

## Uwarunkowania występowania osuwisk w obszarze zasięgu lądolodu zlodowacenia wisły w Polsce

Dariusz Grabowski<sup>1</sup>, Paulina Kaczmarek-Ploch<sup>1</sup>, Paweł Kwecko<sup>1</sup>, Jacek Rubinkiewicz<sup>1</sup>,  
Piotr Kurowski<sup>1</sup>, Krzysztof Karwacki<sup>1</sup>, Mateusz Parafiniuk<sup>1</sup>, Rafał Mianowski<sup>1</sup>

Constraints on landslide distribution in the area covered by the Vistulian ice sheet in Poland. *Prz. Geol.*, 74: 219–232; doi: 10.7306/2026.17

Redaktor prowadzący: Tomasz Godlewski

*Abstract.* The article presents the results of study carried out between 2010 and 2025 as part of the implementation of the Map of Landslides and Terrains Prone to Mass Movements (MOTZ) in the area covered by the Vistulian ice sheet. It shows the geomorphological, geological and hydrographic conditions affecting the distribution and development of 4,219 landslides in the late glacial area. All landslides were assigned to seven distinct groups of Quaternary landforms. It was found that the vast majority of them (both in terms of number and area) occur within river valley slopes and subglacial troughs, with a smaller number found on the cliff coast. The highest concentrations of landslides – including on the slopes of the Vistula (e.g. the Lake Włocławek), Oder, Brda and Lyna valleys, and on the cliff between Gdynia and Jastrzębia Góra – are undoubtedly also related to the lithologically diverse geological structure. The formation and development of landslides are affected mostly by river erosion, as well as by sea abrasion of the cliff and abrasion caused by wind waves in the Lake Włocławek. Outside the Quaternary hydrographic system, which consists of river valleys, ice-marginal valleys, tunnel valleys, and a dense network of erosion cuts and periodic water valleys, landslides occur sporadically, in a scattered form, and do not form larger concentrations. A summary of the average morphometric parameters of landslides shows that the highest values for length, width, and slope of landslides, height and slope of the main escarpment, and height of the foreshore occur among the forms documented on the slopes of the Lake Włocławek and the seaside cliff.

**Keywords:** landslides, late glacial relief, Vistulian Glaciation

Powstawanie osuwisk oraz ich dalszy rozwój są ściśle związane z występowaniem zróżnicowanych hipsometrycznych form terenu. W Polsce najlepiej rozpoznany pod względem badawczym i inwentaryzacyjnym obszarami, na których zachodzą procesy osuwiskowe, są Karpaty (Bober, 1984; Poprawa, Rączkowski, 2003; Wojciechowski, 2019; Wójcik, 2019) oraz – w mniejszym stopniu – Sudety (Migoń i in., 2014; Kowalski, 2017, 2021; Sikora, Wojciechowski, 2019). Dotychczas badania nad problematyką osuwisk poza obszarami górskimi ograniczały się głównie do fragmentów wybrzeża morskiego (Subotowicz, 1989; Kramarska i in., 2011; Winowski, 2015; Uścińowicz i in., 2019), wybranych odcinków dolin rzecznych (Chudziński, 1929; Glazer, Wysokiński, 1967, 1970; Banach, 1973, 1977; Wysokiński, 1979, 1985; Ostaficzuk, Wysokiński, 1981; Tyszkowski, 2008, 2012a, b; Zabuski i in., 2014; Grabowski i in., 2022) oraz niektórych form antropogenicznych (Okupny, 2009; Karwacki, 2016; Górka, Piotrowski, 2022).

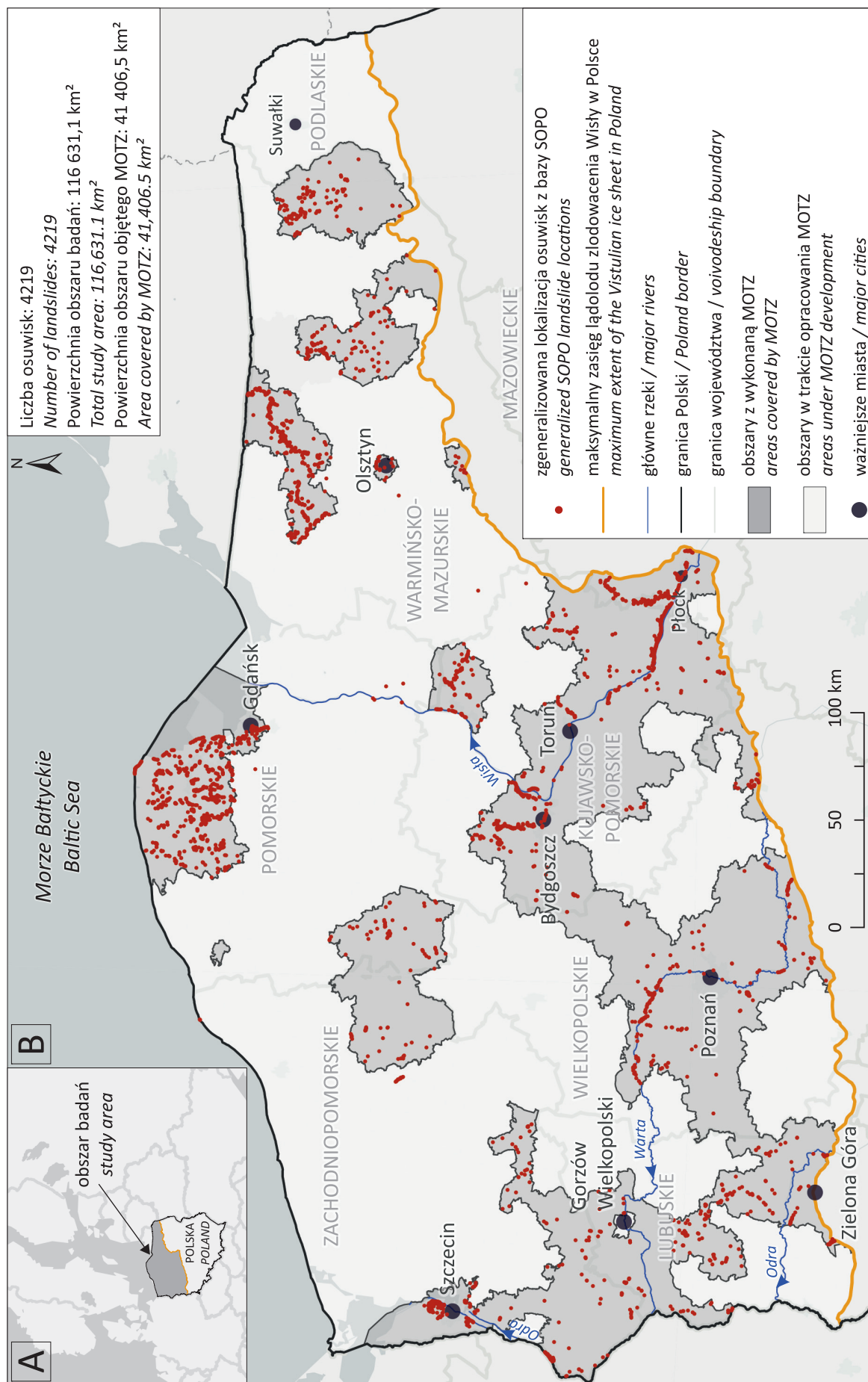
Ciągły postęp w inwentaryzacji osuwisk stwarza jednak możliwość szerszego spojrzenia na problematykę ruchów masowych poza obszarami górskimi. W ramach realizacji kolejnych etapów projektu *System Ostony Przeciwosuwiskowej* (SOPO) systematycznie zbierano informacje o osuwiskach występujących w północnej i środkowej Polsce. Prace terenowe w tej części Polski, prowadzone w latach 2010–2025, zaowocowały wykonaniem (w ujęciu administracyjnym) *Map osuwisk i terenów zagrożonych ruchami*

*masowymi w skali 1 : 10 000* (MOTZ) z wykorzystaniem jednolitej metodyki badań (Grabowski i in., 2008; Wódka i in., 2025). Zebrane dane były gromadzone w bazie SOPO w postaci danych geometrycznych (takich jak: zasięgi osuwisk, stopnie aktywności, skarpy główne i czoła, elementy rzeźby osuwiskowej) oraz liczbowych i opisowych (m.in.: parametrów osuwisk, miąższości koluwium, informacji o podłożu osuwiska i rodzaju koluwium oraz przejawach wód w obrębie osuwisk, danych o zagospodarowaniu przestrzennym osuwisk).

Głównym celem artykułu jest ocena uwarunkowań geomorfologicznych, geologicznych oraz hydrograficznych wpływających na rozmieszczenie osuwisk w młodoglaacialnej części Polski, objętej zasięgiem lądolodu zlodowacenia wisły (zwanej dalej ZLZW). Dodatkowo podjęto próbę wskazania czynników aktywnych (czynnych) i pasywnych (biernych) mających największy wpływ na powstawanie i rozwój ruchów masowych. Analizowany obszar ZLZW jest ograniczony od południa maksymalnym zasięgiem lądolodu zlodowacenia wisły (Marks i in., 2022), a od zachodu, północy i wschodu – granicami państwa (ryc. 1). Zajmuje on powierzchnię ok. 116 631,1 km<sup>2</sup>, co stanowi ponad 1/3 obszaru Polski. Obszar badań został wybrany ze względu na:

- bardzo wyraźnie zachowane formy rzeźby glacialnej powodujące znaczne deniwelacje hipsometryczne powierzchni czwartorzędowej;

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; [dgra@pgi.gov.pl](mailto:dgra@pgi.gov.pl); [pplo@pgi.gov.pl](mailto:pplo@pgi.gov.pl); [pkwe@pgi.gov.pl](mailto:pkwe@pgi.gov.pl); [jrub@pgi.gov.pl](mailto:jrub@pgi.gov.pl); [pkur@pgi.gov.pl](mailto:pkur@pgi.gov.pl); [kkar@pgi.gov.pl](mailto:kkar@pgi.gov.pl); [mpar@pgi.gov.pl](mailto:mpar@pgi.gov.pl); [rmia@pgi.gov.pl](mailto:rmia@pgi.gov.pl); ORCID ID: D. Grabowski – 0000-0003-4255-1866, P. Kaczmarek-Ploch – 0009-0004-9117-765X, P. Kwecko – 0000-0002-5233-7137, J. Rubinkiewicz – 0000-0002-4189-2418, P. Kurowski – 0009-0008-0985-5423, K. Karwacki – 0000-0002-6999-7780; M. Parafiniuk – 0009-0004-7229-4922, R. Mianowski – 0009-0006-3595-8034



Ryc. 1. A – lokalizacja obszaru badań, B – zgeneralizowane rozmieszczenie osuwisk w granicach zasięgu lądolodu zlodowacenia wisły. MOTZ – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000; SOPO – System Osłony Przeciwosuwiskowej  
 Fig. 1. A – location of the study area, B – generalized distribution of studied landslides covered by the Vistulian ice sheet. MOTZ – Map of Landslides and Terrains Prone to Mass Movements, 1 : 10,000, SOPO – Landslide Counteraction System

- występowanie zróżnicowanych genetycznie środowisk akumulacji utworów czwartorzędowych (głębokie, rzeczne, jeziorne, morskie, eoliczne);
- znaczną liczbę rozpoznanych dotychczas osuwisk.

Do końca 2025 r. w granicach ZLZW opracowano cyfrową wersję MOTZ dla 60 powiatów, spośród których dla 10 w niepełnym zakresie (dla wybranych 30 gmin). Obszar objęty MOTZ obejmuje łącznie 41 406,5 km<sup>2</sup> powierzchni terenu, co stanowi ok. 35,5% całego obszaru badań – ZLZW (ryc. 1). Analiza osuwisk na tak dużym obszarze młodoglacjalnym nie była dotychczas podejmowana w opracowaniach naukowych z terenu Polski.

### METODYKA PRAC

W granicach ZLZW zarejestrowano w bazie SOPO 4544 osuwiska (stan na 23.12.2025 r.), z których 325 (o powierzchni mniejszej niż 0,05 ha) odrzucono ze względu na ich niepełną reprezentację (zgodnie z metodyką prac rejestruje się tylko te zagrażające infrastrukturze – Grabowski i in., 2008; Wódka i in., 2025). Finalnie, do niniejszego opracowania wykorzystano zbiór 4219 osuwisk. Wśród nich jest 31 form (zarejestrowanych w ramach tzw. prac interwencyjnych) zlokalizowanych w gminach, dla których jeszcze nie wykonano MOTZ.

W celu oceny uwarunkowań geomorfologicznych zbiór 4219 osuwisk został przyporządkowany do wydzielonych grup i podgrup form rzeźby czwartorzędowej. Następnie analizowano udziały ilościowy i powierzchniowy osuwisk w poszczególnych grupach i podgrupach. Analizę przestrzenną form rzeźby oraz relacje z osuwiskami przeprowadzono na zwizualizowanych (także w formie 3D) danych z numerycznych modeli terenu (NMT, o rozdzielczości 1 × 1 m) pochodzących z lat 2012–2022 (zasoby Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii, GUGiK).

Z uwagi na niepełne opracowanie cyfrowej wersji *Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000* (SMGP), do analizy związku osuwisk z budową geologiczną użyto powierzchniowych wydzielen z *Mapy Geologicznej Polski 1 : 500 000* (MGP, Marks i in., 2006). Ta znaczna różnica w szczegółowości zestawianych danych (osuwiskowych i geologicznych) uniemożliwia precyzyjne wskazanie relacji między osuwiskami a budową geologiczną, niemniej jednak pozwala na ogólną ocenę tego związku oraz wskazanie pewnych prawidłowości. Analiza została wykonana w środowisku GIS.

W celu oceny uwarunkowań hydrograficznych zestawiono osuwiska w poszczególnych grupach i podgrupach form rzeźby z przejawami powierzchniowych wód śródładowych (płynących stale, okresowo i stojących) oraz morskich. Przeprowadzono prostą analizę oddziaływania tych wód z czterostopniową (bardzo istotny, istotny, mało istotny, brak wpływu) oceną stopnia ich wpływu na zbocza/stoki wyróżnionych form rzeźby, w aspekcie inicjowania i rozwoju ruchów masowych. Dane do oceny stopnia wpływu są szacunkowe i zostały pobrane z kart rejestracyjnych (informacja o przejawach wód w obrębie osuwiska i jego sąsiedztwie pozyskana w trakcie prac terenowych).

Do generalnej charakterystyki osuwisk wykorzystano podstawowe parametry morfometryczne z bazy SOPO, zawarte w kartach rejestracyjnych terenów, na których występują ruchy masowe.

### WYNIKI PRAC – ANALIZA DANYCH

Ze względu na kluczową rolę młodoglacjalnej rzeźby czwartorzędowej w kontekście oceny rozmieszczenia osuwisk zastosowano autorski podział powierzchniowych form rzeźby. W ich wyróżnieniu (i terminologii) opierano się głównie na: *Geomorfologii* (Migoń, 2006), Instrukcji opracowania reambulacji i aktualizacji oraz wydania *Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000* (Mikołajków i in., 2022) oraz *Słownika geologii dynamicznej* (Jaroszewski i in., 1985).

Na potrzeby niniejszego artykułu podzielono czwartorzędowe formy rzeźby na siedem podstawowych grup o genezie: erozyjno-denudacyjnej (grupy I–IV), akumulacyjnej (grupa V), antropogenicznej (grupa VI) oraz nieokreślonej (grupa VII).

Dodatkowo, uwzględniając większą złożoność głównie warunków morfologicznych (a także geologicznych i hydrograficznych), wydzielono w ich obrębie 16 podgrup (form drugorzędnych), w których powstają i rozwijają się ruchy masowe:

**I – Doliny rzeczne i pradoliny** (Jaroszewski i in., 1985; Migoń, 2006; Mikołajków i in., 2022) – charakteryzują się najwyższymi zboczami (średnio 30–50 m wysokości względnej, maks. 70 m) i najszerszymi dnami (maks. do 4 km) oraz złożonym systemem tarasów rzecznych zalewowych, nadzalewowych i pradolinnych.

W tej grupie głównym czynnikiem powstania i rozwoju osuwisk jest erozja rzeczna (stała lub okresowa) zboczy/stoków. Odmienna morfometria dolin i pradolin (wysokość, szerokość, krętość, rozciągłość, zróżnicowanie profili podłużnych den dolinnych) była podstawą wydzielenia 6 podgrup form:

- a) **Zbocza głównych dolin rzecznych** (trzech najdłuższych rzek polskich – Wisły, Odry i Warty) sięgające nawet ponad 60 m wysokości (dolina Wisły w części przełomu fordońskiego na północ od Bydgoszczy). Litologia zboczy jest w wielu odcinkach mocno zróżnicowana i zmienna, a znaczne głębokości dolin umożliwiają odsonięcie się w ich dolnych częściach utworów starszych od czwartorzędowych – głównie neogeńskich i paleogeńskich (niejednokrotnie zaburzonych glacictonicznie). W tej podgrupie dochodzi do rozwoju bardzo dużych osuwisk o wyraźnych granicach oraz bardzo urozmaiconej i wyraźnej rzeźbie koluwalnej.
- b) **Zbocza średnich dolin rzecznych** obejmujące większość bezpośrednich (II rzędu) lub pośrednich (III–IV rzędu) dopływów Wisły, Odry i Warty oraz rzeki uchodzące bezpośrednio do zlewni Morza Bałtyckiego (I rzędu). Zbocza tych dolin mają zróżnicowane wysokości, w większości mieszczące się w przedziale 15–40 m, dna o szerokości maksymalnie do 1,5–2,0 km z systemem do kilku tarasów rzecznych. W tej podgrupie powstają osuwiska sięgające znaczne rozmiary, mające na ogół wyraźne granice oraz dość dobrze zachowaną rzeźbę koluwalną.
- c) **Zbocza rozcięć erozyjnych i dolin wód okresowych** o maks. długości do kilku kilometrów, lokalnie o przepływie okresowym. Zbocza tych form mogą osiągać różne wysokości (nawet do 30 m), ale najczęściej 10–15 m. Dna dolin są wąskie (na ogół nie

przekraczają 50 m), niejednokrotnie o charakterze wciósów (z przepływem okresowym), zwykle bez aluwiów tworzących system tarasowy, rzadziej z jednym tarasem zalewowym. Specyficznym przypadkiem są bardzo krótkie rozcięcia erozyjne (w większości 200–500 m długości) erodujące w swoich odcinkach ujściowych wysokie i długie zbocza dolin rzek głównych (Wisły, Odry i Warty), Jeziora Włocławskiego<sup>2</sup> oraz pradolin Noteci i Redy-Łeby. Występujące w ich obrębie osuwiska powstały w wyniku erozji wgłębnej i bocznej tych cieków (a nie erozji rzek głównych). W tej podgrupie tworzą się niewielkie formy osuwiskowe, o dość czytelnych granicach, ale na ogół mało urozmaiconej rzeźbie koluwalnej.

d) **Zbocza pradolin Noteci oraz Redy-Łeby** są morfometrycznie zbliżone do podgrupy Ia i Ib, ale mają znacznie szersze dna (niż doliny podgrupy Ib), wypełnione przeważnie jednym tarasem zalewowym (Pradolina Redy-Łeby) lub systemem 2–3 tarasów rzecznych (Pradolina Noteci). Rzeki wykorzystujące te pradoliny płyną na ogół ich osiowymi częściami, więc ich wpływ na zbocza, a pośrednio na ruchy masowe jest możliwy głównie w czasie wyższych stanów wód. Zbocza pradolin są na ogół wysokie (dochodzą maksymalnie do 50–60 m), lokalnie silnie poroczinane wciósami oraz wązozami (np. Pradolina Redy-Łeby). W obrębie tej formy powstają z reguły niewielkie osuwiska, w większości o mało urozmaiconej rzeźbie koluwalnej.

e) **Zbocza Jeziora Włocławskiego** – fragment doliny Wisły przekształcony na odcinku Płock–Włocławek w zbiornik zaporowy wskutek sztucznego spiętrzenia wód. Podniesienie pierwotnego poziomu wód Wisły średnio o ok. 8–10 m spowodowało zalanie niższych części zboczy doliny Wisły od strony północnej. Przed zalaniem na tych zboczach występowały osuwiska, w tym część sporych rozmiarów. Po podniesieniu poziomu wód strefy czołowe tych osuwisk zostały zalane, a następnie ulegały przekształceniu (głównie rozmywaniu) w warunkach podwodnych (Banach, 2003). Natomiast w wyższych partiach zboczy trwały nadal procesy ruchów masowych, które nasiliły się w związku z podniesieniem bazy erozyjnej rzeki oraz bezpośrednim i ciągłym wpływem wód zbiornika na te zbocza. Z uwagi na znaczną powierzchnię Jeziora Włocławskiego oraz jego rozciągłość WNW–ESE przy silnych wiatrach zachodnich zachodzą procesy falowania prowadzące do abrazji brzegów zbiornika (Banach, 1985), mające także wpływ na rozwój ruchów masowych. Zbocza Jeziora Włocławskiego można uznać za tzw. klif śródlądowy/jeziorny oraz największy obszar osuwiskowy na Niżu Polskim (Bażyński, Kühn, 1970). Z tego względu zostały wyodrębnione jako osobna podgrupa form rzeźby. W takich warunkach osuwiska są liczne, różnej wielkości, z bardzo wyraźną rzeźbą koluwalną oraz czytelnymi granicami bocznymi.

f) **Stoki (krawędzie) tarasów rzecznych i pradolinnych** stanowią odrębną podgrupę głównie z uwagi na ich: niewielką wysokość (na ogół do 5–7 m) w stosunku do wysokości zboczy dolin i pradolin, ograniczony zasięg przestrzenny oraz dominację utworów piaszczysto-żwirowych w ich budowie. Z ww. przyczyn ruchy masowe rozwijają się tu na znacznie mniejszą skalę niż w pozostałych podgrupach form z grupy I. W takich warunkach powstają osuwiska o niewielkich rozmiarach, ale często szerokie, na ogół z mało urozmaiconą lecz czytelną rzeźbą koluwalną. Dotychczas osuwiska w stokach tarasów udokumentowano jedynie w dolinach czterech rzek: Wisły, Warty, Brdy i Drwęcy.

**II – Rynny polodowcowe/subglacjalne**, zwane też dolinami rynnowymi (Jaroszewski i in., 1985; Migoń, 2006; Mikołajków i in., 2022) lub dolinami tunelowymi (Kehew i in., 2012; Kirkham i in., 2024), które ze względu na odmienne warunki hydrograficzne podzielono na dwie podgrupy:

a) **zbocza rynien** wykorzystywanych przez **cieki płynące** lub okresowo płynące,

b) **zbocza rynien** wypełnionych **wodami stojącymi** (jeziorami rynnowymi), najczęściej z niewielkimi przepływami.

Formy tej grupy występują na całym obszarze badań, ale liczniej w jego zachodniej części. Powstają tu osuwiska o różnych rozmiarach, choć formy bardzo duże zdarzają się sporadycznie. Na ogół mają wyraźne granice i czytelną rzeźbę koluwalną.

**III – Misy jeziorne i obniżenia wytopiskowe** (Jaroszewski i in., 1985; Migoń, 2006; Mikołajków i in., 2022). Grupa ta obejmuje zagłębienia wypełnione wodami (obecnie lub w przeszłości) poza systemem rynien polodowcowych i składa się z dwóch podgrup:

a) **zbocza mis jeziornych lub sztucznych zbiorników**,

b) **zbocza suchych obniżeń**.

Obie podgrupy są powszechne na całym obszarze badań, a w ich obrębie powstają różnej wielkości osuwiska, raczej o niezbyt wyraźnych granicach i mało urozmaiconej rzeźbie koluwalnej.

**IV – Klify nadmorskie** (Jaroszewski i in., 1985; Migoń, 2006; Mikołajków i in., 2022) to formy rzeźby wyraźnie odmienne od pozostałych, zlokalizowane w wąskim pasie wysokiego wybrzeża morskiego w północnej i północno-zachodniej części ZLZW. Głównie charakteryzują się bardzo stromymi skarpami (miejscami pionowymi) o wysokości względnej średnio 30–50 m (maks. do 100 m w północno-zachodniej części). Rozwijające się tu osuwiska osiągnęły znaczne rozmiary, ich granice są przeważnie bardzo wyraźne, a morfologia koluwiów silnie urozmaicona. Jezory osuwisk są na ogół szybko rozmywane i niszczone przez abrazję. Pojedyncze osuwiska mogą łączyć się ze sobą na długich odcinkach zboczy klifu tworząc w ten sposób szerokie zespoły form osuwiskowych.

**V – Akumulacyjne formy lodowcowe i eoliczne** (Jaroszewski i in., 1985; Migoń, 2006; Mikołajków i in., 2022). Ta podgrupa obejmuje typowe formy akumulacji

<sup>2</sup> We wcześniejszych opracowaniach z tego regionu autorstwa m.in. Banacha M., Kaczmarek H., Tyszkowskiego S. i Wysockiego L. stosowano w tytułach publikacji nazwę Zbiornik Włocławski.

lodowcowej (moreny, kemy, drumliny, formy szczelino-we) oraz formy akumulacji eolicznej (wydmy). Mając na uwadze zróżnicowanie litologiczne w budowie tych form, wydzielono trzy podgrupy:

- a) **stoki form glacialnych o złożonej budowie**, charakteryzujące się znacznym zróżnicowaniem litologicznym (gliniasto-pylasto-ilasto-piaszczystym) w obrębie warstw plejstocenijskich,
- b) **stoki form morenowych zaburzonych/spiętrzonych** o bardzo złożonej budowie tektonicznej oraz znacznej zmienności litologicznej utworów czwartorzędowych i starszych, dodatkowo zaburzonych i spiętrzonych,
- c) **stoki wydm** o prostej budowie, ze zdecydowaną dominacją czwartorzędowych utworów piaszczystych.

Formy tej podgrupy występują licznie na całym obszarze ZLZW. Osuwiska powstające w obrębie takich form są w większości niedużych rozmiarów, o niezbyt wyraźnych granicach i mało urozmaiconej rzeźbie koluwalnej.

**VI – Formy antropogeniczne** czyli stoki i skarpy powstałe w wyniku działań człowieka. Ze względu na charakter tych działań, wydzielono trzy podgrupy:

- a) **skarpy górnicze** (wzrostek eksploatacyjnych i odkrywek górniczych),
- b) **skarpy wkopów i nasypów** drogowych oraz kolejowych,
- c) **skarpy hałd i zwałowisk**.

Osuwiska tej grupy, ze względu na swoją antropogeniczną genezę, przeważnie są formami małymi (na wyjątkowo wysokich hałdach/zwałowiskach mogą się tworzyć większe formy), o granicach niejednokrotnie przypuszczalnych. Formy antropogeniczne występują na całym ob-

szarze badań, przede wszystkim jednak w tych rejonach, gdzie prowadzono intensywną odkrywkową działalność górniczą.

**VII – Formy o genezie nieokreślonej** – zaliczono tu jedynie dwa osuwiska, nienależące do żadnej z ww. sześciu grup. Można zatem uznać, że znaczenie tej grupy form rzeźby dla problematyki osuwiskowej jest nieistotne.

Przedstawiona powyżej ogólna i bardzo krótka charakterystyka osuwisk w każdej z grup lub podgrup jest wynikiem terenowych prac kartograficznych, analizy NMT oraz informacji zawartych w kartach rejestracyjnych zgromadzonych w bazie SOPO.

Każde z 4219 osuwisk zostało przypisane do jednej z grup, a następnie do podgrupy form (tab. 1, 2). Łączna powierzchnia wszystkich analizowanych osuwisk w obrębie ZLZW wynosi 2874,81 ha (28,75 km<sup>2</sup>), a średnia powierzchnia osuwiska – 0,68 ha (tab. 2). Wyniki przedstawiono na diagramach (ryc. 2, 3) ukazujących liczbę (procentową) i powierzchnię (procentową i średnią). Na podstawie uśrednionych danych morfometrycznych przedstawiono ogólną charakterystykę osuwisk w poszczególnych grupach i podgrupach (tab. 3). Na kolejnym etapie przedstawiono uwarunkowania geologiczne na podstawie relacji pomiędzy zasięgami osuwisk a litologią wydzieleni powierzchniowych na obszarze ZLZW (tab. 4, rys. 4). Należy ponownie podkreślić, że wydzielenia geologiczne, w obrębie których stwierdzono osuwiska, są bardzo mocno zgeneralizowane zarówno pod względem typologicznym, genetycznym, stratygraficznym, jak i przestrzennym, co wynika z małej skali ich opracowania (1 : 500 000).

**Tab. 1.** Ilościowe zestawienie osuwisk dla grup i podgrup form rzeźby  
**Table 1.** Quantitative summary of landslides by groups and subgroups of landforms

<b>Grupa form rzeźby</b> <i>Groups of landforms</i>	<b>Podgrupa form rzeźby</b> <i>Subgroups of landforms</i>	<b>Liczba osuwisk</b> <i>Number of landslides</i>	<b>Udział procentowy osuwisk w podgrupach</b> <i>Percentage share of landslides in subgroups [%]</i>	<b>Udział procentowy osuwisk w grupach</b> <i>Percentage share of landslides in groups [%]</i>
I – doliny rzeczne i pradoliny <i>I – river valleys and ice-marginal valleys</i>	Ia	279	6,61	69,33
	Ib	767	18,18	
	Ic	1475	34,96	
	Id	48	1,14	
	Ie	139	3,29	
	If	217	5,14	
II – rynny polodowcowe <i>II – tunnel valleys</i>	IIa	615	14,58	20,93
	IIb	268	6,35	
III – misy jeziorne i obniżenia wytopiskowe <i>III – lake basins and melt depressions</i>	IIIa	34	0,80	1,51
	IIIb	30	0,71	
IV – klify nadmorskie <i>IV – seaside cliffs</i>	IV	76	1,80	1,80
V – akumulacyjne formy lodowcowe i eoliczne <i>V – glacial and aeolian accumulation forms</i>	Va	59	1,40	1,57
	Vb	5	0,12	
	Vc	2	0,05	
VI – formy antropogeniczne <i>VI – anthropogenic forms</i>	VIa	136	3,22	4,81
	VIb	41	0,97	
	VIc	26	0,62	
VII – formy o genezie nieokreślonej <i>VII – forms of unspecified origin</i>	VII	2	0,05	0,05
<b>Suma / Total</b>		<b>4219</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

**Tab. 2.** Powierzchniowe zestawienie osuwisk dla grup i podgrup form rzeźby  
**Table 2.** Summary of landslide areas for groups and subgroups

Grupa i podgrupa form rzeźby <i>Groups and subgroups of landforms</i>	Liczba osuwisk <i>Number of landslides</i>	Łączna powierzchnia osuwisk <i>Total landslide area [ha]</i>	Średnia powierzchnia jednego osuwiska <i>Average area of a single landslide [ha]</i>	Udział procentowy powierzchni osuwisk w podgrupach <i>Percentage share of landslide areas in subgroups [%]</i>	Udział procentowy powierzchni osuwisk w grupach <i>Percentage share of landslide areas in groups [%]</i>
Ia	279	700,84	2,51	24,38	70,88
Ib	767	355,11	0,46	12,35	
Ic	1475	474,63	0,32	16,51	
Id	48	38,61	0,80	1,34	
Ie	139	293,24	2,11	10,20	
If	217	175,35	0,81	6,10	
IIa	615	397,30	0,65	13,82	19,54
IIb	268	164,48	0,61	5,72	
IIIa	34	29,42	0,87	1,02	1,82
IIIb	30	22,93	0,76	0,80	
IV	76	121,48	1,60	4,23	4,23
Va	59	16,84	0,29	0,59	0,66
Vb	5	1,45	0,29	0,05	
Vc	2	0,75	0,38	0,02	
VIa	136	65,20	0,50	2,27	2,86
VIb	41	7,62	0,19	0,26	
VIc	26	9,36	0,36	0,33	
VII	2	0,20	0,10	0,01	0,01
<b>Suma / Total</b>	<b>4219</b>	<b>2874,81</b>	<b>0,68</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Objaśnienia grup i podgrup form rzeźby – tab. 1 / *Explanations of groups and subgroups of sculpture forms in Table 1.*

W ostatnim zestawieniu (tab. 5) przedstawiono możliwość wpływu warunków hydrograficznych (erozji, falowania i abrazji) na zbocza/stoki form rzeźby.

## INTERPRETACJA WYNIKÓW

### Uwarunkowania geomorfologiczne

W ujęciu ilościowym w obrębie ZLZW dominująca liczba 2925 osuwisk, stanowiąca nieco ponad 69% wszystkich zinwentaryzowanych form, występuje w grupie I, obejmującej zbocza dolin rzecznych i pradolin (tab. 1, ryc. 2).

W tej grupie najczęściej osuwisk (1475) rozpoznano na zboczach rozcięć erozyjnych i dolin wód okresowych (podgrupa Ic). Stanowią one prawie 35% wszystkich udokumentowanych osuwisk. Tak duża ich liczba wynika z licznej reprezentacji tego typu form rzeźby na obszarze ZLZW oraz ze stale zachodzących procesów erozji wgłębnej, bocznej i wstecznej w ich obrębie (powodującej odnawianie się istniejących i tworzenie się nowych form), co ma miejsce podczas intensywnych opadów atmosferycznych i gwałtownych roztopów pokrywy śnieżnej. Formy tej podgrupy są odpowiedzialne za dostarczanie największej ilości wód opadowych i spływowych do systemów większych dolin rzecznych.

Drugą grupą form pod względem liczby osuwisk są zbocza rynien polodowcowych (II). Wyznaczono tu 883 osuwiska (21% wszystkich osuwisk w ZLZW), przy czym tych związanych z wodami płynącymi (podgrupa IIa) jest

ponad dwa razy więcej niż związanych z wodami stojącymi (podgrupa IIb) (tab. 1, ryc. 2).

Łącznie ponad 90% wszystkich osuwisk jest zlokalizowana w obrębie dolin i pradolin (grupy I i II).

Pozostałe niecałe 10% osuwisk jest usytuowana w obrębie pozostałych pięciu grup form (III–VII), z czego najwięcej, bo 4,81% na formach antropogenicznych (tab. 1, ryc. 2).

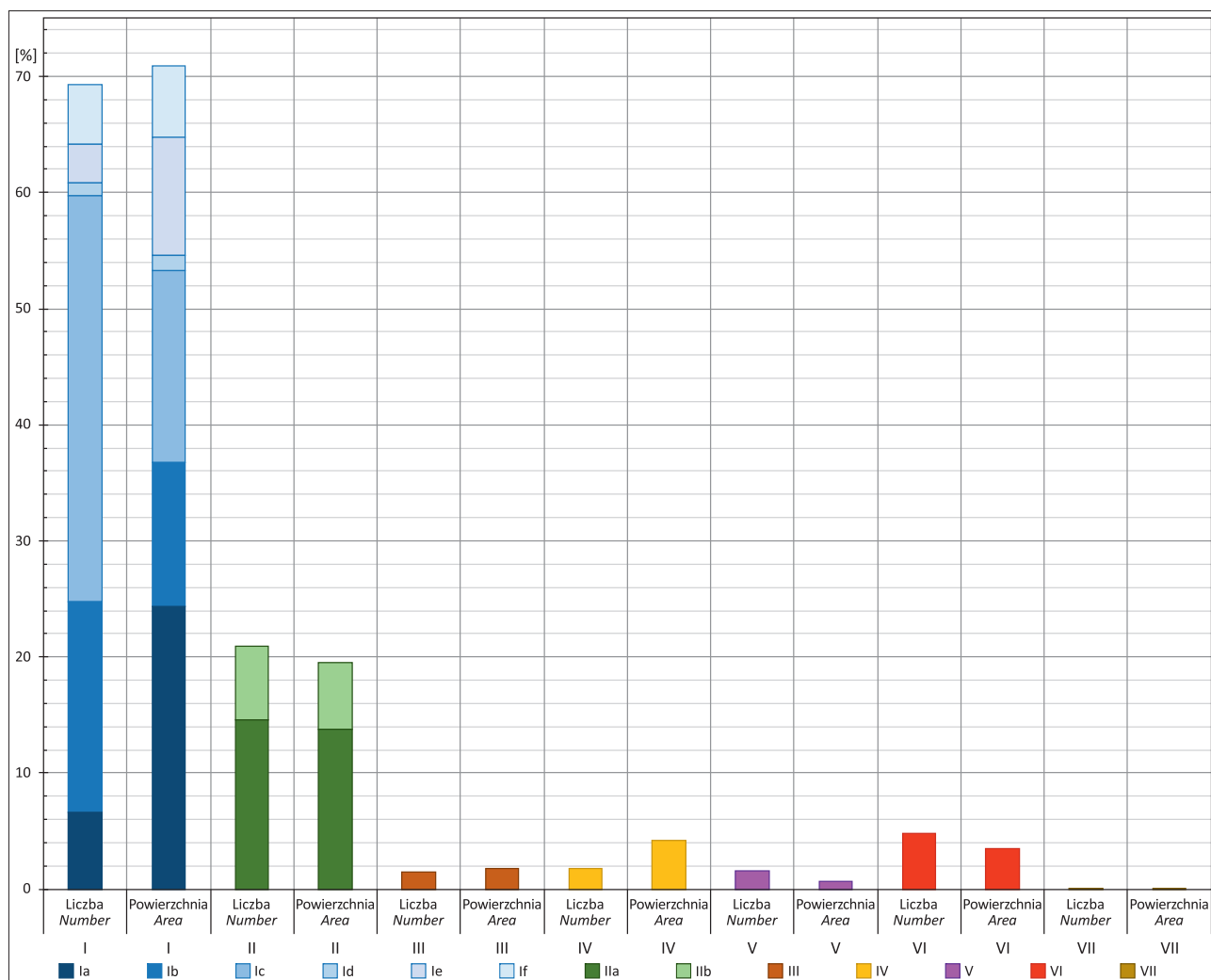
Udział powierzchniowy osuwisk w poszczególnych grupach jest bardzo zbliżony do udziału ilościowego. Osuwiska w obrębie dolin rzecznych i pradolin (grupa I) zajmują powierzchnię 2037,78 ha, stanowiąc prawie 71% powierzchni wszystkich osuwisk (tab. 2, ryc. 2).

Na drugim miejscu znajdują się osuwiska położone na zboczach rynien polodowcowych (grupa II) o łącznej powierzchni stanowiącej 19,5% wszystkich osuwisk (tab. 2, ryc. 2).

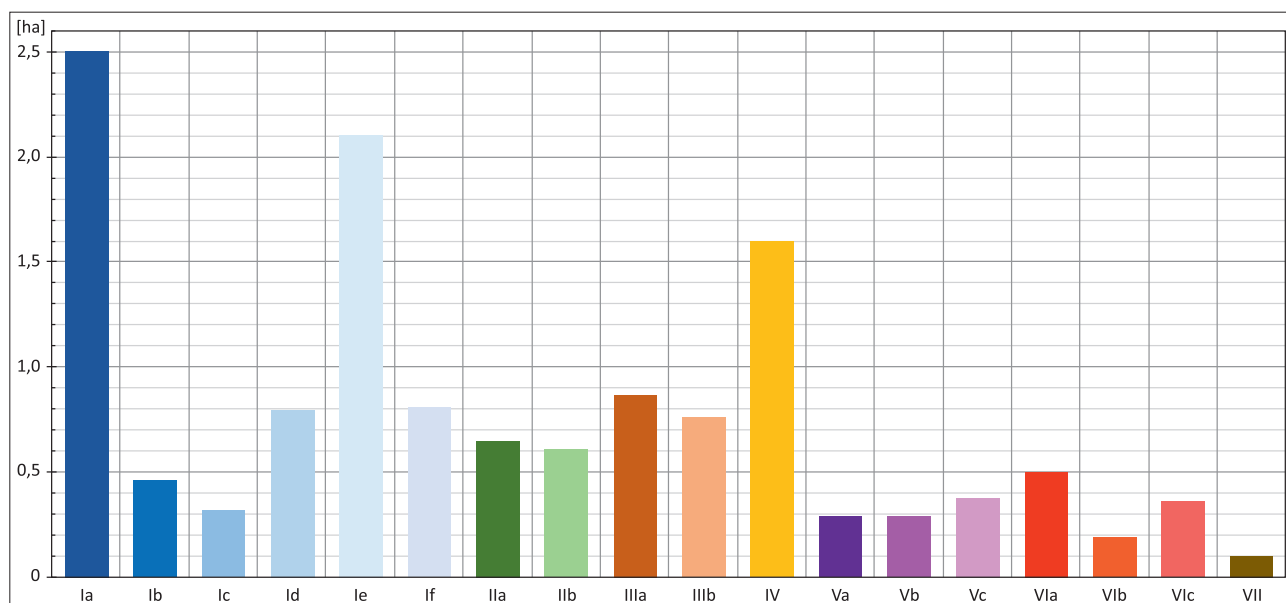
Pozostałe 9,5% łącznej powierzchni wszystkich osuwisk przypada na formy rzeźby grup III–VII, przy czym największą wartość wykazują osuwiska na klifie bałtyckim – nieco ponad 4% (tab. 2, ryc. 2).

Generalnie rozkład rozmieszczenia osuwisk w obrębie grup form rzeźby jest bardzo podobny zarówno w ich udziale powierzchniowym, jak i ilościowym.

Natomiast w podgrupach form rzeźby udział powierzchniowy jest nieco inny niż ilościowy, co jest najlepiej widoczne w grupie I. Największą łączną powierzchnię (prawie 701 ha) zajmują osuwiska w podgrupie Ia (tab. 2, ryc. 2) – na zboczach głównych dolin rzecznych (Wisły, Odry i Warty). Wartość ta (24,4%) stanowi prawie 1/4 powierzchni wszystkich badanych osuwisk, chociaż ilo-



**Ryc. 2.** Zestawienie procentowe liczby i powierzchni osuwisk w obrębie grup i podgrup form rzeźby  
**Fig. 2.** Percentage distribution of the number and area of landslides by groups and subgroups of landforms



**Ryc. 3.** Zestawienie średniej powierzchni osuwisk w obrębie grup i podgrup form rzeźby  
**Fig. 3.** Summary of average landslide areas by groups and subgroups of landforms

**Tab. 3.** Parametry morfometryczne osuwisk w obrębie grup i podgrup form rzeźby  
**Table 3.** Morphometric parameters of landslides by groups and subgroups of landforms

Grupa i podgrupa form rzeźby Group and subgroup of landforms	Długość osuwiska [m] średnia (od–do) Landslide length [m] average (min–max)	Szerokość osuwiska [m] średnia (od–do) Landslide width [m] average (min–max)	Rozpiętość pionowa osuwiska [m] średnia (od–do) Total fall of a landslide [m] average (min–max)	Nachylenie osuwiska [°] średnia (od–do) Landslide slope gradient [°] average (min–max)	Wysokość skarpy głównej [m] średnia (od–do) Main scarp height [m] average (min–max)	Nachylenie skarpy głównej [°] średnia (od–do) Main scarp gradient [°] average (min–max)	Wysokość czoła [m] średnia (od–do) Landslide toe height [m] average (min–max)
Ia	105,8 (13–490)	165,1 (20–1170)	26,8 (3–66)	17,9 (6–43)	6,1 (0,4–34)	33,6 (6–90)	2,2 (0,2–17)
Ib	52,5 (13–355)	87,7 (15–456)	16,1 (3–45)	18,8 (5–43)	3,4 (0,2–25)	32,1 (14–90)	1,2 (0,1–5)
Ic	49,3 (7–280)	73,0 (7–450)	14,9 (3–69)	17,7 (3–42)	3,3 (0,5–23)	30,5 (10–80)	1,1 (0,1–6)
Id	79,1 (18–238)	95,8 (19–290)	22,5 (4–51)	18,1 (7–30)	5,1 (1–20)	31,6 (17–70)	1,7 (0,2–7)
Ie	126,4 (15–354)	169,1 (15–910)	28,6 (4–43)	15,4 (6–39)	6,3 (0,5–24)	39,1 (14–90)	2,7 (0,5–18)
If	57,3 (15–218)	135,4 (20–1100)	12,2 (4–32)	14,0 (3–36)	2,9 (0,1–12)	30,5 (6–70)	1,1 (0,3–3)
IIa	64,3 (7–450)	95,4 (17–1050)	18,6 (3–66)	18,0 (4–45)	4,2 (0,5–28)	32,5 (4–80)	1,4 (0,1–10)
IIb	62,1 (13–280)	100,8 (21–926)	16,9 (3–70)	16,6 (3–52)	3,4 (0,3–12)	29,1 (5–78)	1,4 (0,1–7)
IIIa	70,8 (10–160)	114,9 (25–415)	11,0 (4–21)	14,1 (2–40)	3,3 (0,5–10)	29,1 (8–90)	1,3 (0,2–4)
IIIb	58,9 (13–225)	89,1 (25–520)	14,5 (3–37)	15,6 (4–40)	2,6 (0,4–12,5)	25,2 (8–45)	1,7 (0,2–9)
IV	61,4 (11–189)	299,9 (34–1634)	26,8 (8–65)	25,7 (13–47)	5,4 (1–14)	41,4 (19–74)	3,1 (1–6)
Va	47,6 (17–162)	64,0 (18–224)	12,3 (3–40)	14,6 (2–26)	2,3 (0,1–6)	26,8 (10–35)	0,8 (0,1–2)
Vb	X (16–77)	X (41–165)	X (10–35)	X (15–33)	X (1–3)	X (24–35)	X (0,2–1)
Vc	X (43–72)	X (72–77)	X (12–14)	X (11–16)	X (30–30)	X (1–1)	X (1–1)
VIa	49,0 (15–167)	103,8 (15–730)	14,3 (4–47)	17,1 (8–34)	33,5 (15–90)	1,2 (0,1–5)	1,2 (0,1–5)
VIb	30,0 (10–57)	67,6 (26–174)	9,8 (5–17)	18,2 (11–33)	32,7 (18–45)	1,1 (0,3–3)	1,1 (0,3–3)
VIc	41,4 (18–124)	92,0 (30–300)	13,9 (5–26)	18,3 (9–25)	34,5 (25–45)	1,4 (0,3–3)	1,4 (0,3–3)
VII	X (23–42)	X (26–54)	X (4–10)	X (10–13)	X (20–31)	X (0,2–2)	X (0,2–2)

X – nie obliczano średnich parametrów z uwagi na bardzo małą liczebność ( $n < 10$ ) osuwisk w podgrupie / average parameters not determined due to a very small sample size of landslides in the subgroup ( $n < 10$ ).

126,4 – wartości średnie (maksymalne) / average values (maximum).

41,4 – wartości średnie (minimalne) / average values (minimum).

ściowo osuwiska z tej podgrupy obejmują tylko 6,6% całości. Dodając do tego łączną wielkość osuwisk na zboczach Jeziora Włocławskiego (podgrupa Ie), stanowiącego również odcinek doliny Wisły, otrzymujemy nieco ponad 994 ha, czyli ok. 35% powierzchni wszystkich osuwisk. Oznacza to, że osuwiska występujące jedynie na zboczach trzech najdłuższych rzek polskich stanowią ponad 1/3 powierzchni wszystkich osuwisk rozpoznanych dotychczas na obszarze ZLZW.

Najbardziej liczna reprezentacja osuwisk (1475 – odpowiadająca ok. 35% wszystkich osuwisk), udokumentowana na zboczach rozcięć erozyjnych i dolin wód okresowych (podgrupa Ic), ma łączną powierzchnię ok. 475 ha, odpowiadającą jedynie 16,5% osuwisk w ZLZW (tab. 1, 2,

ryc. 2). Znaczny udział powierzchniowy mają także osuwiska z podgrup IIa i Ib (odpowiednio 13,8% i 12,3%).

Porównując zestawienia liczbowe i powierzchniowe, widać wyraźnie dwa trendy. Pierwszy pokazuje, że z najwyższymi zboczami dolin rzek głównych (Wisły, Odry i Warty) są związane osuwiska o dużych powierzchniach. Natomiast drugi wskazuje, że na zboczach coraz mniejszych i płytszych dolin osuwiska mają znacznie mniejsze powierzchnie, ale jednocześnie zdecydowanie wzrasta liczba tych form. Niewykluczone, że jedną z przyczyn takiego stanu jest łączenie się małych form osuwiskowych w trakcie ich rozwoju w formy coraz większe, czemu sprzyja znaczna wysokość zboczy w dolinach dużych rzek.

**Tab. 4.** Udział powierzchniowy i procentowy osuwisk w obrębie wydziałów geologicznych (na podstawie MGP 1 : 500 000 – Marks i in., 2006)

**Table 4.** Areal and percentage distribution of landslides within geological units (based on *Geological Map of Poland, 1 : 500,000* – Marks et al., 2006)

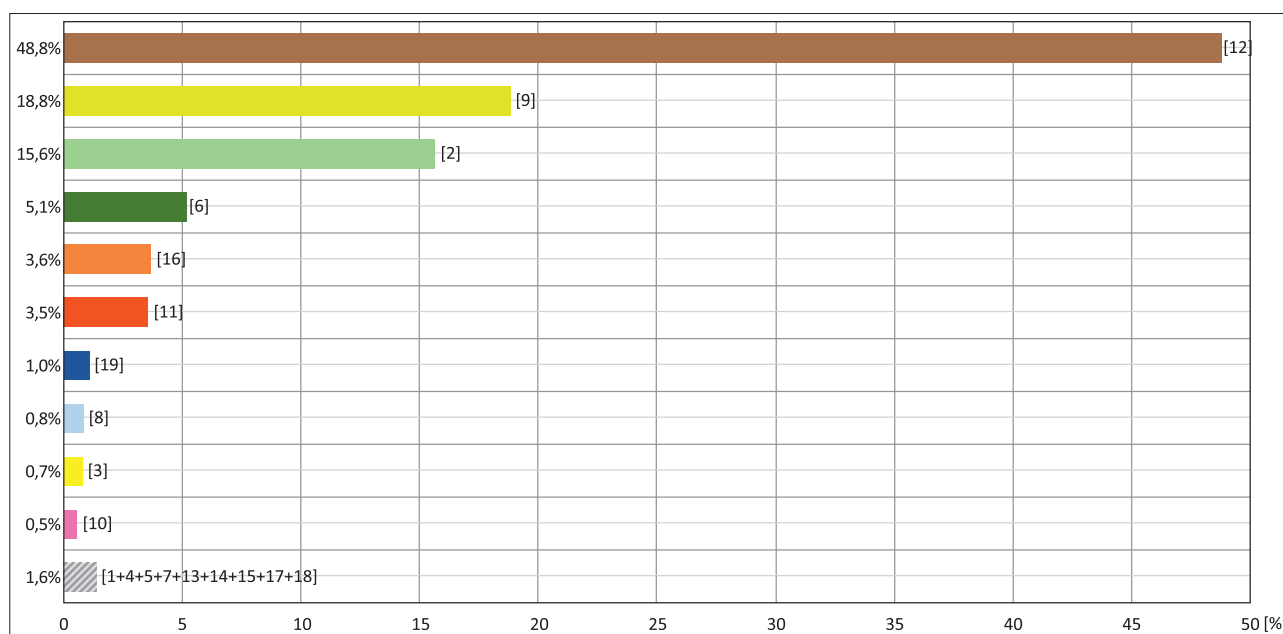
Numer wydziału <i>Unit number</i>	Wydziału geologiczne – litologia <i>Geological units – lithology</i>	Wiek utworów <i>Age of unit</i>	Powierzchnia zajęta przez osuwiska <i>Area covered by landslides [ha]</i>	Udział powierzchni zajętej przez osuwiska <i>Share in the total landslide area [%]</i>
1	hałdy, nasypy <i>waste heaps and embankments</i>	czwartorzęd – holocen <i>Quaternary – Holocene</i>	4,50	0,16
2	piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły <i>sands, gravels, alluvial soils, peats and organic silts</i>		448,52	15,60
3	piaski eoliczne, lokalnie w wydmach <i>aeolian sands, occurring locally as dune</i>	czwartorzęd – holocen / plejstocen <i>Quaternary Holocene / Pleistocene</i>	21,04	0,73
4	gliny, piaski i gliny z rumoszami, soliflukcyjno-deluwialne <i>clays, sands, and clays with rock debris of solifluction-deluvial origin</i>		3,66	0,13
5	piaski i żwiry stożków napływowych <i>sands and gravels of alluvial fans</i>		0,85	0,03
6	piaski, żwiry i mułki rzeczne <i>river sands, gravels and muds</i>		147,87	5,14
7	piaski i mułki jeziorne <i>lake sands and silts</i>		0,88	0,03
8	iły, mułki i piaski zastoiskowe <i>glaciolacustrine clays, silts, sands</i>		23,00	0,80
9	piaski i żwiry sandrowe <i>fluvioglacial sands and gravels</i>	czwartorzęd – plejstocen (złodowacenie wisły) <i>Quaternary – Pleistocene (Vistulian Glaciation)</i>	540,92	18,82
10	piaski i mułki kemów <i>kame sands and silts</i>		14,86	0,52
11	żwiry, piaski, głazy i gliny moren czołowych <i>gravels, sands, boulders, and tills of terminal moraines</i>		102,00	3,55
12	gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe <i>glacial tills, their weathering mantles, glacial sands and gravels</i>		1402,54	48,79
13	piaski i żwiry sandrowe <i>fluvioglacial sands and gravels</i>		czwartorzęd – plejstocen (złodowacenia środkowopolskie) <i>Quaternary – Pleistocene (Middle-Polish Glaciations)</i>	4,18
14	gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe <i>glacial tills, their weathering mantles, glacial sands and gravels</i>	8,77		0,30
15	iły, mułki, piaski, żwiry z węglem brunatnym <i>clays, silts, sands, and gravels with lignite</i>	neogen <i>Neogene</i>	8,21	0,29
16	piaski, lokalnie z bursztynem, mułki, iły i węgiel brunatny <i>sands, locally with amber, silts, clays, and lignite</i>		104,32	3,63
17	piaski, mułki, iły i gytie jeziorne <i>sands, silts, clays, and gyttjas</i>		8,04	0,28
18	mułki, piaski i żwiry morskie <i>marine silts, sands, and gravels</i>	paleogen <i>Paleogene</i>	0,59	0,02
19	jeziora i główne rzeki* <i>lakes and major rivers*</i>	–	30,04	1,04
			<b>2874,78</b>	<b>100,00</b>

\* dla 56 osuwisk dolne części koluwium znajdują się pod powierzchnią wody, głównie na zboczach Jeziora Włocławskiego i doliny Wisły (38 osuwisk), ale także jezior: Koronowskiego, Dobskiego, Kiersztanowskiego, Omulew, oraz kilku mniejszych zbiorników powierzchniowych / for 56 landslides, the lower parts of the colluvium are submerged – primarily on the slopes of the Lake Włocławek and the Vistula Valley (38 landslides), but also within the lake: of Koronowskie, Dobskie, Kiersztanowskie, Omulew, and several minor surface water bodies.

Podobny proces jest natomiast mocno ograniczony na zboczach dolin mniejszych.

Te dwa trendy jeszcze lepiej pokazują średnie wartości powierzchni pojedynczych osuwisk w poszczególnych gru-

pach i podgrupach (tab. 2, ryc. 3). Biorąc pod uwagę wszystkie 4219 osuwisk i ich całkowitą powierzchnię, średnia wielkość jednego osuwiska wynosi 0,68 ha. Najwyższa średnia powierzchnia dla jednego osuwiska – 2,5 ha



**Ryc. 4.** Zestawienie powierzchni osuwisk występujących na poszczególnych wydzieleniach geologicznych. Numeracja wydziałów (1–19) zgodna z pierwszą kolumną w tabeli 4

**Fig. 4.** Summary of areas of landslides occurring within individual geological units. Unit numbering (1 to 19) corresponds to the first column of Table 4

– występuje w podgrupie Ia, czyli na zboczach dolin trzech rzek głównych (Wisły, Odry i Warty). Nieco mniejszą średnią – 2,1 ha – wykazują osuwiska na zboczach Jeziora Włocławskiego (podgrupa Ie). Natomiast trzecią średnią wielkość – 1,6 ha – mają osuwiska rozwinięte na klifie bałtyckim (grupa IV). Wysokości zbczy tych wszystkich form rzeźby są zdecydowanie najwyższe – w wielu miejscach dochodzą do 50–70 m, a ich długości także są znaczne – nawet do 250–300 m. Taka morfometria stoku/zbozca stwarza przestrzeń do rozwoju ruchów masowych na znaczną skalę oraz sprzyja tworzeniu się różnorodnych form koluwalnych.

We wszystkich pozostałych podgrupach średnia powierzchnia osuwiska jest mniejsza od 1 ha (tab. 2, ryc. 3) i wyraźnie zmniejsza się na zboczach/stokach niższych niż 30 m i krótszych niż 100 m – najniższe wartości mają osuwiska w rozcięciach erozyjnych i dolinach wód okresowych (podgrupa Ic), stokach akumulacyjnych form glacialnych i wdmowych (grupa V) oraz skarpach form antropogenicznych (grupa VI).

Istnieje zatem wyraźna zależność między długością i wysokością stoku/zbozca a możliwą wielkością powstającego osuwiska. Nie jest to zależność nowa i zaskakująca – taka sama występuje na długich i wysokich stokach górskich w Karpatach, gdzie rozpoznano wiele dużych powierzchniowo osuwisk (od 10 ha do kilkudziesięciu ha).

Maksymalne średnie wartości parametrów (tab. 3) wykazują osuwiska na zboczach Jeziora Włocławskiego (podgrupa Ie) oraz zboczach klifu (grupa IV). Osuwiska nad Jeziorem Włocławskim mają najwyższe średnie wartości: długości (126,4 m), rozpiętości pionowej (28,6 m) oraz wysokości skarpy głównej (6,3 m). Natomiast osuwiska na klifie charakteryzują się najwyższymi średnimi wartościami: szerokości (299,9 m), nachylenia osuwiska (25,7°), nachylenia skarpy głównej (41,4°) oraz wysokości czoła (3,1 m). Taka wyraźna dominacja parametrów morfometrycznych osuwisk w tych dwóch podgrupach form może wynikać przede wszystkim z istotnej roli czynników hydrograficznych (mniej intensywnych w pozostałych podgrupach) mających wpływ na rozwój/aktywność osuwisk.

drograficznych (mniej intensywnych w pozostałych podgrupach) mających wpływ na rozwój/aktywność osuwisk.

W przypadku zbczy Jeziora Włocławskiego jest to połączenie naturalnych procesów związanych z erozją rzeczną (przed wybudowaniem zbiornika i spiętrzeniem wód), falowaniem i abrazją podwodną u podstawy zbozca akwenu (po jego wybudowaniu i spiętrzeniu wód) oraz procesów antropogenicznych (podniesienie poziomu wód Wisły o ok. 8 m w stosunku do poziomu pierwotnego oraz wahaniami poziomu wód w zbiorniku). Współdziałanie tych czynników sprzyja ciągłemu odnawianiu aktywności osuwiskowej (Banach i in., 2013).

W przypadku klifu bałtyckiego to także połączenie czynnika naturalnego – abrazji morskiej (najsilniejszej w czasie sztormów), i antropogenicznego – usuwanie jeziorów koluwalnych z plaż nadmorskich (zwłaszcza przed sezonem turystycznym). Prowadzą one do ciągłego podcinania dolnej podstawy klifu i odnawiania się aktywności osuwiskowej.

Minimalne średnie wartości parametrów morfometrycznych (tab. 3) wykazują osuwiska rozwinięte głównie w dwóch formach rzeźby – na stokach akumulacyjnych form glacialnych (podgrupa Va – najniższe wartości szerokości, wysokości skarpy głównej i wysokości czoła) oraz w skarpach wcięć i nasypów drogowych oraz kolejowych (podgrupa VIb – najniższe wartości długości i rozpiętości pionowej). W obrębie tych form występują w zdecydowanej większości osuwiska o najmniejszych rozmiarach (tab. 6).

#### Uwarunkowania geologiczne

Zasadniczą rolę w powstawaniu i rozwoju osuwisk odgrywa zróżnicowanie litologiczne zbczy, a zwłaszcza występowanie warstw przepuszczalnych (głównie piasków i żwirów) przedzielonych warstwami mniej przepuszczalnymi (iłami, glinami, mułkami), co znalazło potwierdzenie na odcinku doliny Wisły między Bydgoszczą a Grudziądem (Grabowski i in., 2022). W tej publikacji wykazano większą predyspozycję do powstawania osuwisk na zbo-

**Tab. 5.** Ocena stopnia wpływu czynnika hydrograficznego na zbocza/stoki wyróżnionych form rzeźby w aspekcie inicjowania i rozwoju ruchów masowych**Table 5.** Assessment of the hydrographic factor's influence on the slopes of identified landforms in terms of mass movement initiation and development

Formy rzeźby <i>Landforms</i>		Stopień (intensywność) oddziaływania na zbocza/stoki <i>Factor (intensity) of impact on slopes</i>		
Grupa <i>Group</i>	Podgrupa <i>Subgroup</i>	Erozja wód płynących stale (rzeki) i okresowo (cieki okresowe, kanały) <i>Erosion of permanently flowing waters (rivers) and periodically flowing waters (intermittent watercourses, canals)</i>	Falowanie wód stojących (zbiorniki powierzchniowe naturalne i sztuczne) oraz erozja wód okresowo płynących (przepływy między jeziorami rynnowymi) <i>Ripples in standing water (natural and artificial surface reservoirs) and erosion of periodically flowing water (flows between trough lakes)</i>	Abrazja i falowanie wód morskich <i>Abrasion and undulation of sea waters</i>
I – doliny rzeczne i pradoliny <i>I – river valleys and ice-marginal valleys</i>	Ib	3	1	0
	Ic	3	0	0
	Id	1	1	1 <sup>c)</sup> , 2 <sup>d)</sup>
	Ie	2	3 <sup>b)</sup>	0
	If	2	1	0
II – rynny polodowcowe <i>II – tunnel valleys</i>	IIa	3	1	0
	IIb	1	2	1 <sup>d)</sup>
III – misy jeziorne i obniżenia wytopiskowe <i>III – lake basins and melt depressions</i>	IIIa	0	2	0
	IIIb	0	1	0
IV – klify nadmorskie <i>IV – seaside cliffs</i>	IV	1	1	3
V – akumulacyjne formy lodowcowe i eoliczne <i>V – glacial and aeolian accumulation forms</i>	Va	0 <sup>a)</sup>	1	0
	Vb	0 <sup>a)</sup>	1	0
	Vc	0 <sup>a)</sup>	0	1 <sup>e)</sup>
VI – formy antropogeniczne <i>VI – anthropogenic forms</i>	VIa	0	2	0
	VIb	1	1	0
	VIc	1	1	0
VII – formy o genezie nieokreślonej <i>VII – forms of unspecified origin</i>	VII	0	1	0

0 – brak wpływu; 1 – mało istotny; 2 – istotny; 3 – bardzo istotny / 0 – no impact; 1 – insignificant; 2 – significant; 3 – very important.

<sup>a)</sup> dotyczy stoków nieporozcinanych rozcięciami erozyjnymi / applies to slopes not cut by erosion gullies.

<sup>b)</sup> dotyczy także abrazji wywołanej falowaniem wiatrowym / also applies to abrasion induced by wind-driven waves.

<sup>c)</sup> dotyczy mało istotnego wpływu abrazji wód morskich na ujściowe odcinki dolin Wisły i Redy od strony Zatoki Puckiej / refers to the minor influence of marine abrasion on the estuarine sections of the Vistula and Reda valleys from the Puck Bay side.

<sup>d)</sup> dotyczy istotnego wpływ abrazji wód morskich na ujściowe odcinki doliny Łeby i Rynny Żarnowieckiej od strony otwartego morza / refers to the significant influence of marine abrasion on the estuarine sections of the Leba Valley and the Żarnowiecka Trough from the open-sea side.

<sup>e)</sup> dotyczy abrazji wydm nadmorskich / refers to the abrasion of coastal dunes.

czach o bardziej złożonej budowie geologicznej (tzw. wielowarstwowej), szczególnie takich, gdzie warstwa przepuszczalna rozdziela warstwy mniej przepuszczalne. W takich warunkach geologicznych liczba osuwisk zdecydowanie wzrasta i niejednokrotnie tworzą one koncentracje złożone nawet z kilkudziesięciu form (np. na północ od Bydgoszczy). Dla obszaru doliny Wisły (na odcinku Bydgoszcz–Grudziądz) wykazano, że czynnik *litologia wgłębna zboczy* okazał się znacznie ważniejszy dla powstawania i rozwoju osuwisk niż czynnik *litologia powierzchniowa* (Grabowski i in., 2022).

Osuwiska na analizowanym obszarze badań mają powierzchnie poślizgu sięgające 10–20 m (Madej i in., 1972; Tyszkowski, 2012b; Zabuski i in., 2014; karty rejestracyjne w bazie SOPO: ID 30012 – Banach, 1977; Banach i in.,

2011, 2013; Przyborowski, 2020–2023; ID 81552 – Opinia, 1981; Mrozek i in., 2016; ID 120347 – Bachusz i in., 2014; Kryczka i in., 2021), a w przypadku dużych form rotacyjnych (np. rozwiniętych w zboczach doliny Wisły na północ od Bydgoszczy) nawet do 30 m (Ostrowski, Lasocki, 2018).

Mając na uwadze dużą generalizację informacji zawartych w MGP (w skali 1 : 500 000), wykonano ogólną porównawczą analizę dostępnych powierzchniowych danych geologicznych i osuwiskowych, traktując ją jako bardzo wstępny etap do wskazania możliwych relacji czy bardziej szczegółowych badań w przyszłości.

Wśród utworów powierzchniowych zdecydowanie dominują gliny lodowcowe (głównie z ostatniego zlodowacenia), w obrębie których zarejestrowano prawie połowę po-

**Tab. 6.** Oddziaływanie rodzajów wód powierzchniowych na wydzielone formy rzeźby i osuwiska  
**Table 6.** Impact of surface waters of various types on identified landforms and landslides

Rodzaj wód powierzchniowych <i>Surface water type</i>	Grupa i podgrupa <i>Group and subgroup</i>	Liczba osuwisk <i>Number of landslides</i>	Udział procentowy <i>Percentage share</i>	Powierzchnia osuwisk <i>Landslides area [ha]</i>	Udział procentowy <i>Percentage share</i>
Płynące lub okresowo płynące (rzeki, ciekі, kanały) <i>Perennial or intermittent flowing waters (rivers, watercourses, canals)</i>	Ia, Ib, Ic, Id, If, IIa	3401	80,62	2141,84	74,50
Płynące okresowo i stojące (w tym: Jezioro Włocławskie) <i>Intermittent flowing and standing waters (including: Lake Włocławek)</i>	Ie, IIb	407	3,29	457,72	15,92
Stojące stale (jeziora, zbiorniki, stawy, głębsze starorzecza) <i>Permanent standing waters (lakes, reservoirs, ponds, deeper oxbow lakes)</i>	IIIa	34	7,16	29,42	1,02
Stojące okresowo (obniżenia, zbiorniki okresowe, płytsze starorzecza) <i>Intermittent standing waters (depressions, seasonal reservoirs, shallower oxbow lakes)</i>	IIIb, VIa	163	3,93	88,13	3,07
Morskie <i>Marine</i>	IV	76	1,80	121,48	4,23
Rejony z bardzo ograniczoną ilością wód powierzchniowych (bez wód opadowych i podziemnych) <i>Areas with very limited surface water (excluding precipitation and groundwater)</i>	V, VIb, VIc, VII	135	3,20	36,22	1,26
<b>Suma / Total</b>		<b>4219</b>	<b>100,00</b>	<b>2874,81</b>	<b>100,00</b>

wierzchni zajmowanej przez osuwiska (49,1%; tab. 4 – nr 12 i 14, rys. 4), Generalnie, gliny te przeważają w obszarach wysoczyzn polodowcowych, gdzie najdogodniejsze warunki (pod względem morfologicznym) do powstawania i rozwoju osuwisk występują w rynnach polodowcowych, rozcięciach erozyjnych oraz dolinach rzecznych. Można więc korelować występowanie glin na powierzchni terenu z rozwiniętymi w jej obrębie formami rzeźby z podgrup IIa, IIb, Ic, Ia i Ib jako istotny czynnik osuwiskotwórczy.

W obrębie piasków i żwirów wodnolodowcowych powierzchniowy udział osuwisk osiąga prawie 20% (tab. 4 – nr 9 i 13, rys. 4). Występowanie tych utworów pokrywa się w większości z równinami i stożkami sandrowymi oraz pradolinami, czyli miejscami odpływu bardzo dużych ilości wód lodowcowych, obecnie wykorzystywanymi przez doliny rzeczne. Istnieje zatem korelacja pomiędzy obecnością piasków i żwirów wodnolodowcowych na powierzchni z wykształconymi w ich obrębie formami rzeźby z podgrup Ia, Ib, Id i Ie jako ważny czynnik osuwiskotwórczy.

Ponad 20% wszystkich osuwisk jest związana z występowaniem na powierzchni piasków, żwirów, mułków i mad rzecznych oraz torfów i namułów (tab. 4 – nr 2 i 6, ryc. 4), tworzących holoceni i plejstoceni tarasy zalewowe i nadzalewowe. Mamy tu do czynienia z korelacją tych utworów przede wszystkim z formami podgrupy If (stokami tarasów rzecznych), w obrębie których rozwój ruchów masowych jest także istotny.

Nieco ponad 4% osuwisk pokrywa się z odsłonięciami na powierzchni terenu utworów neogęńskich lub paleogęńskich (tab. 4 – nr 15–18, ryc. 4), głównie na zboczach doliny

Wisły (zwłaszcza między Płockiem a Włocławkiem i w rejonie Bydgoszczy), doliny Brdy (w okolicach Koronowa) i doliny Odry (w rejonie Szczecina) oraz na klifie bałtyckim. Odsłonięcia tych utworów należy korelować z formami rzeźby grup I (przede wszystkim z podgrupami Ia i Ie) oraz IV, a także traktować jako bardzo istotny czynnik dla powstawania i rozwoju osuwisk.

Pozostałe osuwiska, stanowiące ok. 5% całości, znajdują się w obrębie utworów nr 1, 3–5, 7–8 oraz 10–11 (tab. 4, ryc. 4). Są to m.in. piaski, żwiry, gliny i ily moren czołowych i kemów; piaski i żwiry stożków napływowych, mułki i ily zastoiskowe, piaski i mułki jeziorne, piaski eoliczne oraz nasypy i hałdy antropogeniczne. Obecność tych utworów na powierzchni terenu koreluje się głównie z występowaniem form rzeźby z grup III, V i VI, w których udział osuwisk jest bardzo mały.

Reasumując, budowa geologiczna warunkuje rozwój form rzeźby, które mają już bezpośredni związek z powstawaniem i rozwojem powierzchniowych ruchów masowych. Wykazanie ścisłej zależności powstania osuwiska od budowy geologicznej wymaga bardzo szczegółowych badań, wykraczających poza prace prowadzone w ramach MOTZ.

#### Uwarunkowania hydrograficzne

Dominacja osuwisk na zboczach dolin rzecznych, pradolin, rynien polodowcowych i klifów (łącznie prawie 97% pod względem ilościowym i ponad 98% pod względem powierzchniowym) nad zboczami/stokami w obszarach względnie suchych wyraźnie wskazuje na znaczącą

rolę wód powierzchniowych w rozwoju ruchów masowych. W obszarach, gdzie wpływ wód płynących, okresowo płynących lub stojących albo morskich na zbocza/stoki jest znikomy, osuwiska są niezwykle rzadkie.

Zdecydowanie największy wpływ na powstawanie i rozwój osuwisk mają wody płynące stale lub okresowo (tab. 6).

W niniejszym artykule nie analizowano wpływu na osuwiska wód podziemnych oraz opadowych i roztopowych, z uwagi na brak danych ilościowych i przestrzennych. Można jednak założyć, że wpływ tych wód na procesy ruchów masowych jest największy także w obrębie dolin i pradolin. Rozbudowany system sieci hydrograficznej w obszarze ZLZW jest niewątpliwie odbiorcą znacznej ilości wód opadowych i spływowych oraz wypływów, wycieków, wysięków wód podziemnych – zwłaszcza w głęboko rozciętych dolinach, gdzie w profilach pionowych zboczy dochodzi do przecięcia płytszych poziomów wodonośnych.

Największy wpływ wód powierzchniowych śródlądowych i morskich na osuwiska występuje w podgrupach form rzeźby Ia i Ie oraz grupie IV (tab. 5), czyli dokładnie tych, w których znajdują się największe formy osuwiskowe (ryc. 3). Taka zbieżność nie może być przypadkowa. Niewiele mniejszy wpływ zachodzi w podgrupach Ib, Id, IIa i IIb. Wynika to z możliwego oddziaływania na zbocza/stoki wód płynących, płynących okresowo i stojących, a w przypadku klifów nadmorskich – także wód morskich. Zdecydowanie najmniejszy wpływ wody powierzchniowe na rozwój osuwisk mają w grupach form rzeźby V–VII (tab. 5).

## PODSUMOWANIE

Z analizy przeprowadzonej dla ok. 35% obszaru ZLZW objętego MOTZ wynika, że:

1. System hydrograficzny wód powierzchniowych jest głównym rejonem rozwoju ruchów masowych i powstawania osuwisk w obszarze młodoglacjalnym Polski. W jego obrębie występuje 95% udokumentowanych osuwisk. Pozostałe 5% osuwisk jest w strefie oddziaływania wód morskich (1,8%) oraz w obszarach względnie suchych (3,2%), pozbawionych bezpośredniego wpływu wód płynących lub stojących.
2. Bardzo ważnym czynnikiem powstawania i rozwoju osuwisk są wody płynące (stale lub okresowo), które oddziałują głównie w postaci erozji bocznej na zbocza dolin rzecznych i pradolin, rozcięć erozyjnych, dolin cieków okresowych. W strefie oddziaływania tych wód znajduje się 75–85% wszystkich osuwisk w obszarze badań. Istotną rolę pełnią również wody stojące (stale lub okresowo), z którymi jest związane ok. od 10–20% rozpoznanych osuwisk.
3. Największa liczba osuwisk (łącznie prawie 35%) występuje na zboczach krótkich (do 1 km) i raczej płytkich (do 20 m) rozcięć erozyjnych i dolin wód okresowych (podgrupa Ic). Pod względem zajmowanej powierzchni dominują osuwiska na zboczach głównych dolin rzecznych – Wisły (w tym także Jeziora Włocławskiego), Odry i Warty (podgrupy Ia i Ie), których łączny udział wynosi ok. 35% w obszarze ZLZW.
4. Największe średnie powierzchnie mają osuwiska zlokalizowane na zboczach dolin rzek głównych (podgrupa Ia – 2,5 ha), Jeziora Włocławskiego (podgrupa

Ie – 2,1 ha) oraz klifach (grupa IV – 1,6 ha), czyli formach o najwyższych i najdłuższych stokach.

5. Specyficznymi rejonami bardzo dużej koncentracji osuwisk na stosunkowo małym obszarze są zbocza Jeziora Włocławskiego („klifu śródlądowego”) oraz zbocza klifów nadmorskich. Osuwiska w obrębie tych form mają najwyższe średnie wartości parametrów morfometrycznych.
6. Wpływ litologii utworów występujących w strefie przypowierzchniowej na rozwój osuwisk można oszacować bardzo ogólnie ze względu na brak szczegółowych danych o budowie geologicznej zboczy/stoków. Zbocza o zmiennej oraz silnie zróżnicowanej litologii (tzw. wielowarstwowe) są zdecydowanie bardziej podatne na rozwój ruchów masowych niż zbocza zbudowane w przeważającej części z jednego typu utworów (tzw. jednowarstwowe).
7. Osuwiska w obszarze rzeźby młodoglacjalnej zostały udokumentowane we wszystkich genetycznie zróżnicowanych środowiskach występowania utworów czwartorzędowych – ich obecność jest znacznie bardziej powszechna niż sądzono przed rozpoczęciem kompleksowych prac inwentaryzacyjnych w ramach MOTZ.
8. Uzyskane wyniki potwierdziły teoretyczne przypuszczenia wielu autorów MOTZ o dominującej roli rzeźby czwartorzędowej w powstawaniu i rozwoju osuwisk, co pośrednio wskazuje na zadowalającą jakość danych osuwiskowych gromadzonych w bazie SOPO.

Na podstawie uzyskanych wyników można przyjąć ostrożne założenie, że w pozostałej części ZLZW (stanowiącej ok. 64%), będącej przedmiotem rejestracji osuwisk w kolejnych latach (2025–2035) realizacji projektu SOPO, lokalizacja tych form będzie w znacznym stopniu zbliżona do stanu obecnego. Należy się spodziewać występowania osuwisk głównie w obrębie form rzeźby grup I, II i IV, czyli na zboczach dolin rzecznych, pradolin, rynien polodowcowych i wybrzeża klifowego.

Zespół autorski bardzo serdecznie dziękuje wszystkim osobom biorącym udział w opracowywaniu map osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi na obszarze młodoglacjalnym. Dzięki Waszej pracy terenowej i kameralnej w ciągu ostatnich kilkunastu lat udało się zebrać w jednym miejscu (baza SOPO) kompleksowe dane dotyczące ruchów masowych, które były podstawą do napisania niniejszego artykułu. Dziękujemy także Marcinowi Kułakowi za przygotowanie i wyselekcjonowanie niezbędnych danych z bazy SOPO. Podziękowania składamy również Recenzentom za cenne uwagi merytoryczne i redakcyjne, które podniosły jakość niniejszej publikacji.

## LITERATURA

- BACHUSZ-SKORUPA J., CIESIELSKI Z., KAWCZYŃSKI K., MICHAŁEK T., KOZŁOWSKA A., OKOŃ K., SZYMAŃSKA A. 2014 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich dla budowy obwodnicy Nowego Miasta Lubawskiego w ciągu drogi krajowej nr 15. Przedsiębiorstwo geotechniczno-konsultingowe Geotech Sp. z o.o., Bydgoszcz.
- BANACH M. 1973 – Budowa geologiczna a powierzchniowe ruchy masowe na prawym zboczu doliny Wisły między Płockiem a Włocławkiem. *Przegląd Geograficzny*, 45 (2): 353–371.
- BANACH M. 1977 – Rozwój osuwisk na prawym zboczu doliny Wisły między Dobrzyniem a Włocławkiem. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 124.

- BANACH M. 1985 – Geodynamika zbrocza doliny Wisły w Dobrzyniu. *Przegląd Geograficzny*, 57 (4): 527–551.
- BANACH M. 2003 – O aktualnej dynamice skarpy Wiślanej w Dobrzyniu. *Pomorska Akademia Pedagogiczna w Słupsku*: 1–31.
- BANACH M., KACZMAREK H., TYSZKOWSKI S., MARSZAŁEK L. 2011 – Rozwój Osuwiska Centralnego w Dobrzyniu na przełomie 2010/2011. *Akademia Pomorska w Słupsku, Polska Akademia Nauk*, 1–13. *Archiwum Starostwa Powiatowego w Lipnie*.
- BANACH M., KACZMAREK H., TYSZKOWSKI S. 2013 – Rozwój osuwisk w strefie brzegowej sztucznych zbiorników wodnych na przykładzie osuwiska centralnego w Dobrzyniu nad Wisłą, zbiornik wrocławski. *Przegląd Geograficzny*, 85 (3): 397–415.
- BAŻYŃSKI J., KUHN A. 1970 – Rejestracja osuwisk w Polsce. *Przegląd Geologiczny*, 18 (3): 142–145.
- BOBER L. 1984 – Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 340: 115–162.
- CHUDZIŃSKI B. 1929 – Obsuwiska itp. zjawiska w dolinie środkowej i dolnej Warty. *Badania geograficzne nad Polską północno-zachodnią*, 4/5: 20–42.
- GLAZER Z., WYSOKIŃSKI L. 1967 – Prognoza stateczności skarpy wiślanej na odcinku Płocka. *Archiwum ZPG UW*.
- GLAZER Z., WYSOKIŃSKI L. 1970 – Studium warunków inżyniersko-geologicznych wraz z oceną procesów geodynamicznych skarpy wiślanej w Płocku. *Archiwum ZPG UW*.
- GÓRKA K., PIOTROWSKI A. 2022 – Charakterystyka osuwisk powstałych na hałdach po górnictwie rud żelaza w rejonie częstochowskim. *Przegląd Geologiczny*, 70 (9): 682–694.
- GRABOWSKI D., MARCINIĘC P., MROZEK T., NESCIERUK P., RĄCZKOWSKI W., WÓJCIK A., ZIMNAL Z. 2008 – Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000. *Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa*.
- GRABOWSKI D., LASKOWICZ I., MAŁKA A., RUBINKIEWICZ J. 2022 – Geoenvironmental conditioning of landsliding in river valleys of lowland regions and its significance in landslide susceptibility assessment: A case study in the Lower Vistula Valley, Northern Poland. *Geomorphology*, 419, 108490.
- JAROSZEWSKI W., MARKS L., RADOMSKI A. 1985 – Słownik geologii dynamicznej. *Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa*.
- KARWACKI K. 2016 – Ruchy masowe związane z górnictwem odkrywkowym na przykładzie zwałowiska zewnętrznego KWB *Adamów* (powiat Turecki, Wielkopolska), II Ogólnopolska Konf. Geomorfologia stosowana – modelowanie i prognozowanie zmian środowiskowych, 1–3 czerwiec 2016 r., Poznań: 49.
- KEHEW A.E., PIOTROWSKI J.A., JORGENSEN F. 2012 – Tunnel valleys: Concepts and controversies – A review. *Earth-Science Reviews*, 113 (1–2): 33–58.
- KIRKHAM J.D., HOGAN K.A., LARTER R.D., ARNOLD N.S., ELY J.C., CLARK Ch.D., SELF E., GAMES K., HUUSE M., STEWARD M.A., OTTESEN D., DOWDESWELL J.A. 2024 – Quaternary Science Reviews 323, 107680.
- KOWALSKI A. 2017 – Rozmieszczenie i geneza form osuwiskowych w przełomowej dolinie Bobru w okolicach Wlenia (Sudety Zachodnie). *Przegląd Geologiczny*, 65 (10): 629–641.
- KOWALSKI A. 2021 – Geneza i geologiczne uwarunkowania rozwoju form osuwiskowych w środkowej części Obniżenia Noworudzkiego w Sudetach. *Przegląd Geologiczny*, 69 (10): 666–679.
- KRAMARSKA R., FRYDEL J., JEGLIŃSKI W. 2011 – Zastosowanie metody naziemnego skaningu laserowego do oceny geodynamiki wybrzeża na przykładzie klifu w Jastrzębiej Górze. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 446: 101–108.
- KRYCZAŁO A., KOZAK P., KUZORA A., TROJNARSKA B., MALARZ M. 2021 – Ekspertyza geotechniczna. Określenie przyczyn powstania osuwiska oraz ocena stanu technicznego skarpy w ciągu obwodnicy Nowego Miasta Lubawskiego km 8+700. *Geoset s.c., Gdańsk*.
- MADEJ J., EWERTOWSKA-MADEJ Z., GOLEC E., ROGUSKA J., CZERWIŃSKA J. 1972 – Ocena stateczności wybranego rejonu Skarpy Dobrzyńskiej. *Inst. Bud. Wodnego PAN, Gdańsk*: 1–17.
- MARKS L., BER A., GOGOLEK W., PIOTROWSKA K. 2006 – Mapa Geologiczna Polski 1 : 500 000. *Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa*.
- MARKS L., GRABOWSKI J., STĘPIEŃ U. (red.) 2022 – Mapa Geologiczna Polski 1 : 500 000. *Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa*.
- MIGOŃ P. 2006 – *Geomorfologia*. *Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa*.
- MIGOŃ P., JANCEWICZ K., KASPRZAK M. 2014 – Zasięg obszarów objętych osuwiskami w Górach Kamiennych (Sudety Środkowe) – porównanie map geologicznych i cyfrowego modelu wysokości z danych LiDAR. *Przegląd Geologiczny*, 62 (9): 463–471.
- MIKOŁAJKÓW J. (red.), LISICKI S., PIOTROWSKI A., PRZAS-NYSKA J., PRZYBYLSKI B., SYDOR P., WIECZOREK D., ZALESKIEWICZ L., ŻARSKI M. 2022 – Instrukcja opracowania reambulacji i aktualizacji oraz wydania Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000. *Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa*.
- MROZEK T., LASKOWICZ I., ZABUSKI L., KULCZYKOWSKI M., ŚWIDZIŃSKI W. 2016 – Landslide susceptibility and risk assessment in a non-mountainous region – a case study of Koronowo, northern Poland. *Geological Quarterly*, 60 (3): 758–769.
- OKUPNY D. 2009 – Morfologiczne skutki procesów stokowych zachodzących na zboczach zwałowiska zewnętrznego Adamów. [W:] Machowski R., Rzętała M.A. (red.), *Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko*, 9: 32–43. *Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ, Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Sosnowiec*.
- OPINIA, 1981 – Opinia dotycząca stateczności i zabezpieczenia zbrocza przy ul. Tucholskiej w Koronowie, listopad 1981 r. *Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa*, nr CBDG 488784.
- OSTAFICZUK S., WYSOKIŃSKI L. 1981 – Rozwój procesów geodynamicznych skarpy płockiej między 1979 a 1981 rokiem oraz zasięg wpływu skarpy na obiekty budowlane. *Archiwum ZPG UW*.
- OSTROWSKI S.Z., LASOCKI M. 2018 – Massive landslide characterization using Refraction Seismic and Electric Tomography. *Near Surface Geoscience Conference & Exhibition 2018, Porto, Portugal*.
- POPRAWA D., RĄCZKOWSKI W. 2003 – *Osuwiska Karpat*. *Przegląd Geologiczny*, 51 (8): 685–692.
- PRZYBOROWSKI P. 2020–2023 – Raporty z pomiaru zerowego kolumn inklinometrycznych INK1, INK4, INK5, INK8 położonych na osuwisku w obrębie skarpy wiślanej w Dobrzyniu nad Wisłą na 661 km Wisły przy Jeziorze Włocławskim. *Geotechnica Toruń. Urząd Gminy Dobrzyń nad Wisłą*.
- SIKORA R., WOJCIECHOWSKI T. 2019 – *Osuwiska w Sudetach*. *Przegląd Geologiczny*, 67 (5): 360–368.
- SUBOTOWICZ W. 1989 – *Badania brzegu klifowego w Jastrzębiej Górze*. *Technika i Gospodarka Morska*, 7.
- TYSZKOWSKI S. 2008 – *Badania rozwoju osuwisk w rejonie Świecia, na podstawie materiałów fotogrametrycznych*. *Landform Analysis*, 9: 385–389.
- TYSZKOWSKI S. 2012a – Rekonstrukcja dynamiki oraz próba określenia czynników inicjujących ruchy osuwiskowe we Wiągu (Dolina Dolnej Wisły). *Prace i Studia Geograficzne*, 49: 211–219.
- TYSZKOWSKI S. 2012b – 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.
- UŚCINOWICZ G., SZARAFIN T., JURYS L. 2019 – Track ing cliff activity based on multi tempo ral digital terrain models – an example from the southern Baltic Sea coast. *Baltica*, 32: 10–21.
- WINOWSKI M. 2015 – Aktywność procesów osuwiskowych na wybrzeżu klifowym wyspy Wolin w warunkach oddziaływania zdarzeń hydro-meteorologicznych 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.
- WÓDKA M., WOJCIECHOWSKI T., LASKOWICZ I., RUBINKIEWICZ J., ZIMNAL Z., GÓRKA K., MARCINIĘC P., GRABOWSKI D., KAMIENIARZ S., KARWACKI K., KUŁAK M., SIKORA R. 2025 – Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000. *Wydanie II. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa*.
- WÓJCIK A. 2019 – Późnoglacialny rozwój osuwisk w polskich Karpatach zewnętrznych. *Przegląd Geologiczny*, 67 (5): 397–404.
- WYSOKIŃSKI L. 1979 – *Dynamiki skarpy płockiej i koncepcja jej zabezpieczenia*. *Materiały Międzynarodowego Sympozjum nt. „Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka”*.
- WYSOKIŃSKI L. 1985 – Prognoza stateczności skarpy wiślanej od granic woj. Płockiego do mostu we Włocławku pod kątem zabezpieczenia i wyłączeń ze szczególnym uwzględnieniem miasta Dobrzyń w aspekcie oddziaływania zbiornika wrocławskiego. *Arch. Zakł. Prac Geol. Wyzd. Geol. UW*.
- 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.

Praca wpłynęła do redakcji 30.01.2026 r.

Akceptowano do druku 26.02.2026 r.