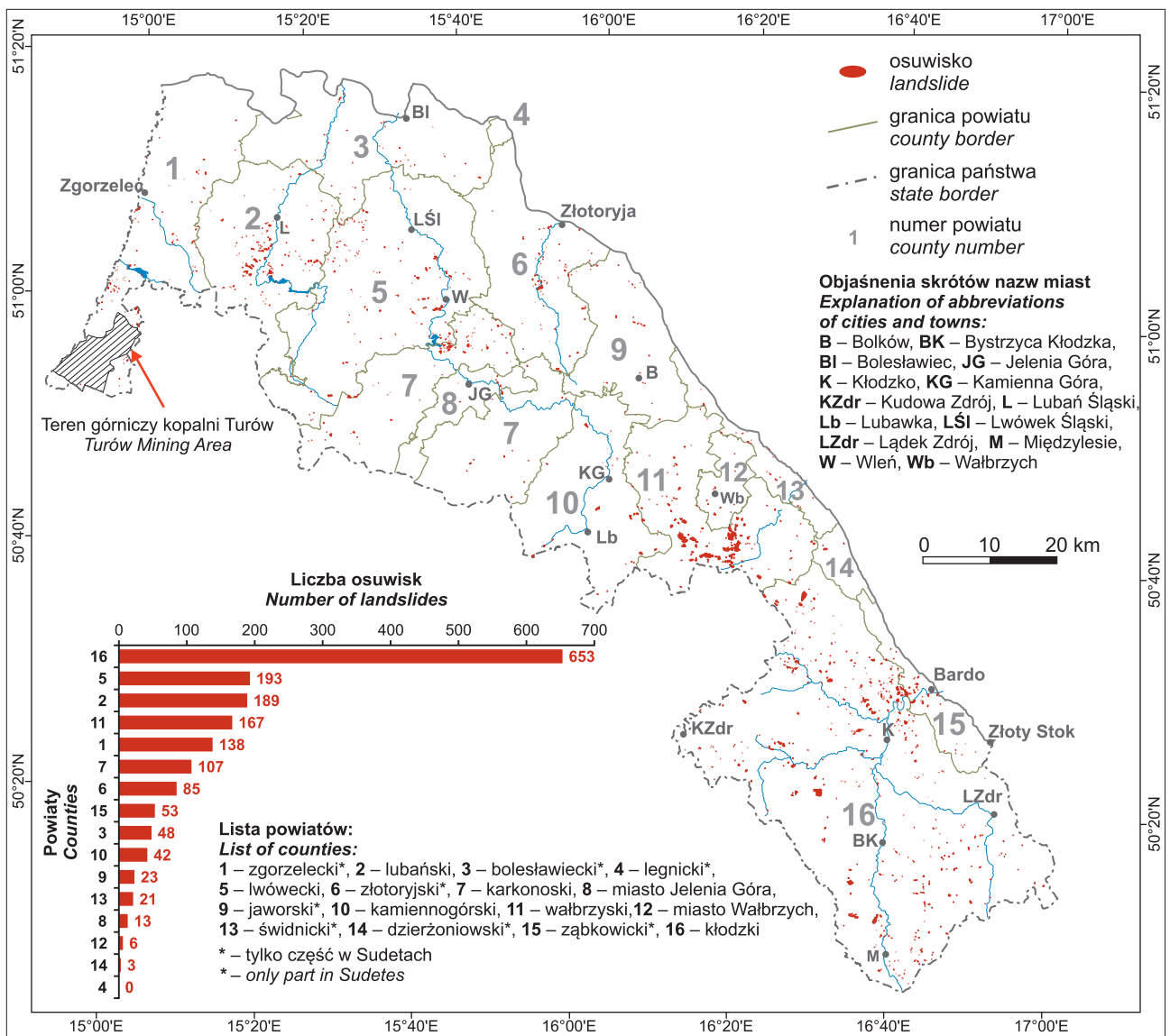
obiektów. Baza ta jest prowadzona zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17.11.2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych*, a także standardowych opracowań kartograficznych (Rozporządzenie, 2011). W związku z tym, że dane te są usystematyzowane, a informacje o lokalizacji obiektów bardzo dokładne, przeprowadzone analizy pozwoliły wskazać klasy dróg oraz liczbę i rodzaje budynków posadowionych na osuwiskach w poszczególnych powiatach.

W bazie BDOT wyróżniono 21 rodzajów budynków, a sieć komunikacyjna jest ujęta w 6 klas zawierających 21 rodzajów obiektów. Drogi publiczne, zgodnie z rozporządzeniem regulującym ich warunki techniczne (Rozporządzenie, 1999), są podzielone na 7 klas: autostrady (A), drogi ekspresowe (S), drogi główne ruchu przyspieszonego (GP), drogi główne (G), drogi zbiorcze (Z), drogi lokalne (L) i drogi dojazdowe (D). Klasa drogi odpowiada określonym wymaganiom technicznym i użytkowym. Drogi publiczne, niezależnie od klasyfikacji uwzględniającej warunki techniczne, zostały podzielone na kategorie odpowiadające funkcji pełnionej w sieci drogowej w Polsce na: drogi krajowe, wojewódzkie, powiatowe i gminne. Kategorie dróg z jednej strony definiują warunki (klasy), jakim powinny one odpowiadać, a z drugiej wskazują ich zarządcę – zgodnie z ustawą o drogach publicznych (Ustawa, 1985). Drogi krajowe powinny odpowiadać klasom dróg A, S oraz GP; drogi wojewódzkie klasom GP lub G; powiatowe klasom GP, G lub Z; a gminne klasom GP, G, Z, L lub D.

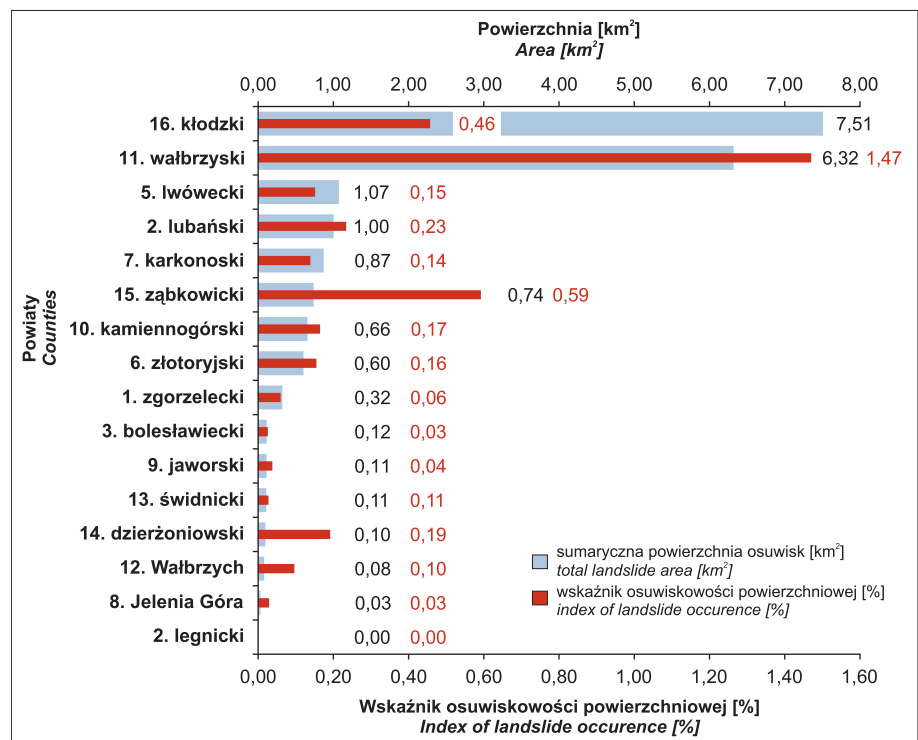
W artykule wyszczególniono klasy dróg przebiegających przez osuwiska, ponieważ podział ten jest istotny dla warunków technicznych usytuowania i połączeń dróg w planach zagospodarowania przestrzennego. Należy zaznaczyć, że na analizowanym obszarze Sudetów, poza kilkoma wyjątkami, drogi krajowe odpowiadają klasie GP, drogi wojewódzkie – klasie G, powiatowe – klasie Z, a gminne – klasie L. Sporadycznie występują również drogi zakładowe, które razem z drogami leśnymi, polnymi itp. zaliczono do klasy dróg innych – I.

## OSUWISKOWOŚĆ W POWIATACH SUDECKICH

Najwięcej osuwisk (653 o łącznej powierzchni 7,51 km<sup>2</sup>) występuje w powiecie kłodzkim (ryc. 1). Jest to największy powiat sudecki (o powierzchni ok. 1640 km<sup>2</sup>), który charakteryzuje się bardzo zróżnicowaną budową geologiczną i urozmaiconym ukształtowaniem terenu. Granice powiatu obejmują w całości lub części 11 mezoregionów geograficznych, w których znajdują się skały należące do 10 jednostek tektonicznych. Niektóre z tych mezoregionów cechują się największymi wskaźnikami osuwiskowości powierzchniowej w Sudetach. Należą do nich: Obniżenie Noworudzkie, Góry Bystrzyckie i częściowo Góry Bardzkie. Współczynnik ILO powiatu kłodzkiego, mimo że jest w nim najwięcej osuwisk, jest niewielki – wynosi tylko 0,46% (ryc. 2). Podobnie jest w przypadku powiatów lwóweckiego, gdzie 193 osuwiska zajmują powierzchnię 1,07 km<sup>2</sup>, a współczynnik ILO wynosi zaledwie 0,15%, oraz lubańskiego, w którym 189 osuwisk zajmuje powierzchnię 1,00 km<sup>2</sup>, a współczynnik ILO osiąga 0,23%. Stosunkowo dużą liczbę osuwisk zidentyfikowano jeszcze w powiatach zgorzeleckim (138) i karkonoskim (107), jednak ich sumaryczne powierzchnie i wskaźniki ILO są niewielkie. Wynoszą one odpowiednio: 0,32 km<sup>2</sup> i 0,06% oraz 0,87 km<sup>2</sup> i 0,14% (ryc. 2).



↑  
**Ryc. 1.** Rozmieszczenie i liczba osuwisk na tle podziału administracyjnego Sudetów na powiaty  
**Fig. 1.** Landslide distribution and number within the administrative division units (counties) of the Sudetes area



→  
**Ryc. 2.** Sumaryczna powierzchnia osuwisk i wskaźnik osuwiskowości ILO powiatów sudeckich  
**Fig. 2.** Total landslide area and index of landslide occurrence in the counties in the Sudetes

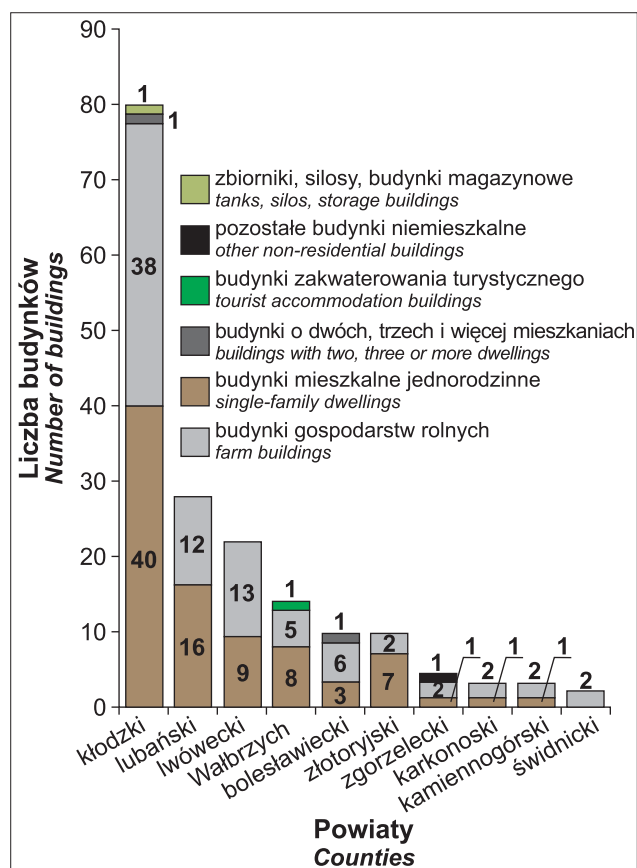
**Tab. 1.** Liczba budynków oraz sumaryczna długość dróg i linii kolejowych usytuowanych na osuwiskach w Sudetach oraz ich klasyfikacja wg bazy danych obiektów topograficznych – BDOT (Główny Urząd Geodezji i Kartografii)**Table 1.** Number of buildings and total lengths of roads and railways located on landslides in the Sudetes Mountains and their classification according to the database of topographic objects – BDOT (Central Office of Geodesy and Cartography)

Nazwa obiektu / Name of facility	Kod klasy wg BDOT Class code according to BDOT	Liczba obiektów lub sumaryczna długość dróg i linii kolejowych [km] Number of facilities or total length of roads and railways [km]
Budynki mieszkalne jednorodzinne / Single-family dwellings	BUBD01	86
Budynki o dwóch i więcej mieszkaniach / Buildings with two or more dwellings	BUBD02	2
Budynki o trzech i więcej mieszkaniach / Buildings with three or more dwellings	BUBD03	1
Budynki zakwaterowania turystycznego / Tourist accommodation buildings	BUBD06	1
Zbiorniki, silosy, budynki magazynowe / Tanks, silos, storage buildings	BUBD12	1
Budynki gospodarstw rolnych / Farm buildings	BUBD18	84
Pozostałe budynki niemieszkalne / Other non-residential buildings	BUBD21	1
Drogi główne ruchu przyspieszonego (GP) / Main road of accelerated traffic (GP)	SKDR03	0,22
Drogi główne (G) / Main roads (G)	SKDR04	0,81
Drogi zbiorcze (Z) / Collector roads (Z)	SKDR05	3,54
Drogi lokalne (L) / Local roads (L)	SKDR06	1,5
Drogi inne (I) / Other roads (I)		101,58
Tor kolejowy / Rail track		2,65

Największym współczynnikiem osuwiskowości powierzchniowej odznacza się powiat wałbrzyski, w którym współczynnik ILO wynosi 1,47% i składa się na niego 167 osuwisk o łącznej powierzchni 6,32 km<sup>2</sup>. Powiat wałbrzyski obejmuje tereny Gór Kamiennych i Gór Wałbrzyskich, a więc mezoregionów o dużych, w skali Sudetów, wskaźnikach ILO (Sikora, Wojciechowski, 2021). Obszarem o względnie dużym współczynniku ILO, wynoszącym 0,59%, jest także sudecki fragment powiatu ząbkowickiego, obejmujący m.in. wschodni fragment Gór Bardzkich, gdzie znajdują się 53 osuwiska o sumarycznej powierzchni 0,74 km<sup>2</sup> (ryc. 1 i 2).

### OBIEKTY BUDOWLANE NA OSUWISKACH

W Sudetach na terenach osuwisk występuje 7 rodzajów budynków (tab. 1), w tym 84 budynki gospodarstw rolnych, 88 budynków mieszkalnych (głównie jednorodzinnych) oraz 5 innych obiektów. Najwięcej budynków usytuowanych na osuwiskach występuje w powiecie kłodzkim. Jest ich 80 (ryc. 3) i są one zlokalizowane m.in. w Ludwikowicach Kłodzkich, Ścinawce Górnej i Paskowie. Znacznie mniej budynków znajduje się na osuwiskach w powiatach lubańskim (28 obiektów, m.in. w Szyszkowej, Kościelnikach Dolnych i Olszynie) oraz lwóweckim (22 obiekty, m.in. w Strzyżowcu i Kleczy). W powiatach wałbrzyskim, złotoryjskim i bolesławieckim liczba obiektów budowlanych na terenie osuwisk waha się między 10 a 14 i w dwóch pierwszych powiatach są to najczęściej budynki mieszkalne jednorodzinne, a w bolesławieckim przeważają budynki gospodarstw rolnych (ryc. 3). W powiatach zgorzeleckim, karkonoskim, kamiennogórskim i świdnickim liczba budynków na terenach osuwisk nie przekracza 5. Przeważnie są to budynki gospodarstw rolnych (ryc. 3).

**Ryc. 3.** Liczba obiektów budowlanych na osuwiskach w powiatach na terenie Sudetów**Fig. 3.** Number of buildings situated on landslides in each county in the Sudetes

## INFRASTRUKTURA KOMUNIKACYJNA

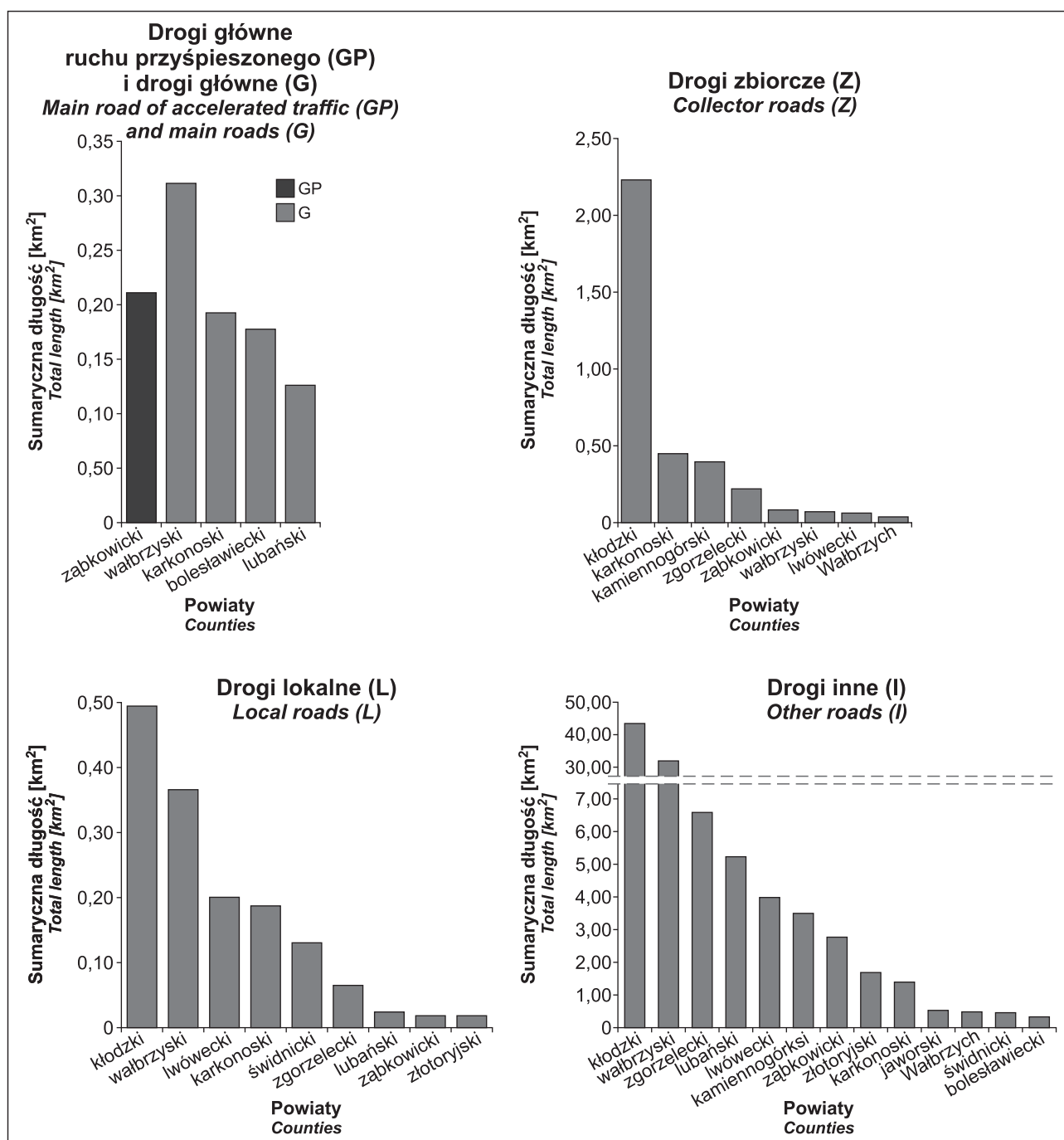
Przez osuwiska w Sudetach przebiega 107,65 km dróg. Są to przede wszystkim drogi leśne i polne (tzw. inne) o sumarycznej długości 101,58 km (94,36%, tab. 1). Ważniejsze szlaki komunikacyjne są zagrożone w znacznie mniejszym stopniu, jednak obszary osuwisk przecinają także: drogi zbiorcze – 3,54 km (3,29%), drogi lokalne – 1,50 km (1,39%), drogi główne – 0,81 km (0,75%) i drogi główne ruchu przyspieszonego – 0,22 km (0,20%).

Spśród dróg głównych ruchu przyspieszonego z terenem osuwiska zazębia się jedynie odcinek drogi S8 w Bardzie Śląskim (Wójcik i in., 2019a; ryc. 4).

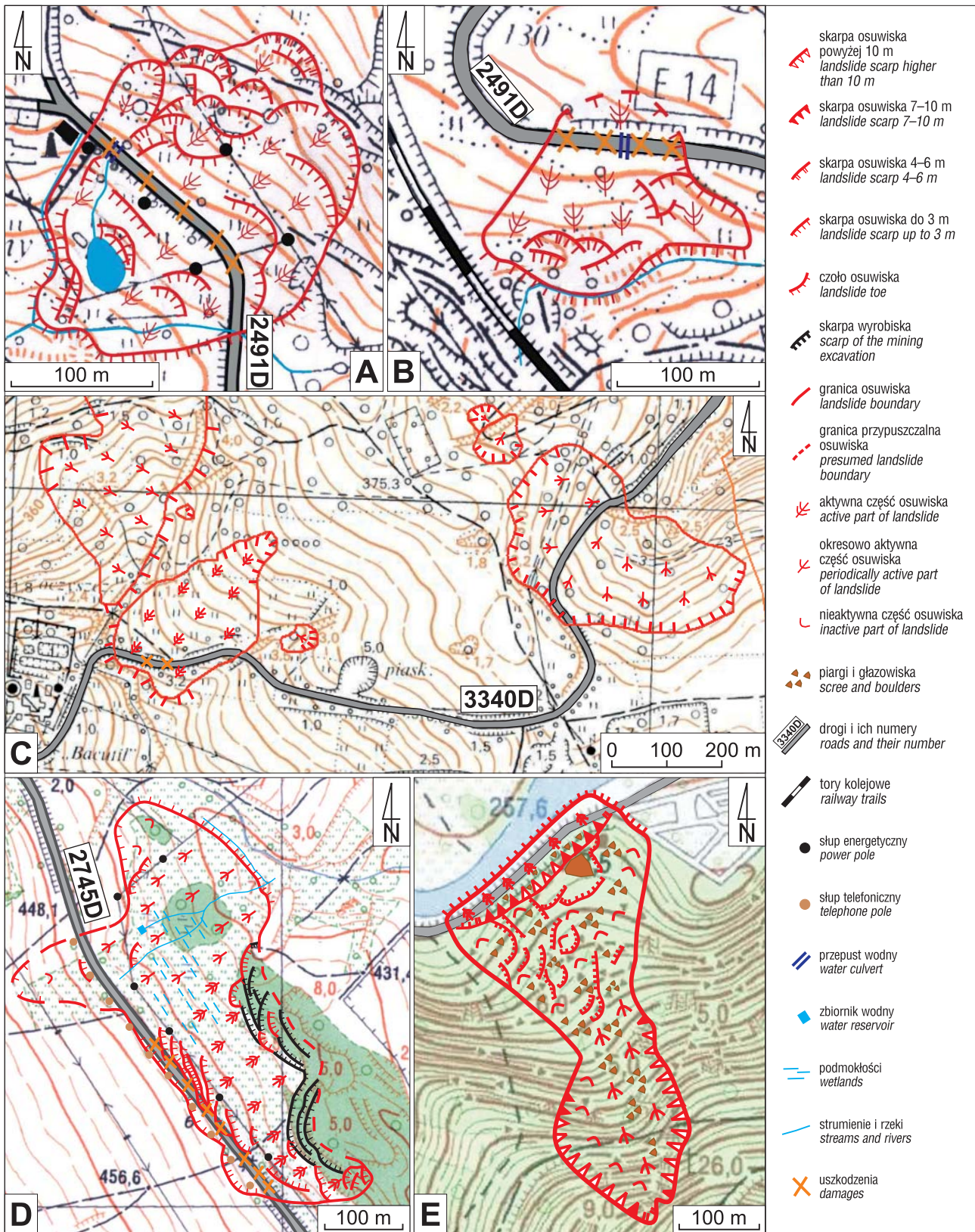
Najwięcej dróg głównych przebiega przez tereny osuwiskowe w powiecie wałbrzyskim (0,31 km; ryc. 4). W po-

wiatach karkonoskim, bolesławieckim i lubańskim długość odcinków dróg głównych przecinających osuwiska waha się od 0,12 do 0,19 km (ryc. 4).

Drogi zbiorcze najczęściej znajdują się na terenach osuwisk w powiecie kłodzkiem. Ich sumaryczna długość wynosi tam 2,22 km (ryc. 4). W powiecie karkonoskim długość dróg zbiorczych w granicach osuwisk wynosi 0,45 km, kamiennogórskim 0,40 km, a w powiatach zgorzeleckim, ząbkowickim, wałbrzyskim, lwóweckim i Wałbrzychu nie przekracza 0,21 km. Zagrożone są m.in. odcinki dróg powiatowych: nr 2491D – między Siedlęcinem a Strzyżowcem (Wójcik i in., 2019b, c), nr 3340D – między Opolnicą a Wojborzem oraz nr 2745D – między Ciechanowicami a Marciszowem (Sikora, Wójcik, 2019; ryc. 5A–D).

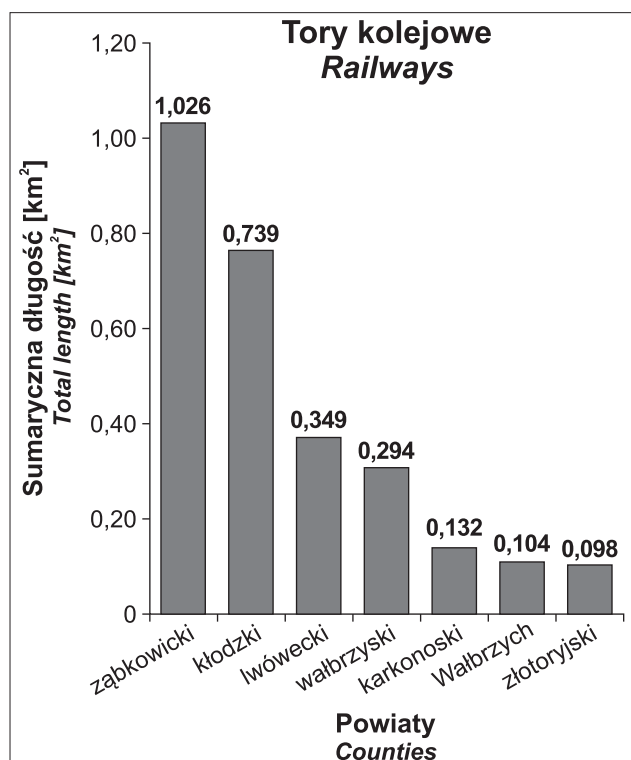


Ryc. 4. Sumaryczna długość dróg przecinających osuwiska w powiatach na terenie Sudetów  
Fig. 4. Summary length of roads crossing landslides in the counties in the Sudetes



**Ryc. 5.** Przykłady osuwisk zagrażających drogom w Sudetach: **A i B** – osuwiska nr 96411 i 96431 w Siedlęcinie (powiat karkonoski), uszkadzające drogę powiatową nr 2491D (Wójcik i in., 2019b, c); **C** – osuwiska niszczące drogę powiatową nr 3340D na odcinku Opolnica–Wojbórz (powiaty żąbkowski i kłodzki); **D** – osuwisko nr 96771 w Marciszowie (powiat kamiennogórski), uszkadzające drogę powiatową nr 2745D (Sikora, Wójcik, 2019); **E** – Obryw Bardzki (osuwisko nr 81452) i droga lokalna przecinająca jego czoło (Sikora i in., 2016b; Sikora, Warmuz, 2017)

**Fig. 5.** Examples of landslides threatening roads: **A and B** – landslides Nos 96411 and 96431 in Siedlęcin (Karkonosze County), damaging the county (collector) road No. 2491D (Wójcik et al., 2019b, c); **C** – landslides between the villages of Opolnica and Wojbórz (Żąbkowice Śl. and Kłodzko counties) damaging the county (collector) road No. 3340D; **D** – landslide No. 96771 in Marciszów (Kamienna Góra County), damaging the county (collector) road No. 2745D (Sikora, Wójcik, 2019); **E** – Obryw Bardzki (landslide No. 81452) and a local road crossing its toe (Sikora et al., 2016b; Sikora, Warmuz, 2017)



Ryc. 6. Długość linii kolejowych na osuwiskach w powiatach sudeckich

Fig. 6. Length of railway lines on landslides in each county in the Sudetes

Sumaryczna długość odcinków dróg lokalnych przecinających tereny osuwisk jest najdłuższa w powiecie kłodzkim – 0,5 km. W powiecie wałbrzyskim wynosi 0,37 km, w powiatach lwóweckim, karkonoskim i świdnickim – od 0,13 do 0,20 km (ryc. 4), na terenie powiatu zgorzeleckiego – 0,06 km, a w powiatach lubańskim, ząbkowickim i zlotoryjskim odcinki dróg lokalnych na terenach osuwiskowych nie przekraczają 0,023 km. Jedną z dróg lokalnych przebiega u podnóża jezora osuwiska Obryw Bardzki na lewym brzegu Nysy Kłodzkiej w Górach Bardzkich (ryc. 5E).

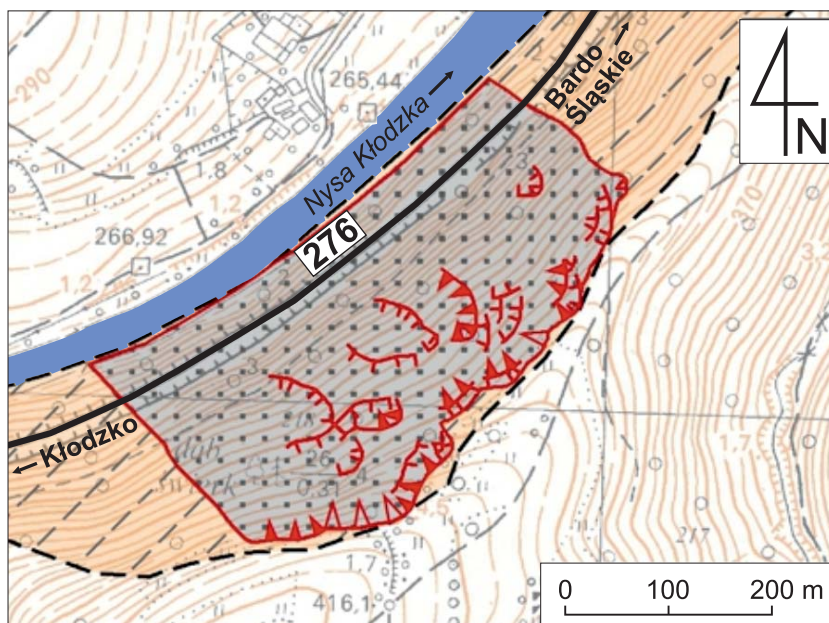
Drogi określane jako inne wiodą na ogół przez tereny leśne, pola uprawne i nieużytki, czyli z dala od osiedli ludzkich. Na terenach osuwisk najdłuższe odcinki dróg tego rodzaju znajdują się w powiatach kłodzkim (43 km) i wałbrzyskim (31,63 km). W pozostałych powiatach sumaryczna długość dróg innych na obszarach osuwisk oscyluje od 0,31 km w powiecie bolesławieckim do 6,61 km w powiecie zgorzeleckim (ryc. 4). Zdarza się, że kilkaset metrów lub nawet kilka kilometrów tego typu dróg przecina obszar jednego osuwiska. Najlepszym przykładem jest zespół osuwisk na Toczku koło Paszkowa w powiecie kłodzkim, na obszarze którego znajduje się ok. 6 km dróg leśnych. Uszkodzenia tego typu dróg mogą sprawić utrudnienia w prowadzeniu gospodarki leśnej.

Na obszarze Sudetów przez teren osuwisk poprowadzono 2,74 km linii kolejowych, w powiatach lwóweckim, karkonoskim, wałbrzyskim, kłodzkim, ząbkowickim, zlotoryjskim oraz w Wałbrzychu (ryc. 6). W dolinie Bobru na odcinku długości 144 m przez teren osuwiska przebiega linia kolejowa nr 283 Pilchowice–Wleń (Kowalski, 2017a). Najdłuższy odcinek torów ułożonych na osuwisku znajduje się w powiecie ząbkowickim wzdłuż linii kolejowej nr 276 na odcinku Bardo Śląskie–Kłodzko. Osuwisko to, o numerze 103957, zajmuje dolną część północno-wschodnich stoków Góry Nyskiej (427 m n.p.m.). Jego jezor schodzi do koryta Nysy Kłodzkiej w Dębownie i mierzy 762 m długości (Sikora, Warmuz, 2017; ryc. 7).

## PODSUMOWANIE

Dane zebrane w trakcie inwentaryzacji obiektów budowlanych narażonych na negatywne skutki uaktywnienia osuwisk w Sudetach stanowią uzupełnienie informacji na temat osuwiskowości tego rejonu Polski i ujawniają potencjalne problemy oraz zagrożenia. Wyniki owej analizy wskazują, że na tle Karpat obszar Sudetów charakteryzuje się bardzo małymi wartościami wskaźników osuwiskowości powierzchniowej, przez co liczba obiektów budowlanych i infrastruktury liniowej narażonych na zniszczenie przez ruchy masowe ziemi jest dużo mniejsza (m.in. Poprawa i in., 1998; Poprawa, Rączkowski, 2007; Wójcik, Wojciechowski, 2016). Niezależnie od skali zagrożeń osuwiskowych w Sudetach, ich identyfikacja korzystnie wpłynie na sposób reagowania w celu minimalizacji szkód. Przedstawione dane mogą być pomocne dla administracji państwowej i samorządowej w rozwiązywaniu problemów osuwiskowych, ponieważ sygnalizują potencjalne problemy, które mogą zaistnieć na skutek aktywności osuwisk.

W Sudetach najwięcej obiektów budowlanych i infrastruktury komunikacyjnej, które są narażone na zniszczenie przez osuwiska, znajduje się w powiecie kłodzkim,



Ryc. 7. Odcinek linii kolejowej nr 276 (na trasie Bardo Śl.–Kłodzko), przebiegający przez osuwisko nr 103957 w Dębownie (powiat ząbkowicki; wg Sikory, Warmuza, 2019). Objaśnienia i symbole jak na ryc. 5

Fig. 7. Railway No. 276 (Bardo Śl.–Kłodzko) on the landslide No. 103957 in Dębownia (Ząbkowice Śl. county; after Sikora, Warmuz, 2019)



**Ryc. 8.** Przykłady dróg uszkodzonych w wyniku aktywności osuwisk w Sudetach: **A** – droga powiatowa (zbiorcza) nr 2491D na osuwisku nr 96411 w Siedlęcinie (powiat karkonoski, 2022 r.); **B** – droga powiatowa (zbiorcza) nr 2745D na osuwisku nr 96771 w Marciszowie (powiat kamiennogórski, 2022 r.)

**Fig. 8.** Examples of roads damaged by landslide activity in the Sudetes: **A** – county (collector) road no 2491D on the landslide no 96411 in Siedlęcín (Karkonosze country, 2022); **B** – county (collector) road no 2745D on the landslide no 96771 in Marciszów (Kamienna Góra county, 2022)

w dalszej kolejności znajdują się one w powiatach ząbkowickim, lwóweckim i wałbrzyskim, jednak do tej pory najbardziej dokuczliwe szkody dróg wystąpiły w powiatach karkonoskim i kamiennogórskim (ryc. 8). W związku z tym każdy przypadek wystąpienia powierzchniowych ruchów masowych wymaga szczególnego traktowania i nie należy ignorować żadnych sygnałów czy szczątkowych informacji o nich. W przyszłości należałoby określić ryzyko osuwiskowe wybranych części Sudetów – na podstawie dokładnego modelowania, m.in. z uwzględnieniem czynników środowiskowych i danych BDOT (Mrozek, 2009; Małka, 2018).

Mieszkańcy terenów osuwiskowych są zazwyczaj pierwszym źródłem informacji o zdarzeniach katastrofalnych spowodowanych przez ruchy masowe ziemi. Z tego względu istotne jest upowszechnianie i pogłębianie wiedzy lokalnej społeczności na temat istnienia osuwisk w ich regionie i zagrożeń, jakie powodują.

W 2022 r. w ramach projektu SOPO w pierwszych 4 powiatach w całości lub częściowo należących do Sudetów (dzierzoniowskim, kamiennogórskim, karkonoskim i zgorzeleckim) rozpoczęto realizację map osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi. Przedstawione w artykule dane będą przydatne dla wykonawców tych map oraz kart rejestracyjnych osuwisk (Rozporządzenie, 2020).

Dziękuję recenzentom – Prof. Piotrowi Migoniowi (UWr) oraz Prof. Antoniemu Wójcikowi (PIG-PIB) – za cenne uwagi i propozycje uzupełnień wniesione do ostatecznej wersji artykułu. Redakcji *Przeglądu Geologicznego* składam podziękowania za przygotowanie manuskryptu do druku.

## LITERATURA

BAŻYŃSKI J., KÜHN A. 1971 – Rejestracja osuwisk w Polsce. Inst. Geol.  
 BEDNARCZYK Z. 2019 – Zdalne metody monitoringu osuwisk w kopalni odkrywkowej węgla brunatnego. 2. Ogólnopolska Konferencja

Osuwiskowa O!SUWISKO, 14.05.2019–17.05.2019, Szczawnica. Państw. Inst. Geol.-PIB.

BOBER L. 1984 – Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. Biul. Inst. Geol., 340: 115–158.

DUSZYŃSKI F., JANCEWICZ K., KASPRZAK M., MIGOŃ P. 2017 – The role of landslides in downslope transport of caprock-derived boulders in sedimentary tablelands, Stołowe Mts, SW Poland. Geomorph., 295: 84–101.

GRABOWSKI D., MARCINIEC P., MROZEK T., NEŚCIERUK P., RĄCZKOWSKI W., WÓJCIK A., ZIMNAL Z. 2008 – Instrukcja opracowania mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000. Państw. Inst. Geol.

JANCEWICZ K., TRACZYK A. 2017 – Mało znane formy ruchów masowych w dolinie Węglówki w Górach Bardzkich (Sudety Środkowe). Prz. Sud., 20: 289–314.

KOS J., NESCIERUK P., LASKOWICZ I., SIKORA R., WÓDKA M., KAMIENIARZ S., WARMUZ B., WOJCIECHOWSKI T., PERSKI Z., DACKA J., GOLDA M., ZAJĄC M. 2022 – Projekt robót geologicznych dla rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich i wykonania sieci monitoringu instrumentalnego na osuwisku w miejscowości Siedlęcín. NAG Państw. Inst. Geol.-PIB.

KOTWICKA W., JANCEWICZ P., MIGOŃ P. 2019 – Rzeźba osuwiskowa południowo-wschodniej części Gór Wałbrzyskich, Sudety Środkowe. Prz. Geol., 67 (10): 828–836.

KOWALSKI A. 2017a – Rozmieszczenie i geneza form osuwiskowych w przełomowej dolinie Bobru w okolicach Wlenia (Sudety Zachodnie). Prz. Geol., 65: 629–641.

KOWALSKI A. 2017b – Ruchy masowe a interpretacja budowy geologicznej – przykład osuwiska na górze Drogosz w paśmie Zaworów (Sudety Środkowe). Prz. Geol., 65: 96–104.

KOWALSKI A. 2021 – Geneza i geologiczne uwarunkowania rozwoju form osuwiskowych w środkowej części Obniżenia Noworudzkiego w Sudetach. Prz. Geol., 69: 666–679.

KOWALSKI A. 2022 – W jaki sposób struktura podłoża warunkuje rozwój osuwiska translacyjnego? Przykład osuwiska we Włodowicach w Obniżeniu Noworudzkiem (Sudety Środkowe). Prz. Geol., 70 (9): 722–732.

KOWALSKI A., WOJEWODA J. 2017 – Nowo rozpoznane formy osuwiskowe w dolinie Kaczawy na Pogórzu Kaczawskim (Sudety Zachodnie). Land. Analysis, 34: 15–27.

KOWALSKI A., MAKOŚ M. 2019 – Geologiczne uwarunkowania rozwoju osuwisk w Sudetach. 2. Ogólnopolska Konferencja Osuwiskowa O!SUWISKO, 14.05.2019–17.05.2019, Szczawnica. Państw. Inst. Geol.-PIB.



- KOWALSKI A., KASZA D., WAJS J. 2019 – Structural control of mass movements on slopes formed of magmatic and metamorphic rocks: the case study of Wielisławka Mt. (SW Poland, Sudetes Mts.). *Geol. Quart.*, 63 (3): 460–477.
- LASKOWICZ I. 2019 – Zagospodarowanie przestrzenne osuwisk – nadal otwarty problem. *Prz. Geol.*, 67 (5): 303–307.
- LASKOWICZ I., MROZEK T. 2018 – Redukcja ryzyka osuwiskowego w Polsce – działania ad hoc czy strategia? *Pr. Stud. Geogr.*, 63 (3): 53–66.
- LASKOWICZ I., MROZEK T. 2019 – Zagrożenie zabytków dziedzictwa kulturowego ruchami masowymi na obszarze Karpat. *Prz. Geol.*, 67 (5): 369–307.
- LEMBERGER M. (red.) 2005 – Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych). AGH, Kraków: 23–83.
- MAKOŚ M., SOBCZYK A. 2018 – Przydatność pomiarów georadarowych i analiz geomorfometrycznych do rozpoznania wewnętrznej struktury płytkich osuwisk – na przykładzie góry Średniak w Masywie Śnieżnika, Sudety Wschodnie. *Prz. Geol.*, 66 (10): 636–647.
- MAŁKA A. 2018 – Podatność i ryzyko osuwiskowe w obszarach rzeźby młodoglacjalnej, przeobrażonej antropogenicznie, na terenie Gdyni, rozpr. dokt. Arch. CAG PIG, Warszawa, nr 7023/2018.
- MARCINIEC P., ZIMNAL Z., WOJCIECHOWSKI T., PERSKI Z., RĄCZKOWSKI W., LASKOWICZ I., NESCIERUK P., GRABOWSKI D., KUŁAK M., WÓJCIK A. 2019 – Osuwiska w Polsce – od rejestracji do prognoz, czyli 13 lat projektu SOPO. *Prz. Geol.*, 67 (5): 291–297.
- MATEOSA R.M., LÓPEZ-VINIELLESA J., POYIADJIB E., TSAGKASB D., SHEEHY C., HADJICHALAMBOUS K., LISIĆ P., PODOLSKIF L., LASKOWICZ I., IADANZAH C., GAUERT C., TODOROWIĆ S., JEMEC AUFLIĆ M., MAUTEIL R., HERMANN R.L., KOCIUN A., SANDIĆO C., MAUTERA R., SARROA R., BÉJARA M., HERRERA G. 2020 – Integration of landslide hazard into urban planning across Europe. *Landscape and Urban Planning*, 196: 103740
- MIGOŃ P. 2011 – Osuwisko w Bardzie. *Sudety*, 120: 38–39.
- MIGOŃ P., JANCEWICZ K., KASPRZAK M. 2014a – Zasięg obszarów objętych osuwiskami w Górach Kamiennych (Sudety Środkowe) – porównanie map geologicznych i cyfrowego modelu wysokości z danych LiDAR. *Prz. Geol.*, 64: 463–471.
- MIGOŃ P., KACPRZAK A., MAŁIK I., KASPRZAK M. 2014b – Formy osuwiskowe w Górach Kamiennych (Sudety Środkowe) – kryteria identyfikacji i oceny zagrożenia. *Land. Analys.*, 26: 39–60.
- MIGOŃ P., JANCEWICZ K., RÓŻYCKA M., DUSZYŃSKI F., KASPRZAK M. 2017 – Large-scale slope remodelling by landslides – Geomorphic diversity and geological controls, Kamienne Mts., Central Europe. *Geomorph.*, 289: 134–151.
- MILKOWSKI D., GÓRECKA A., WÓJCIK MILEWSKA M. 2008 – Zabezpieczenie i monitoring osuwisk powstałych na Zboczu Północnym wyrobiska odkrywkowego BOT KWB Turów S.A. *Kwart. AGH*, 32 (2): 247–257.
- MROZEK T. 2019 – Zagrożenie i ryzyko osuwiskowe w rejonie Szymbarku (Beskid Niski). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 199.
- OBERC J. 1957 – Region Gór Bardzkich (Sudety). *Przewodnik dla geologów*. Wyd. Geol., Warszawa.
- PARZÓCH K., PAWLIK Ł., SOLARSKA A., WITEK M. 2012 – Osuwisko na stokach Średniaka w Masywie Śnieżnika Kłodzkiego w 2011 roku. *Przr. Sudetów*, 15: 197–208.
- POPRAWA D., RĄCZKOWSKI W., DZIEPAK P., KOPCOWSKI R., MROZEK T., NESCIERUK P., ZIMNAL Z. 1998 – Geologiczne skutki powodzi w 1997 roku na przykładzie osuwisk województwa nowosądeckiego. [W:] Starkel L., Grela J. (red.), Powódź w dorzeczu górnej Wisły w lipcu 1997 r. *Wyd. Oddz. PAN, Kraków*: 119–132.
- RĄCZKOWSKI W. 2007 – Zagrożenia osuwiskowe w polskich Karpatach. *Prz. Geol.*, 55: 638.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. *Dz.U. z 2016 r. poz. 124*.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych. *Dz.U. z 2011 r. poz. 1642*.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 4 grudnia 2020 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi. *Dz.U. z 2020 r. poz. 2270*.
- RÓŻYCKA M., MICHNIEWICZ A., MIGOŃ P., KASPRZAK M. 2015 – Identification and morphometric properties of landslides in the Bystrzyckie Mountains (Sudetes, SW Poland) based on data derived from airborne LiDAR. [W:] Jasiewicz J., Zwoliński Z., Mitasova H., Hengl T. (red.), *Geomorphometry for Geosciences*. Adam Mickiewicz University in Poznań – Institute of Geocology and Geoinformation, International Society for Geomorphometry, Poznań, 247–250.
- SIKORA R. 2022 – Geological and geomorphological conditions of landslide development in the Vistula source area in the Silesian Beskid (Outer Carpathians, southern Poland). *Geol. Quart.*, 66: 19, doi: 10.7306/gq.1651
- SIKORA R., PIOTROWSKI A. 2017 – Związki wybranych form osuwiskowych w przełomowej dolinie Nysy Kłodzkiej w Górach Bardzkich ze strukturą podłoża. [W:] Dłużewski M., Rojan E., Smolska E., Tsermegas I. (red.), *Streszczenia referatów i posterów. XI Zjazd Geomorfologów Polskich, 13–15 września 2017, Warszawa*: 137.
- SIKORA R., WARMUZ B. 2017 – Karta dokumentacyjna osuwiska (numer ewidencyjny 103957) w miejscowości Dębownia; <http://mapa-osuwiska.pgi.gov.pl>
- SIKORA R., WÓJCIK A. 2019b – Karta dokumentacyjna osuwiska (numer ewidencyjny 96771) w miejscowości Marciszów; <http://mapa-osuwiska.pgi.gov.pl>
- SIKORA R., WOJCIECHOWSKI T. 2019 – Osuwiska w Sudetach. *Prz. Geol.*, 67 (5): 360–368.
- SIKORA R., WOJCIECHOWSKI T. 2021 – New landslide inventory map of the Sudetes Mountains. [W:] Guzzetti F., Mihalic Arbanas S., Reichenbach P., Sassa K., Bobrowsky P.T., Takara K. (red.), *Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk, ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction*, 59–65; [https://doi.org/10.1007/978-3-030-60227-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-60227-7_4)
- SIKORA R., KOWALSKI A., PIOTROWSKI A. 2016a – Implikacje rozwoju osuwisk i zmienności geologicznej podłoża na izersko-kaczawskim odcinku doliny Bobru (Sudety Zachodnie). [W:] Wojewoda J. (red.), *Wyzwania polskiej geologii, 3. Polski Kongres Geologiczny, 14–18 września 2016 r. PTG, Wrocław*: 348–350.
- SIKORA R., KOWALSKI A., BADURA J., GOTOWAŁA R., PIOTROWSKI A., RÓŻAŃSKI P., URBAŃSKI K. 2016b – Wybrane osuwiska Dolnego Śląska i ich związek z budową geologiczną. [W:] Wojewoda J., Kowalski A. (red.), *Wyzwania polskiej geologii. Przewodnik do wycieczek kongresowych, 3. Polski Kongres Geologiczny, 14–18 września 2016 r. PTG, Wrocław*: 44–60.
- SIKORA R., WOJCIECHOWSKI T., PIOTROWSKI A., TOMASZCZYK M. 2017 – Geological condition of landslides occurrence in the Bardzkie Mountains and adjacent areas (Sudetes, SW Poland). *World Landslide Forum, 4WLF, Lubiana*. Poster; <https://wlf4.fgg.uni-lj.si/wp-content/uploads/2017/05/WLF4-Local-Proceedings-and-Programmewith-posters.pdf>
- SYNOWIEC G. 2003a – Formy osuwiskowe w Górach Kamiennych. *Prz. Geol.*, 51: 59–65.
- SZWARŃSKI A., KACZAREWSKI T. 2008 – Osuwisko Świniec. Przebieg zagrożenia, akcja ratownicza i likwidacja skutków. *Mies. WUG*, 8 (97): 11–20.
- URBAŃSKI K., RÓŻAŃSKI P. 2016 – Stanowisko 3. Osuwisko w Janowcu. [W:] Wojewoda J., Kowalski A. (red.), *Wyzwania polskiej geologii. Przewodnik do wycieczek kongresowych, 3. Pol. Kongres Geol., 14–18 września 2016. Pol. Tow. Geol., Wrocław*: 53–54.
- USTAWA z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych. *Dz.U. z 2020 r. poz. 470*.
- WOJCIECHOWSKI T. 2019 – Podatność osuwiskowa Polski. *Prz. Geol.*, 67 (5): 320–325.
- WOJCIECHOWSKI T., LASKOWICZ I., NESCIERUK P., MARCINIEC P., UŚCINOWICZ G., CZERWIŃSKI T., PERSKI Z. 2020 – Zagrożenia geologiczne w Polsce w 2020 roku. *Prz. Geol.* 69 (5): 303–311.
- WÓJCIK A., WOJCIECHOWSKI T. 2016 – Osuwiska jako jeden z ważniejszych elementów zagrożeń geologicznych w Polsce. *Prz. Geol.*, 64 (9): 701–709.
- WÓJCIK A., SIKORA R., KOWALSKI A. 2019a – Karta dokumentacyjna osuwiska (nr ewidencyjny 103951) w miejscowości Bardo Śląskie; <http://mapa-osuwiska.pgi.gov.pl>
- WÓJCIK A., SIKORA R., KOWALSKI A. 2019b – Karta dokumentacyjna osuwiska (nr ewidencyjny 96411) w miejscowości Siedlęcín; <http://mapa-osuwiska.pgi.gov.pl>
- WÓJCIK A., SIKORA R., KOWALSKI A. 2019c – Karta dokumentacyjna osuwiska (nr ewidencyjny 96431) w miejscowości Siedlęcín; <http://mapa-osuwiska.pgi.gov.pl>

Praca wpłynęła do redakcji 12.07.2022 r.  
Akceptowano do druku 10.08.2022 r.