

Osuwiska w krajobrazie pogórnym odkrywek węgla brunatnego wschodniej Wielkopolski (rejon Konina i Turku) – rozmieszczenie i uwarunkowania rozwoju

Krzysztof Karwacki¹, Jacek Rubinkiewicz¹



K. Karwacki



J. Rubinkiewicz

Landslides in the post-mining landscape of open-pit lignite mines in eastern Wielkopolska (Konin and Turek region) – distribution and development factors. *Prz. Geol.*, 74: 305–320; doi: 10.7306/2026.24

Redaktor prowadząca: Maria Przyłucka

A b s t r a c t. The paper presents the distribution and controlling factors of landslide development in the post-mining landscape of open-pit lignite mines in eastern Wielkopolska (the Konin and Turek regions). The analysis covers anthropogenic landforms created by surface mining, including external and internal dumps, inactive pit slopes, and the margins of artificial water reservoirs. Based on field mapping and analysis of digital terrain models (DTM), 279 landslides with a total area exceeding 229 ha were inventoried. The highest concentration and

extent of landslides occur on external dumps, where more than 70% of all forms are developed. The analysis excluded that the landslide connection extends with the height of the dumps, but this release is linear and was determined in detail by the lithology of the overburden and the hydrogeological conditions. The highest landslide index values were recorded on dumps containing significant proportions of clayey deposits, which favour the formation of slip surfaces and increased pore-water pressure. Analysis of DTMs from 2014–2024 revealed contemporary activity at only a few sites, indicating that most of the landslides are currently in a stabilization stage, and their reactivation is local and related mainly to changes in water conditions and anthropogenic interference.

Keywords: landslides, open-pit mining, geological hazards

Górnictwo odkrywkowe prowadzi do rozległych i długotrwałych przekształceń środowiska naturalnego, obejmujących zmiany ukształtowania terenu, warunków hydrogeologicznych oraz właściwości geotechnicznych gruntów (Dulias, 2016; Strzałkowski, Ścigała, 2020; Juryś i in., 2025). Jednym ze skutków tych procesów jest rozwój zagrożeń geologicznych, które mogą się utrzymywać przez wiele lat po zakończeniu eksploatacji. Do najistotniejszych z nich należą osuwiska, występujące na każdym etapie funkcjonowania zakładu górnictwa.

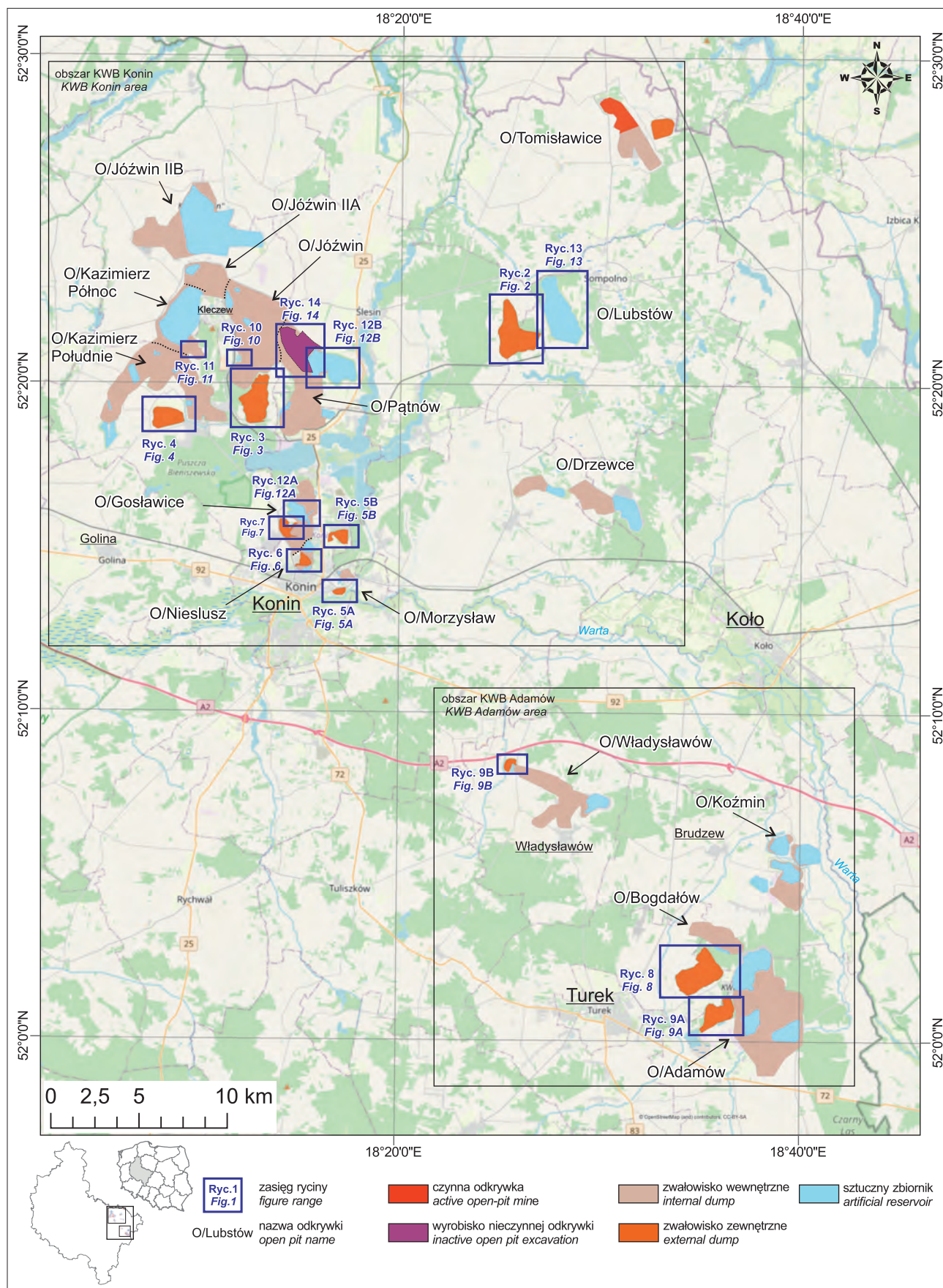
Procesy osuwiskowe rozwijające się w warunkach działalności górniczej na obszarze Polski wielokrotnie były przedmiotem badań. Problematykę ruchów masowych powstających na zwałowiskach odpadów po eksploatacji węgla kamiennego podejmowali m.in. Mularz i Rybicki (1977) oraz Krokoszyński i Rybicki (2010). Istotną grupę opracowań stanowią również wyniki badań deformacji stoków i osuwisk rozwijających się na hałdach związanych z wydobyciem węgla brunatnego (Rzepisko, 1970; Miłkowski, Nowak, 2009; Bednarczyk, 2019) oraz na hałdach rud żelaza (Górka, Piotrowski, 2022). Związek występowania osuwisk z nieckami osiadania wykazał Wódka (2019), natomiast ruchy masowe zachodzące w wyrobiskach górniczych opisywali m.in. Kaczmarewski i in. (2003) oraz Fliśiak i in. (2014).

Rejon wschodniej Wielkopolski jest jednym z największych w Polsce obszarów objętych odkrywkową eksploatacją węgla brunatnego (Kasztelewicz i in., 2025). Wieloletnia działalność górnictwa, prowadzona od połowy XX w.,

doprowadziła do powstania w nim rozległych zwałowisk zewnętrznych i wewnętrznych (Gilewska, 2008) oraz sztucznych zbiorników wodnych, co sprzyja rozwojowi niekorzystnych zjawisk geodynamicznych (Furmański, Meissner, 1963; Okupny, 2009; Karwacki, 2016, 2022). Dotychczasowe prace poświęcone ruchom masowym w rejonie odkrywek wschodniej Wielkopolski koncentrowały się głównie na identyfikacji obszarów narażonych na procesy osuwiskowe (Wieczorek, 2016; Kos i in., 2018; Popielski, Kurkowski, 2018; Popielski i in., 2019; Karwacki, Kurowski, 2025). W wielu przypadkach jednoznaczna identyfikacja osuwisk była utrudniona ze względu na silne przekształcenia rzeźby terenu zachodzące podczas eksploatacji odkrywek i późniejszej rekultywacji wyrobisk i zwałowisk. Podobne problemy interpretacyjne występują także na innych obszarach zmienionych antropogenicznie, gdzie granica pomiędzy formami naturalnymi i antropogenicznymi bywa nieostra (Rycio, 2020). W związku z tym rozpoznanie procesów osuwiskowych w krajobrazie pogórnym wymaga integracji obserwacji terenowych z analizą wysokorozdzielczych numerycznych modeli terenu.

Celem pracy jest charakterystyka osuwisk w krajobrazie pogórnym wschodniej Wielkopolski oraz identyfikacja głównych uwarunkowań geomorfologicznych, geologicznych i hydrogeologicznych ich rozwoju na formach antropogenicznych powstałych w wyniku odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; kkar@pgi.gov.pl; jrub@pgi.gov.pl; ORCID ID: K. Karwacki – 0000-0002-6999-7780; Jacek Rubinkiewicz – 0000-0002-4189-2418



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań
Fig. 1. Location of the study area

OBSZAR I METODYKA BADAŃ

Obszar badań leży w rejonie Konina i Turku we wschodniej części Wielkopolski, gdzie funkcjonowały kopalnie węgla brunatnego *Konin* i *Adamów* (ryc. 1). W części północnej obejmuje on fragmenty Pojezierza Kujawskiego i Żnińsko-Mogileńskiego, a w części południowej Wysoczyzny Tureckiej i Kotliny Kolskiej (Solon i in., 2018). W granicach kopalni *Konin* i *Adamów* funkcjonowały liczne odkrywki węgla brunatnego, m.in. *Morzysław*, *Niesłusz*, *Gosławice*, *Pątnów*, *Kazimierz Południe*, *Kazimierz Północ*, *Józwin I*, *Józwin IIA*, *Józwin IIB*, *Lubstów*, *Drzewce*, *Tomisławice*, *Adamów*, *Bogdałów*, *Władysławów* i *Koźmin*. Obecnie jest czynna tylko odkrywka *Tomisławice*, a prace rekultywacyjne są prowadzone na obszarach odkrywek: *Józwin IIB*, *Pątnów*, *Adamów* i *Koźmin*.

Obszar konińskich odkrywek charakteryzuje się skomplikowaną budową geologiczną. Geneza złóż węgla brunatnego jest związana z długotrwałą subsydencją podłoża rowów tektonicznych (Kasiński, 1984; Kasiński, Piwocki, 2002; Widera, 2016). W rejonie KWB *Adamów* występuje złożo typu pokładowego o genezie limnicznej, które uległo wtórnej fragmentacji w wyniku procesów erozyjnych i oddziaływania lodolodu w plejstocenie (Piwocki, 1992; Widera, 2007; Widera i in., 2022). Szczególne znaczenie dla rozwoju procesów osuwiskowych i deformacji ciągłych powierzchni terenu mają czwartorzędowe oraz neogeńskie utwory stanowiące strop nadkładu, często zaburzone glacictektonicznie (Widera, Włodarski 2010). Na osady czwartorzędowe składają się piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz kilka poziomów glin lodowcowych związanych ze zlodowaczeniami wisły, warty i sanu. Osady neogeńskie są reprezentowane przez iły, mułki i piaski (formacja poznańska) o miąższości od kilku do kilkunastu metrów (Widera, 2021).

Podstawą inwentaryzacji osuwisk na badanym obszarze, obejmującym powiaty koniński, kolski i turecki, były terenowe prace kartograficzne prowadzone w latach 2019–2025. Prace te poprzedzono analizą numerycznych modeli terenu (NMT) o rozdzielczości 1 m, a następnie zweryfikowano je w terenie. W celu identyfikacji aktyw-

nych form wykorzystano archiwalne numeryczne modele terenu (NMT), na podstawie których wygenerowano numeryczny model różnicowy, obrazujący zmiany w profilu pionowym w okresie 2014–2024 z dokładnością do ok. $\pm 0,2$ m. Aktywność największego osuwiska, rozwiniętego na zwałowisku zewnętrznym Pęcherzew, od 2016 r. jest monitorowana dodatkowo metodami GNSS (*Global Navigation Satellite System*) z wykorzystaniem sieci punktów pomiarowych zainstalowanych na jego powierzchni za pomocą odbiornika *HI Target V30*.

CHARAKTERYSTYKA OSUWISK

Występowanie osuwisk na analizowanym terenie jest ściśle związane z antropogenicznymi przekształceniami rzeźby terenu, w szczególności z formowaniem zwałowisk nadkładu, powstawaniem stromych stoków (skarp) wyrobisk oraz zbiorników poeksploatacyjnych. Procesy te rozwijają się głównie w silnie anizotropowych gruntach nieskonsolidowanych, charakteryzujących się dużą zmiennością litologiczną i zmiennymi warunkami wodnymi. Na badanym obszarze (tj. KWB *Adamów* i KWB *Konin*) zinventaryzowano 279 osuwisk o łącznej powierzchni 229,3 ha.

Osuwiska na stokach zwałowisk zewnętrznych

Najliczniej są reprezentowane osuwiska rozwijające się na zwałowiskach zewnętrznych, często o wielotarasowej budowie, usypywanych z niejednorodnych gruntów nadkładowych o trudnych do jednoznacznego określenia parametrach wytrzymałościowych.

Na obszarze KWB *Konin* znajduje się osiem zwałowisk zewnętrznych, formowanych w początkowych etapach budowy odkrywek (tab. 1). W analizie nie uwzględniono zwałowiska zewnętrznego w czynnej odkrywce *Tomisławice*.

Największe zwałowisko, zlokalizowane w miejscowości Lubstów, jest związane z działalnością odkrywki o tej samej nazwie (ryc. 2). Jest to forma jednopoziomowa o powierzchni przekraczającej 400 ha i maksymalnej

Tab. 1. Wykaz zwałowisk zewnętrznych kopalni *Konin* i *Adamów* i ich podstawowa charakterystyka
Table 1. List of external dumps with their basic characteristics and the number of landslides

Nazwa kopalni <i>Mine name</i>	Nazwa zwałowiska zewnętrznego <i>External dump name</i>	Powierzchnia zwałowiska zewnętrznego [ha] <i>External dump area [ha]</i>	Wysokość stoków [m] <i>Slope height [m]</i>	Średnie nachylenie stoków [stopnie] <i>Average slope gradient [degrees]</i>	Liczba osuwisk [ha] <i>Number of landslides [ha]</i>	Powierzchnia osuwisk [ha] <i>Landslide area [ha]</i>
KWB <i>Konin</i>	Lubstów	404,1	28–45	18,7	9	8,9
	Józwin	311,9	16–65	11,5	57	141,9
	Kazimierz Południowy	166,4	18–25	14,5	18	3,8
	Gosławice	65,6	7–28	14	21	12,7
	Maliniec	63,1	4–14	18	13	2,2
	Niesłusz	37,4	5–26	16	14	3,1
	Morzysław	22,9	4–6	22	0	0
KWB <i>Adamów</i>	Pęcherzew	382,6	10–30	12	57	34,4
	Gajówka	194,6	13–14	11	10	1,8
	Piorunów	32,4	20–25	17	3	1,7

wysokości 45 m, której stoki są nachylone pod kątem ok. 12°. Rozwinęło się tu jedynie 9 osuwisk o łącznej powierzchni 8,9 ha. Największe z nich (4,2 ha) jest zlokalizowane na zachodnich zboczach zwałowiska (ryc. 2A) i charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu w postaci wałów, skarp i systemu szczelin. Jęzior osuwiskowy kończy się wysokim czołem, które w momencie kartowania było podcinane antropogenicznie (ryc. 2B).

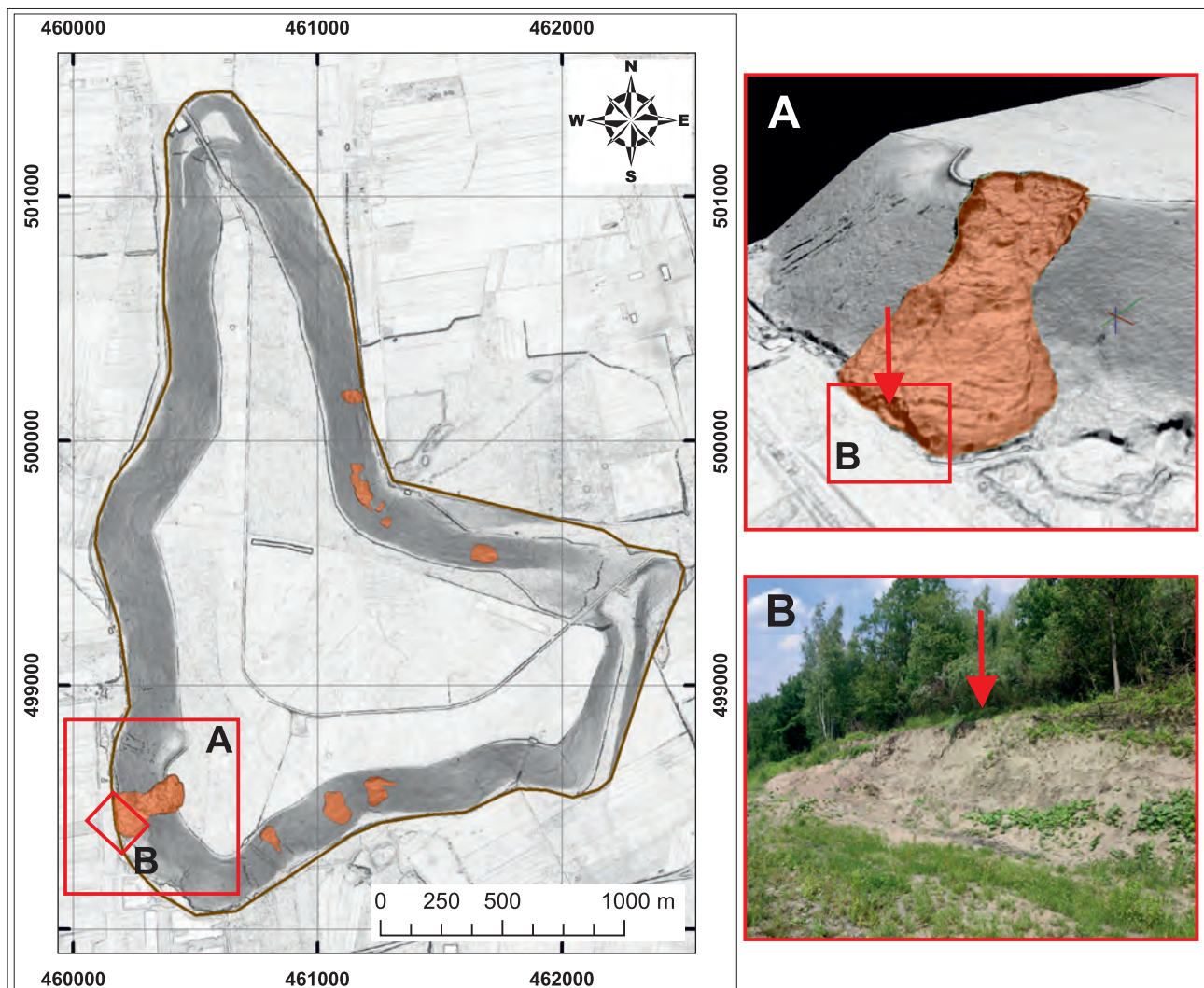
Pod względem rozwoju procesów osuwiskowych najciekawsze jest zwałowisko w Józwinie (ryc. 3), o nieregularnej, lokalnie dwutarasowej budowie, cechujące się największą wysokością względną (67 m) i maksymalną wysokością zbocza sięgającą 65 m. Wschodnie stoki w całości są objęte procesami osuwiskowymi, a występujące tam formy, o łącznej powierzchni ok. 57 ha, wykazują bardzo zróżnicowaną morfologię, liczne zagłębienia okresowo wypełnione wodą oraz strome skarpy główne. W tej części zwałowiska znajdują się największe osuwiska na badanym obszarze, z których największe przekracza 19 ha (ryc. 3A).

W północnej części zwałowiska występuje osuwisko, którego skarpa główna wcina się w wierzchołkinę na długość ponad 170 m, a jęzior wychodzi poza dolną kra-

wędź stoku (skarpy) zwałowiska na ok. 150 m, co wskazuje na znaczne upłynnienie materiału w trakcie zachodzących procesów grawitacyjnych (ryc. 3B). W części południowej i południowo-zachodniej zwałowiska zaznacza się strefa silnych deformacji związanych z osiadaniami i osuwaniem zboczy w trakcie zwałowania nadkładu, gdzie rozwijają się mniejsze osuwiska na niższych partiach stoków.

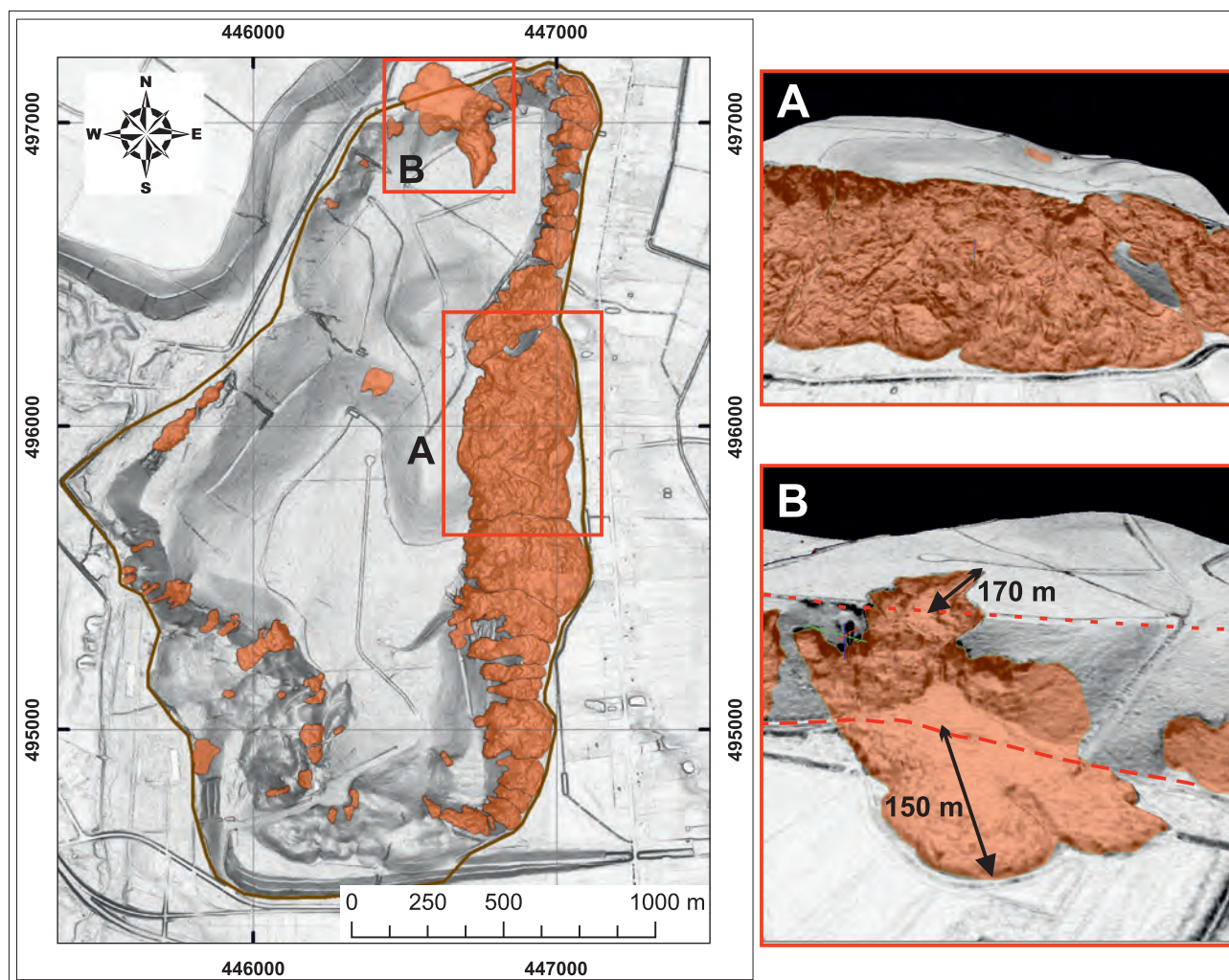
Trzecie pod względem wielkości zwałowisko na obszarze KWB Konin jest związane z budową odkrywki *Kazimierz Południowy* (ryc. 4). Jest to forma dwutarasowa o regularnym zarysie, zajmująca powierzchnię ponad 166 ha, o maksymalnej wysokości tarasu sięgającej ok. 25 m. Na jej stokach rozwinęło się 18 osuwisk o łącznej powierzchni 3,8 ha. Największe z nich (0,55 ha) jest zlokalizowane na wschodnich stokach dolnego tarasu (ryc. 4). Na zachodnim stoku górnego tarasu rozwinęła się forma osuwiskowa typu spływowego, powstała w mocno zawodnionym materiale, o czym świadczy wyraźna niszka i wachlarzowaty jęzior osuwiskowy wysunięty na odległość 50 m względem dolnej krawędzi stoku.

Kolejne zwałowiska (jednotarasowe) są związane z początkowym okresem rozwoju górnictwa w regionie. Najmniejsze zwałowisko, będące pozostałością po najstarszej



Ryc. 2. Rozmieszczenie osuwisk na zwałowisku zewnętrznym Lubstów: **A** – największe osuwisko na tle NMT; **B** – zmiany antropogeniczne w dolnej części największego osuwiska

Fig. 2. Distribution of landslides on the Lubstów external dumping ground: **A** – the largest landslide in the context of the DTM; **B** – anthropogenic changes in the lower part of the largest landslide

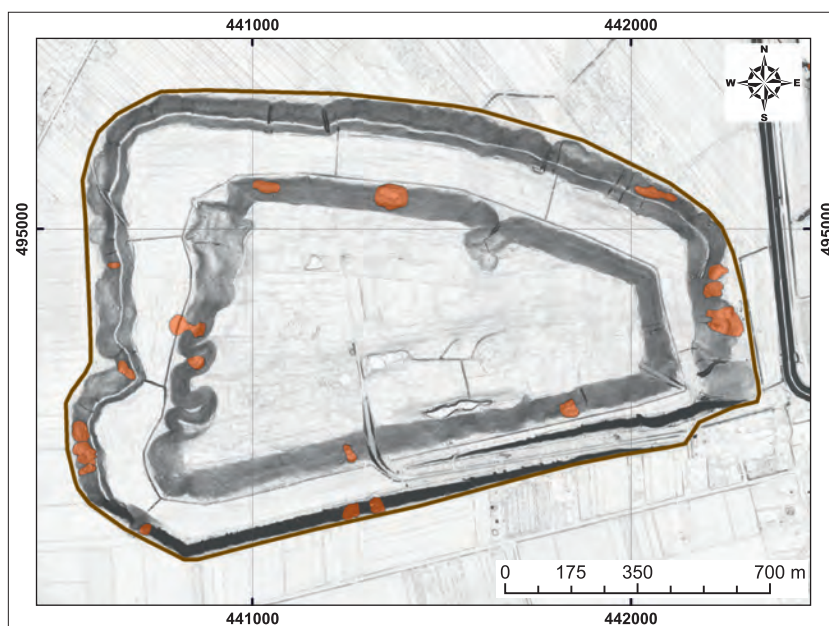


Ryc. 3. Rozmieszczenie osuwisk na zwałowisku zewnętrznym Józwin: A – największe osuwisko powstałe na wschodnich stokach zwałowiska; B – osuwisko o charakterze spływowym powstałe na północnym stoku

Fig. 3. Distribution of landslides on the Józwin external dumping ground: A – the largest landslide occurring on the eastern slopes of the heap; B – a flow-type landslide occurring on the northern slope

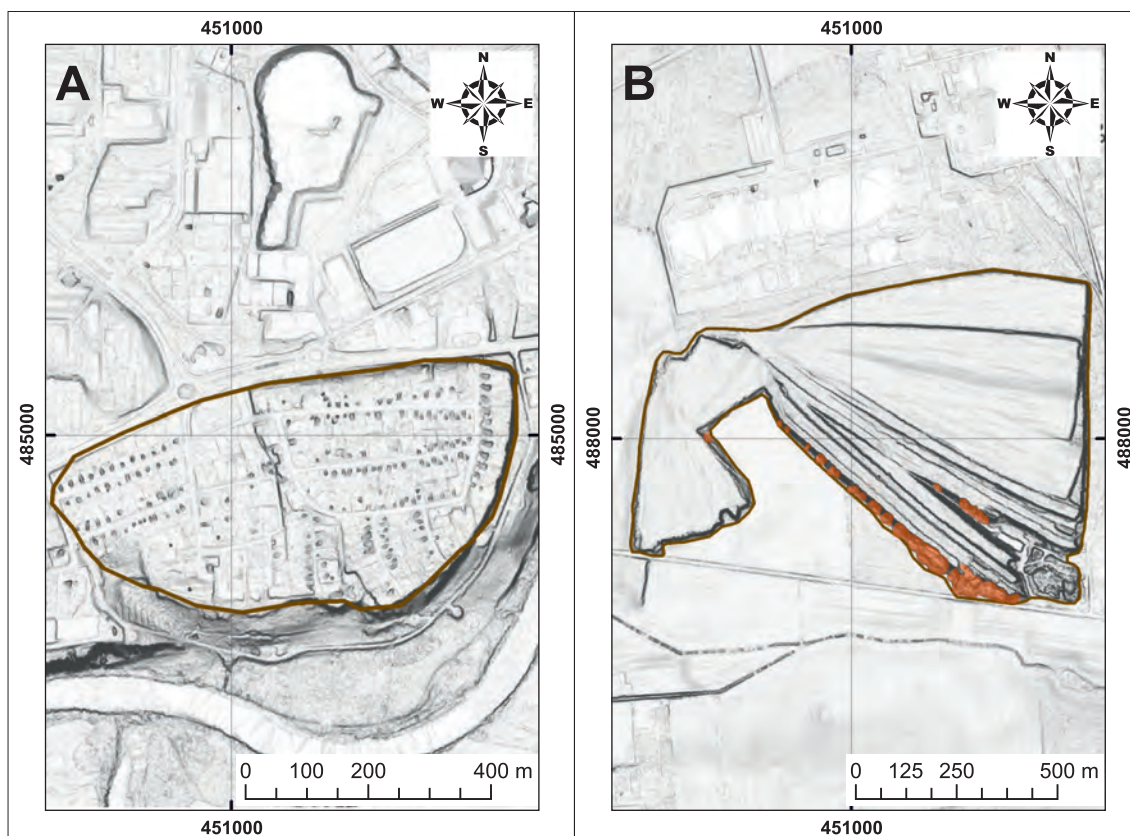
odkrywcę *Morzysław*, obecnie tylko nieznacznie góruje nad otaczającym terenem (ryc. 5A). Zajmuje powierzchnię ok. 23 ha, a wysokość jego stoków nie przekracza 6 m. W jego obrębie nie stwierdzono występowania osuwisk.

Na północ od odkrywki *Morzysław* znajduje się drugie zwałowisko tej odkrywki, zlokalizowane w miejscowości Maliniec (ryc. 5B). Jest to forma o nieregularnym zarysie, na stokach której rozwinęło się 13 osuwisk o łącznej powierzchni 2,2 ha. Ze względu na stosunkowo niewielką wysokość stoków (do 14 m), występujące tu formy osuwiskowe mają niewielkie powierzchnie, od 0,02 do 0,8 ha. Największa forma, zlokalizowana na południowo-zachodnich stokach, obejmuje zespół kilku osuwisk o stycznych, antropogenicznie przekształconych koluwiach, co uniemożliwia jednoznaczne wyznaczenie granic poszczególnych osuwisk.



Ryc. 4. Rozmieszczenie osuwisk na zwałowisku zewnętrznym Kazimierz Południe

Fig. 4. Distribution of landslides on the Kazimierz Południe external dumping ground



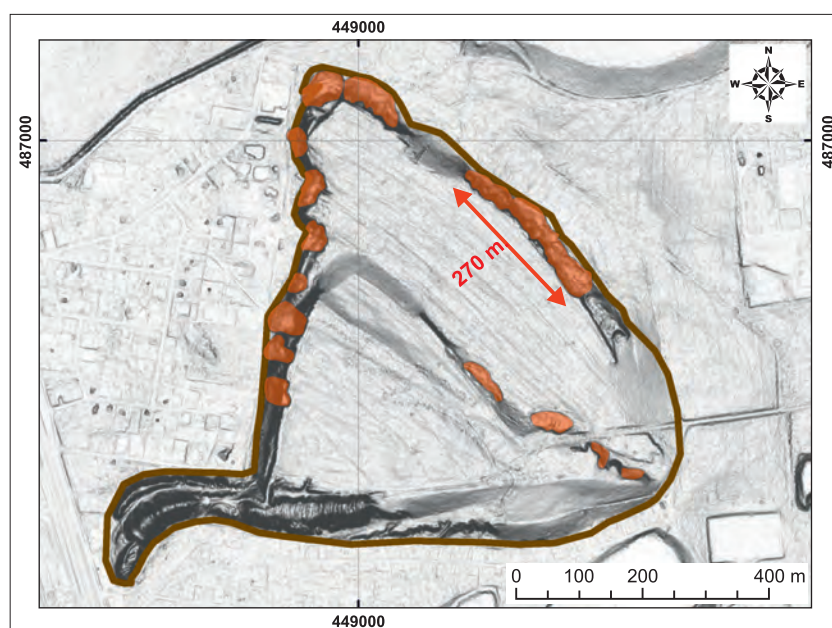
Ryc. 5. Zwałowiska zewnętrzne: A – Morzysław; B – Maliniec
 Fig. 5. External dumping grounds: A – Morzysław; B – Maliniec

Ostatnią grupę zwałowisk w rejonie Konina stanowią obiekty związane z odkrywkami *Niesłusz* (ryc. 6) i *Gosławice* (ryc. 7). Dwutarasowe zwałowisko Niesłusz uformowano na początku lat 50. XX w. Osuwiska rozwinęły się głównie w jego zachodniej i północnej części, na stokach osiągających wysokość do 26 m. Większość form osuwiskowych występuje w obrębie dolnego tarasu, a jedynie cztery, o mniejszych rozmiarach, rozwinęły się na górnym

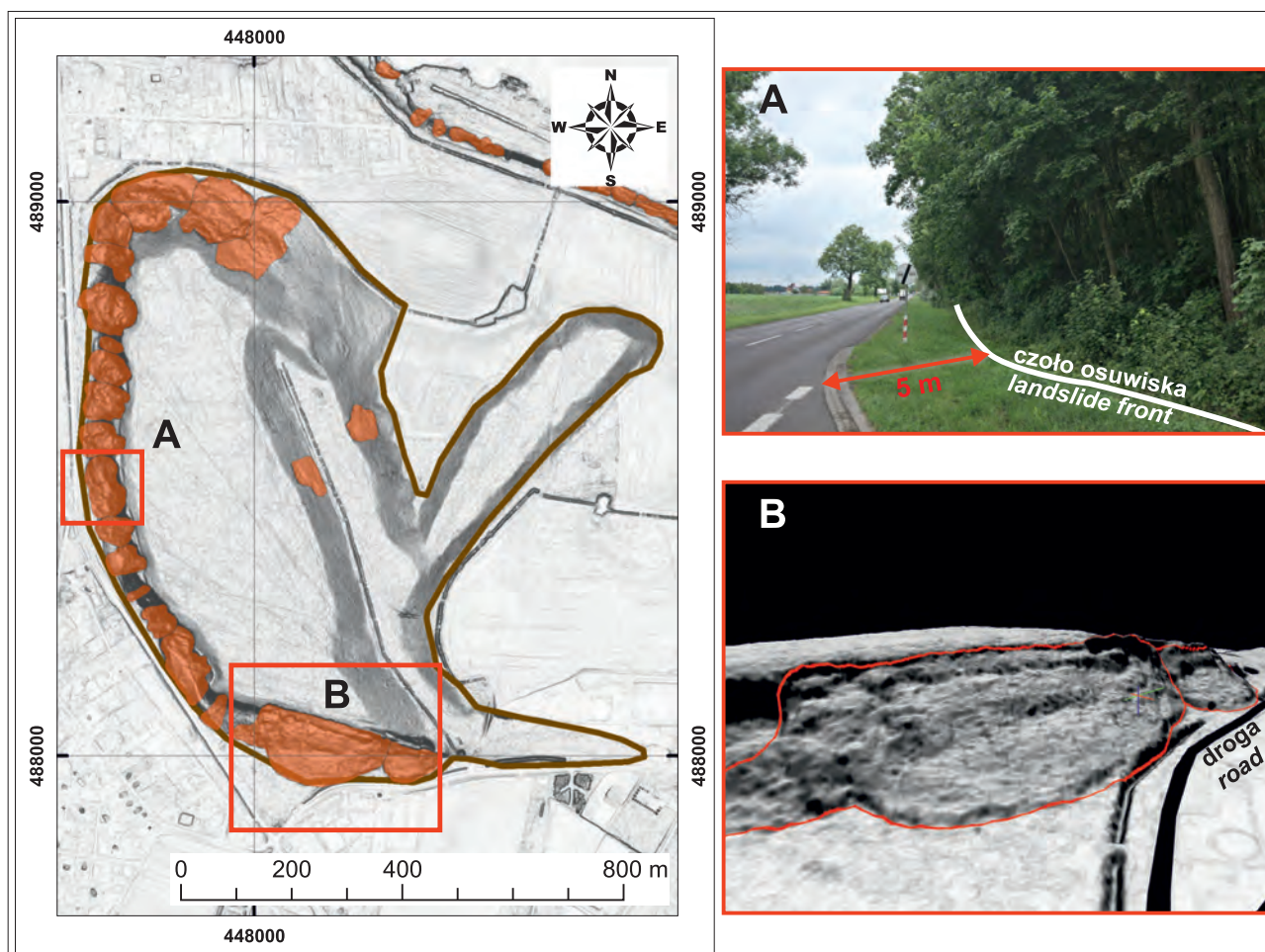
tarasie we wschodniej części zwałowiska. Łączna powierzchnia wszystkich osuwisk wynosi 3,1 ha. Największe osuwisko (0,9 ha) składa się z zespołu mniejszych form o łączących się koluwiach, co sprawia, że osuwisko jest ponad pięciokrotnie szersze niż dłuższe.

Zwałowisko Gosławice uformowano w połowie lat 50. XX w. W większości jest ono jednotarasowe, jednak we wschodniej części ma ono dwa tarasy (ryc. 7). Powstało na nim 21 osuwisk o łącznej powierzchni 12,7 ha. Większość form jest zlokalizowana na zachodnich stokach, a w bliskim sąsiedztwie ich jezorów biegnie droga wojewódzka nr 264 (ryc. 7A). Największe osuwiska występują na północnych oraz południowych stokach i obejmują całą wysokość zwałowiska. Na wschodnich stokach zwałowiska rozwinęły się tylko dwa małe osuwiska o subtelnych formach koluwalnych.

W granicach funkcjonowania KWB *Adamów* występują trzy zwałowiska zewnętrzne (tab. 1). Największe z nich, położone w miejscowości Pęczerszew (ryc. 8), jest złożone głównie z nadkładu odkrywki *Adamów*, natomiast jego północno-wschodnia część powstała z materiału pochodzącego z odkrywki *Bogdałów*. Forma jest usypana w systemie dwutarasowym, a maksymalna wysokość stoków wynosi ok. 30 m. Zwałowisko to charakteryzuje się obecnością dużej ilości osuwisk. Rozwinęło się tu 57 form o łącznej powierzchni 34,4 ha, z czego na stokach



Ryc. 6. Rozmieszczenie osuwisk na zwałowisku zewnętrznym Niesłusz
 Fig. 6. Distribution of landslides on the Niesłusz external dumping ground



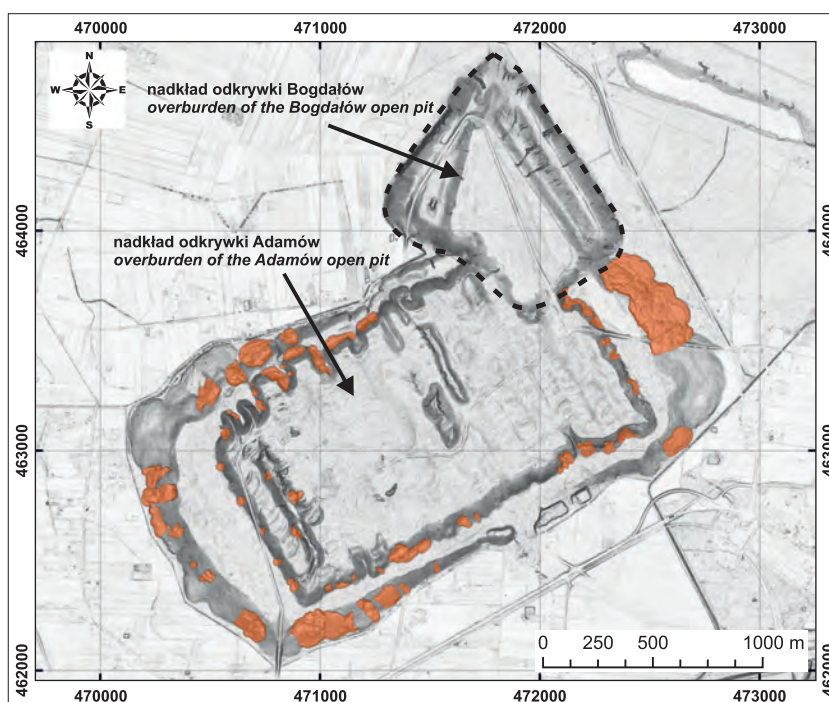
Ryc. 7. Rozmieszczenie osuwisk na zwałowisku zewnętrznym Gosławice: **A** – czoło osuwiska w pobliżu drogi wojewódzkiej; **B** – największe osuwisko na tle NMT z jeżozem znajdującym się blisko drogi

Fig. 7. Distribution of landslides on the Gosławice external dumping ground: **A** – the landslide front near a provincial road; **B** – the largest landslide against the background of the DTM with the tongue located near a road

górnego tarasu 39 osuwisk o powierzchni od 0,1 do 1,1 ha, natomiast na stokach dolnego tarasu 18 osuwisk o powierzchni od 0,08 do 9,8 ha. Największe osuwisko rozwinięte na wschodnim stoku zwałowiska ma silnie urozmaiconą rzeźbę koluwalną oraz liczne, okresowo wypełnione wodą zagłębienia bezodpływowe (Okupny, 2009; Karwacki, 2016).

Kolejne, dwutarasowe zwałowisko kopalni Adamów znajduje się w miejscowości Gajówka, w sąsiedztwie zbiornika magazynującego popioły i żużle pochodzące z Elektrowni Adamów (ryc. 9A). Maksymalna wysokość jego stoków nie przekracza 14 m. Osuwiska występują tu nielicznie – stwierdzono 10 form o powierzchni od 0,02 do 0,6 ha, których łączna powierzchnia wynosi 1,8 ha.

Najmniejsze zwałowisko w rejonie Turku zajmuje powierzchnię 32,4 ha i jest zlokalizowane w miejscowości Piorunów (ryc. 9B). Budowano je z nadkładu odkrywki Władysławów w systemie jednotarasowym, a maksymalna wysokość boczny sięga ok. 25 m. Na jego stokach



Ryc. 8. Rozmieszczenie osuwisk na zwałowisku zewnętrznym Pęcherzew

Fig. 8. Distribution of landslides in the Pęcherzew external dumping

rozwinęły się jedynie 3 osuwiska o łącznej powierzchni 1,7 ha, z czego największe, usytuowane na zachodnim stoku, osiąga 1,4 ha.

Osuwiska na stokach zwałowisk wewnętrznych

Zwałowiska wewnętrzne to obszary wyrobisk poeksploatacyjnych zasypywane materiałem pochodzącym ze zdejmowania nadkładu. Niekiedy wyrobiska te są nadsypywane powyżej poziomu otaczającego terenu (inwersja morfologiczna), czego przykładem są zrehabilitowane wyrobiska odkrywek *Kazimierz Południowy*, *Kazimierz Północny*, *Pątnów* i *Józwin I*. Na zboczach zwałowisk tych odkrywek rozwinęło się 41 osuwisk o łącznej powierzchni 9,4 ha.

Osuwiska na zwałowiskach wewnętrznych występują zazwyczaj jako pojedyncze formy związane z lokalnymi czynnikami sprzyjającymi inicjacji ruchów masowych. Szczególną grupę stanowią osuwiska rozwijające się w sąsiedztwie zbiorników wodnych, gdzie istotną rolę odgrywają wahania poziomu wody i abrazja (ryc. 10).

Większa koncentracja osuwisk występuje w obrębie wypukłej formy kształtowanej na powierzchni zwałowiska wewnętrznego *Kazimierz Północ*, gdzie obecnie stwierdzono 19 osuwisk o łącznej powierzchni 2,6 ha. Liczba ta może ulec zmianie, ponieważ w tym obiekcie są prowadzone prace ziemne, w wyniku których – w porównaniu z danymi rejestru osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (Kos i in., 2018) – zlikwidowano dotychczas 6 form osuwiskowych.

Osuwiska na zboczach sztucznych zbiorników wodnych

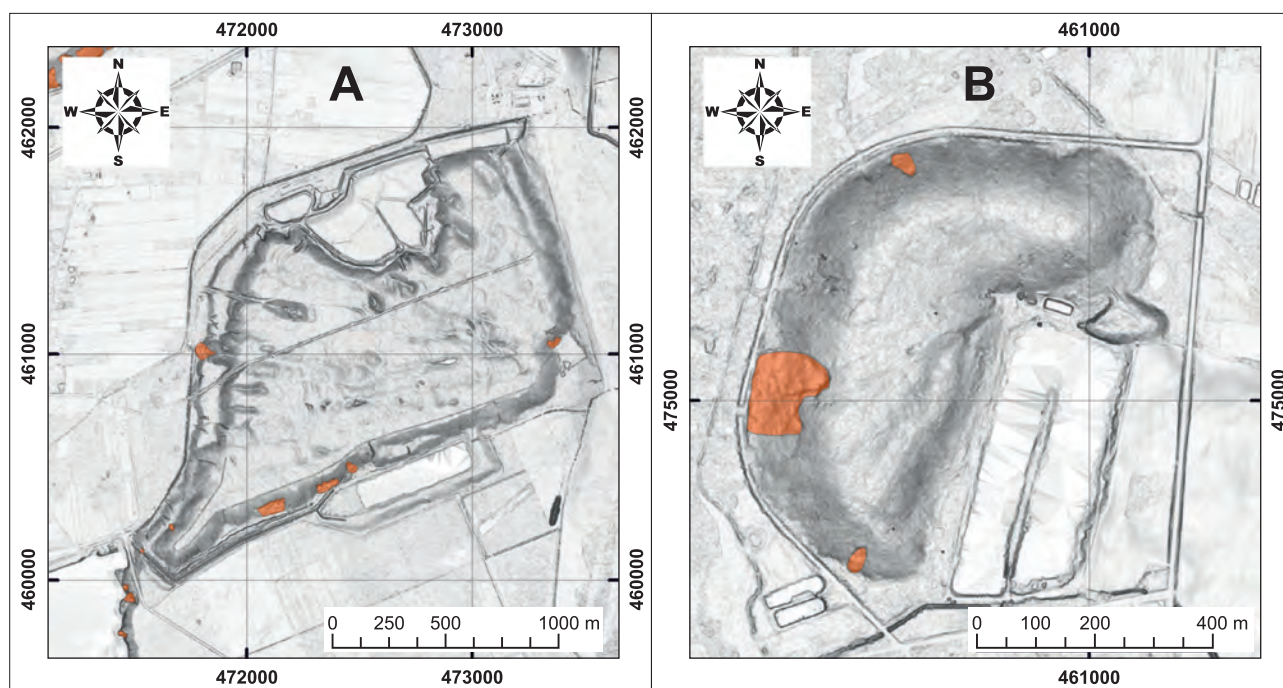
W ramach działalności kopalni odkrywkowych na badanym obszarze powstało 35 sztucznych zbiorników wodnych. Część z nich stanowią niewielkie osadniki prze-

kształcone w zbiorniki rekreacyjne lub łowiska wędkarskie, inne natomiast utworzono bezpośrednio w celach rekreacyjnych i retencyjnych. Największe zbiorniki powstają zazwyczaj w końcowej fazie funkcjonowania odkrywki, kiedy – ze względu na brak gruntów do zwałowania – prowadzi się rekultywację w kierunku wodnym. W ten sposób utworzono 21 dużych zbiorników wodnych, o powierzchni od ok. 30 do 965 ha.

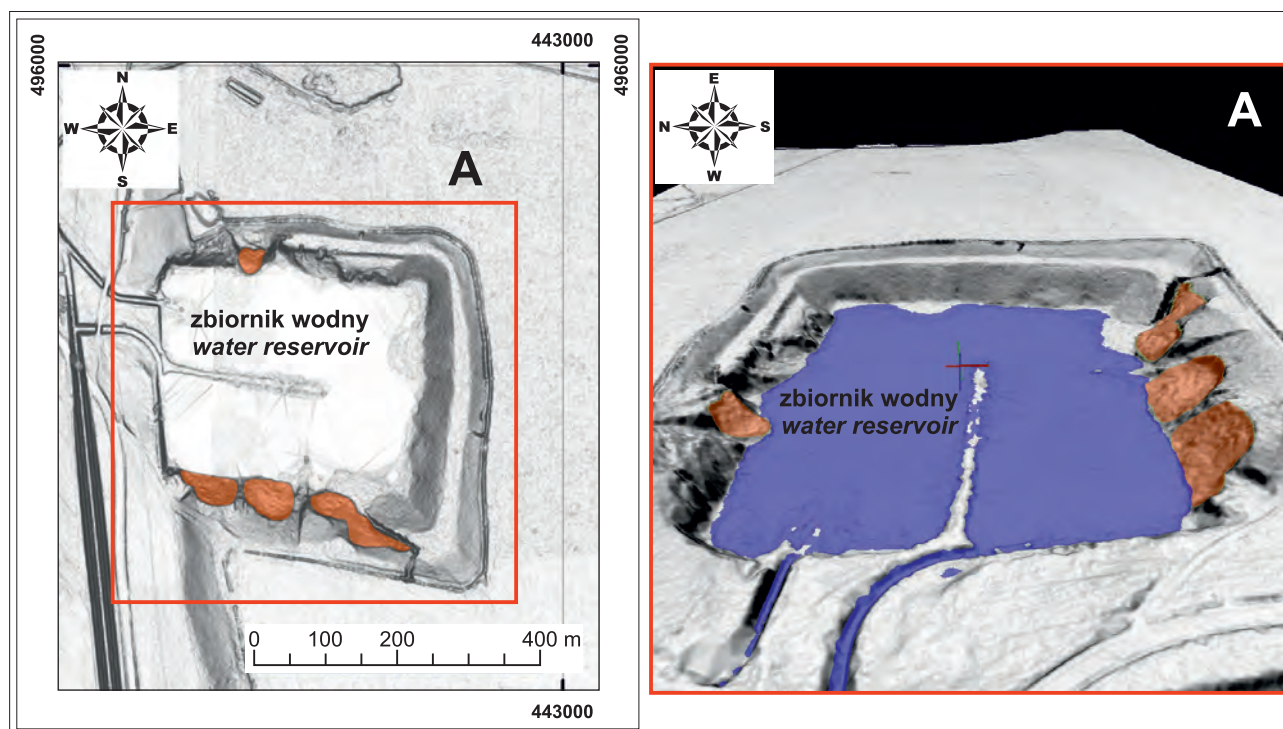
Podczas prac terenowych stwierdzono występowanie 26 osuwisk na zboczach kilku sztucznych zbiorników wodnych. Najwięcej osuwisk (18) rozwinęło się na zboczach sztucznego zbiornika utworzonego w wyrobisku odkrywki *Gosławice* (ryc. 12A), pełniącego funkcję magazynu popiołów elektrowni *Pątnów* i *Konin*. Łączna powierzchnia tych osuwisk wynosi 3,9 ha, przy czym powierzchnia pojedynczych form nie przekracza 1 ha. Do tej grupy zaliczono również osuwiska rozwinięte na skarpach wyrobiska, które nie mają bezpośredniego kontaktu z wodą (od strony południowej). Największe formy występują w zachodniej części zbiornika, w strefie najwyższych zboczy dawnego wyrobiska.

Nieliczne osuwiska (5) stwierdzono na północnych zboczach zbiornika *Pątnów* (ryc. 12B). Są to formy o łącznej powierzchni 2,4 ha (mierzonej powyżej zwierciadła wody). Ujemny bilans masy materiału ze strefy oderwania w stosunku do materiału zakumulowanego wskazuje, że część koluwiów rozpoznanych osuwisk znajduje się obecnie pod powierzchnią wody. Podobne formy (2 osuwiska) są obserwowane również na zboczach zbiorników w odkrywce *Kozmin*, gdzie po wieloetapowej aktywności osuwisk zachowały się jedynie fragmenty skarp głównych (Piechota i in., 2021; Karwacki, 2022).

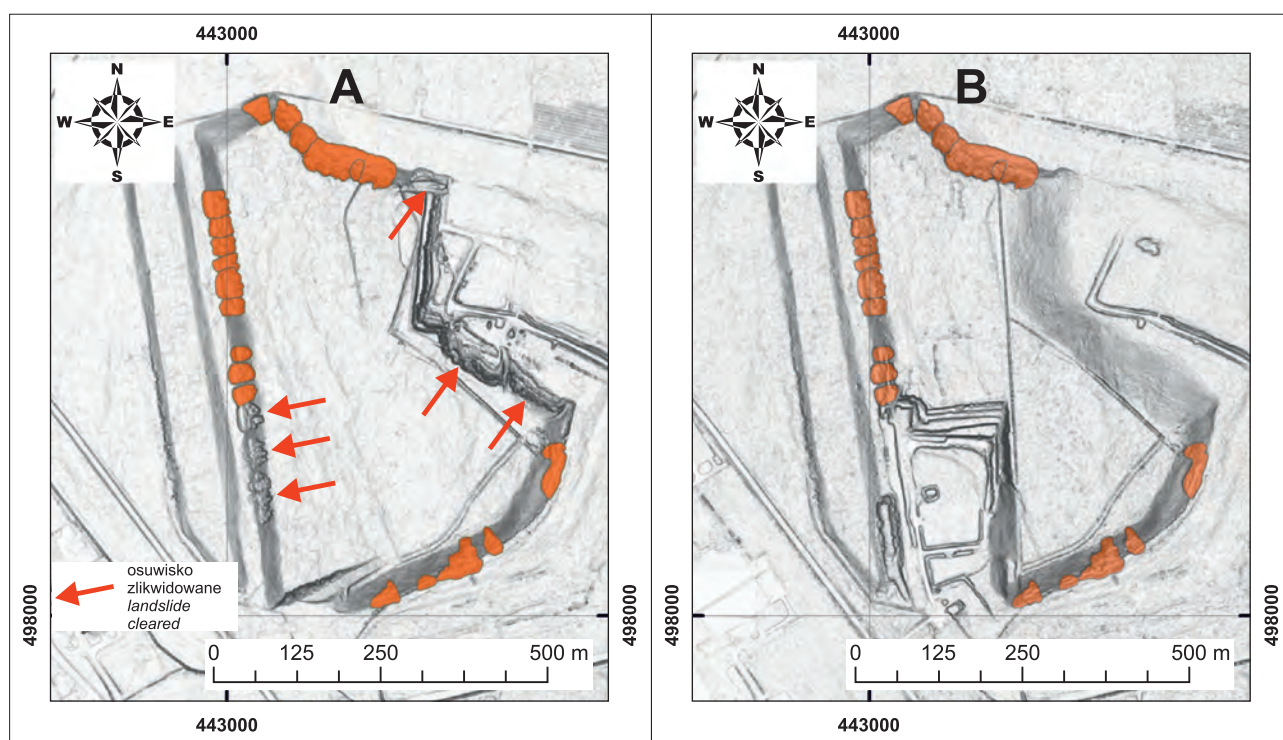
W trakcie prac na zboczach zbiornika *Lubstów* rozpoznano tylko 2 osuwiska (ryc. 13). Dolny zasięg jednego z nich, obecnie znajdujący się pod wodą, zarejestrowano na NMT (ryc. 13A). Podobnie jak kilka innych form zarejestrowanych na archiwalnym NMT (ryc. 13B). W sąsiedz-



Ryc. 9. Rozmieszczenie osuwisk na zwałowiskach: A – Gajówka; B – Piorunów
Fig. 9. Distribution of landslides on the dumping grounds of: A – Gajówka; B – Piorunów



Ryc. 10. Osuwiska na stokach zwałowiska wewnętrznego Kazimierz Południe w sąsiedztwie zbiornika wodnego
Fig. 10. Landslides on the slopes of the Kazimierz Południe internal dump in the vicinity of a water reservoir



Ryc. 11. Rozmieszczenie osuwisk na zwałowisku wewnętrznym Kazimierz Północ: **A** – w roku 2019; **B** – w roku 2025
Fig. 11. Distribution of landslides on the Kazimierz Północ internal dump: **A** – in 2019; **B** – in 2025

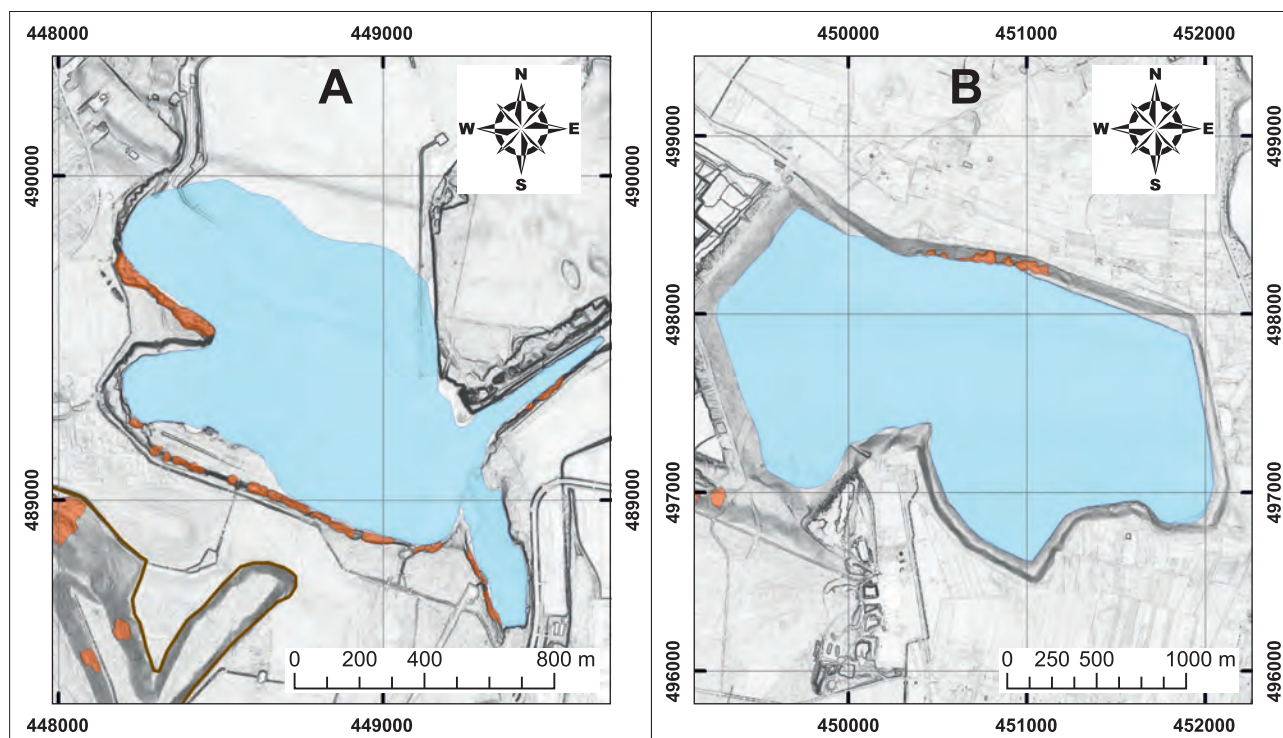
twie pozostałych sztucznych zbiorników nie stwierdzono występowania osuwisk.

Osuwiska na skarpach nieczynnego wyrobiska

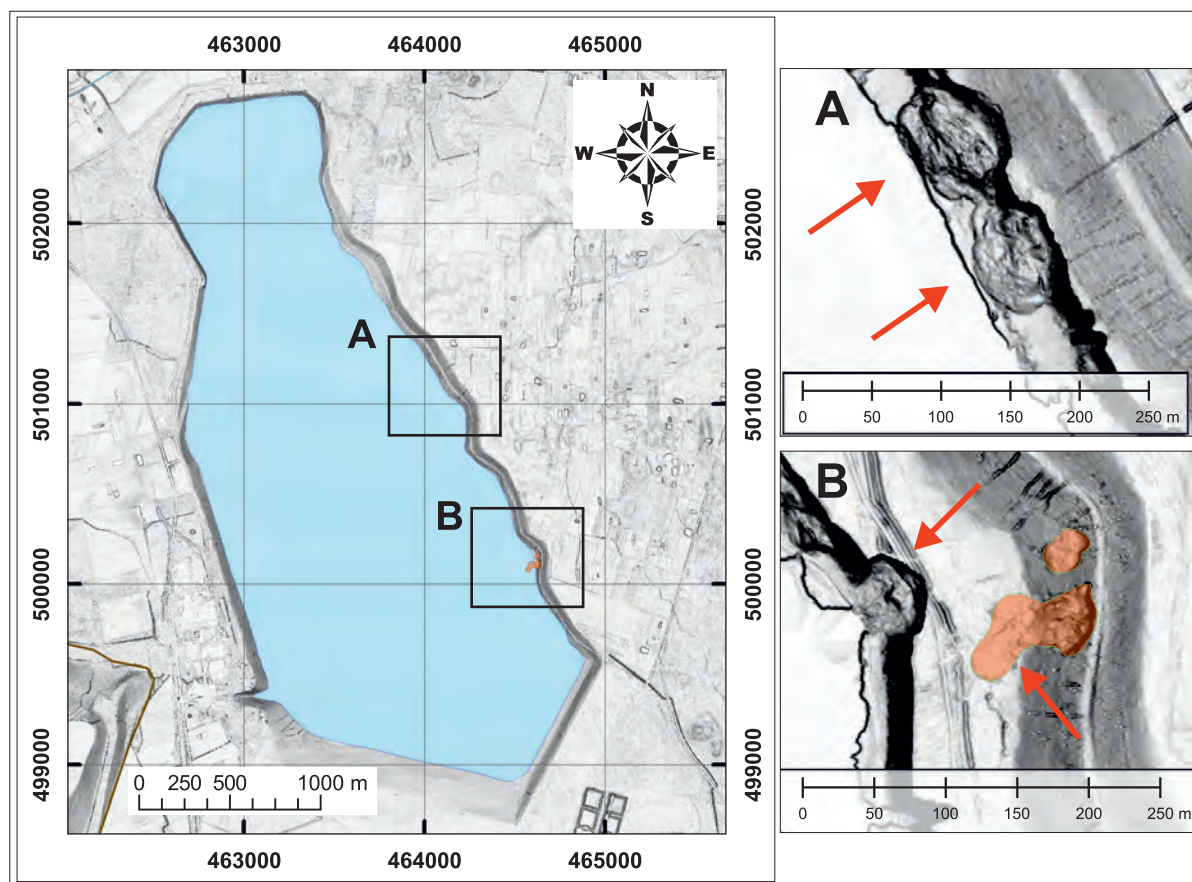
Jedynym wyrobiskiem, w którym od dłuższego czasu nie jest prowadzona eksploatacja, jest niezrekultywowana część odkrywki *Pątnów*. W jej obrębie stwierdzono wystę-

powanie 9 osuwisk, zlokalizowanych w częściach południowej i północnej, o łącznej powierzchni 3,8 ha. Na obrazie NMT są widoczne ponadto liczne (ok. 50), formy o mniejszych rozmiarach, które – ze względu na brak dostępu terenowego – nie zostały ujęte w niniejszej pracy.

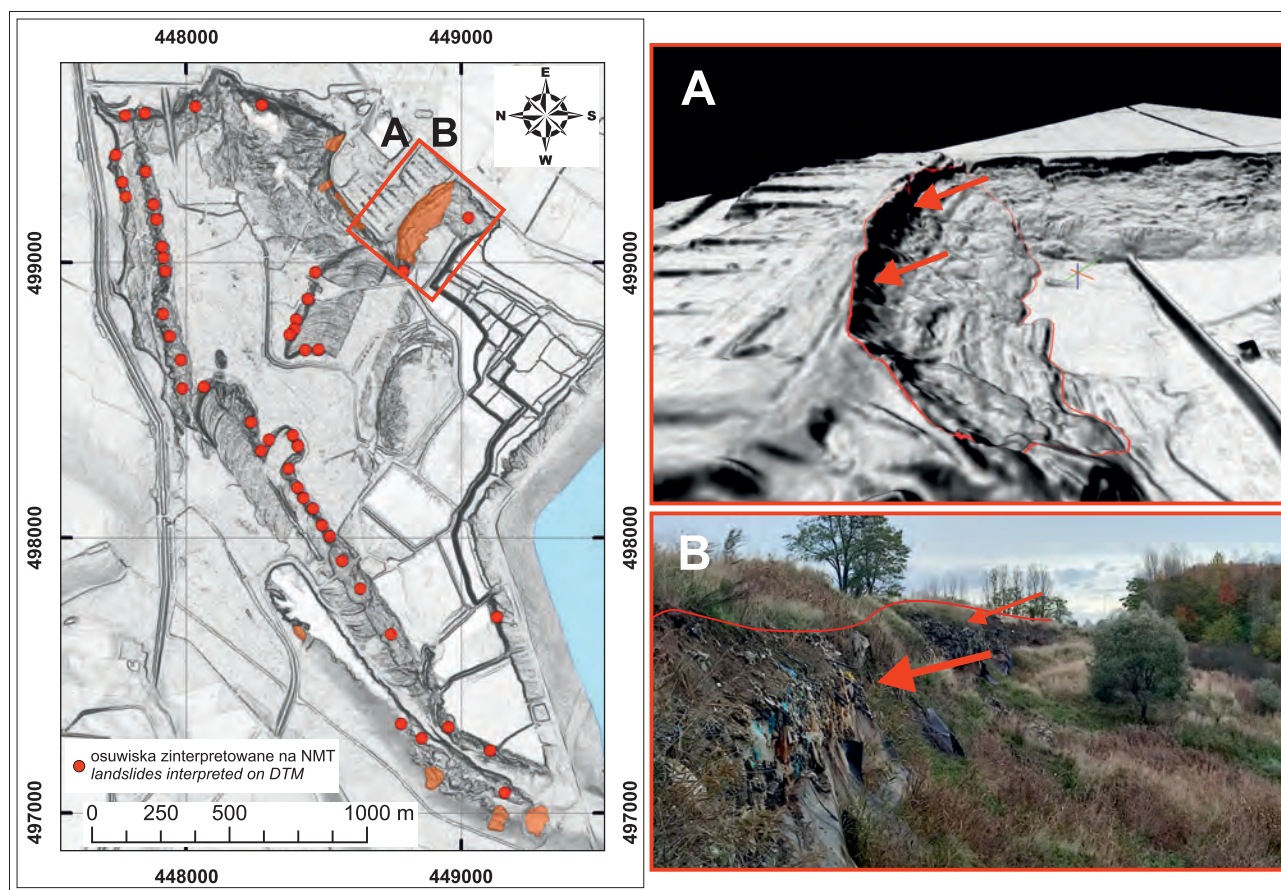
W części północno-wschodniej znajduje się największe, aktywne osuwisko, o powierzchni ok. 3 ha, obejmujące fragment składowiska odpadów w gminie Ślesin.



Ryc. 12. Rozmieszczenie osuwisk na zboczach sztucznych zbiorników wodnych: A – Gosławice; B – Pątnów
 Fig. 12. Distribution of landslides on the slopes of artificial water reservoirs of: A – Gosławice; B – Pątnów



Ryc. 13. Rozmieszczenie osuwisk na zboczach sztucznego zbiornika wodnego w Lubstów: A – osuwiska widoczne na zboczach przed całkowitym zalaniem zbiornika na tle NMT z 2014 r.; B – fragment zbocza przed całkowitym zalaniem zbiornika, z widocznymi osuwiskami na tle NMT z 2014 r.
 Fig. 13. Distribution of landslides on the slopes of the artificial water reservoir in Lubstów: A – landslides visible on the slopes before the reservoir was completely flooded against the background of the DTM from 2014; B – part of the slope before the reservoir was completely flooded with landslides visible against the background of the DTM from 2014



Ryc. 14. Rozmieszczenie osuwisk na obszarze nieczynnego wyrobiska odkrywki *Patnów*: **A** – aktywne osuwisko na tle NMT; **B** – skarpa główna i koluwia aktywnego osuwiska w kierunku NE

Fig. 14. Distribution of landslides within the abandoned *Patnów* open-pit mine: **A** – active landslide against the background of the DTM; **B** – main scarp and colluvium of the active landslide in the NE direction

Skarpa główna tej formy rozwinęła się bezpośrednio na terenie składowiska. W sąsiedztwie tego osuwiska, na północnych zboczach wyrobiska, występuje kolejna duża forma osuwiskowa, która obecnie jest poddawana rekultywacji.

AKTYWNOŚĆ OSUWISK

W trakcie prac terenowych większość osuwisk w rejonie Konina i Turku we wschodniej części Wielkopolski, ze względu na wyraźnie zachowaną rzeźbę osuwiskową, zakwalifikowano jako formy okresowo aktywne, tj. takie, które wykazywały aktywność w przedziale od 5 do 50 lat wstecz od momentu rejestracji (Wódka i in., 2025).

Analiza modeli różnicowych wykazała, że spośród 279 zinwentaryzowanych osuwisk w latach 2014–2024 uruchomiło się jedynie 6 form (ryc. 15). Jedno osuwisko jest zlokalizowane na krawędzi niezrekultywowanego wyrobiska odkrywki *Patnów* (ryc. 15A), trzy na zboczach sztucznego zbiornika w *Patnowie* (ryc. 15B) i dwa w obrębie zwałowiska wewnętrznego *Kazimierz Północ* (ryc. 15C, D). Na największym osuwisku, rozwiniętym na północno-wschodnich stokach zwałowiska zewnętrznego w *Pęcherzewie* (ryc. 15E), monitorowanym metodą GNSS, nie zarejestrowano przemieszczeń, co jest zgodne z wynikami analizy modelu różnicowego.

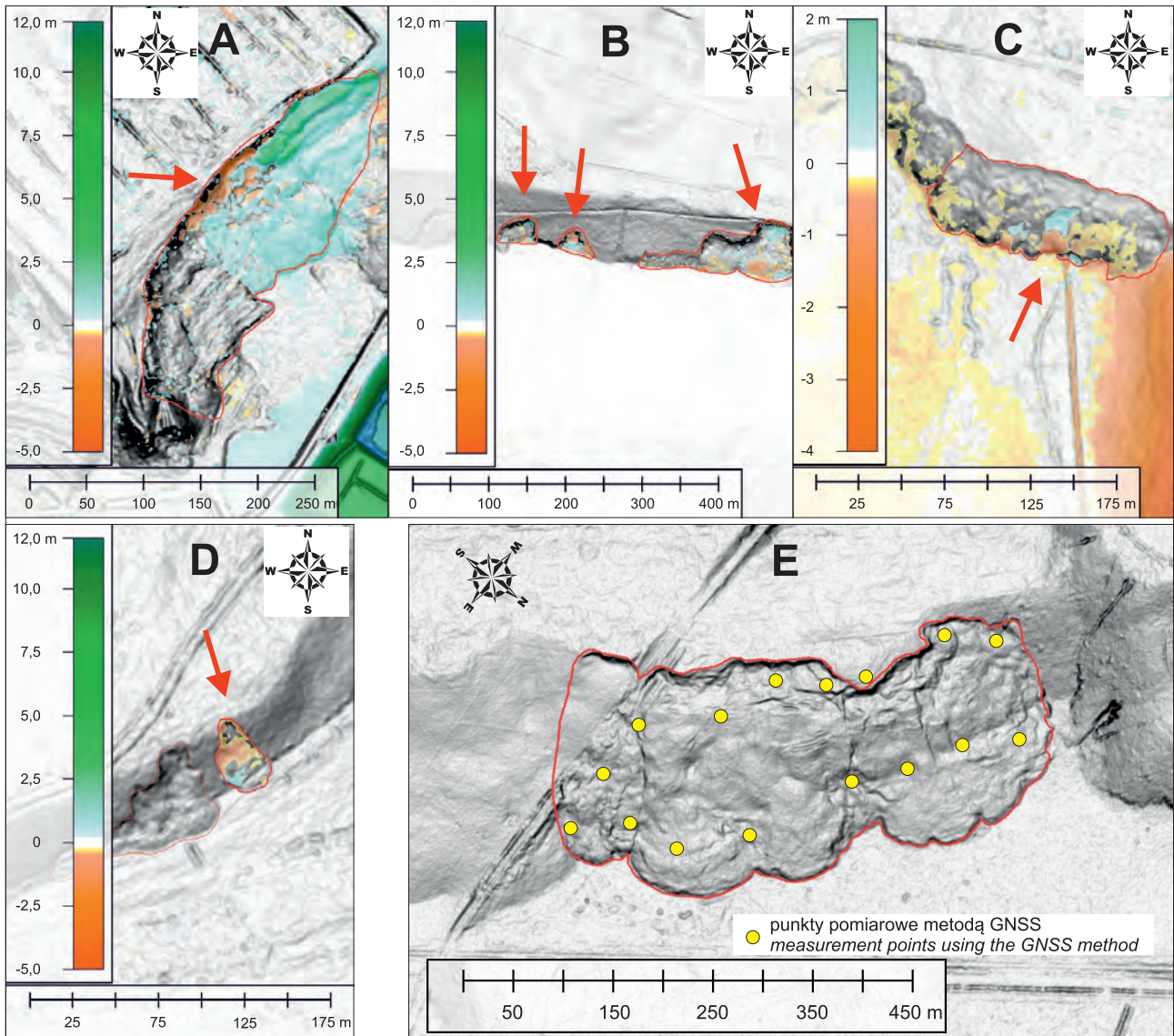
UWARUNKOWANIA GEOMORFOLOGICZNE, GEOLOGICZNE I PRZESTRZENNE ROZWOJU OSUWISK

Rozwój osuwisk w rejonie odkrywek węgla brunatnego we wschodniej Wielkopolsce jest związany z morfologią form antropogenicznych oraz litologią i warunkami hydrogeologicznymi. Intensywność procesów osuwiskowych jest zróżnicowana w zależności od typu formy: zwałowisk zewnętrznych, zwałowisk wewnętrznych, skarp nieczynnych wyrobisk oraz zboczy sztucznych zbiorników wodnych (ryc. 16).

Najwyższą koncentracją osuwisk w regionie charakteryzują się zwałowiska zewnętrzne, na których rozwinęło się ponad 70% wszystkich rozpoznanych form osuwiskowych, zajmujących 92% ich łącznej powierzchni. Zwałowiska wewnętrzne i zbocza zbiorników wodnych wykazują znacznie mniejszą intensywność deformacji, co wynika głównie z odmiennej morfologii tych form. Osuwiska powstałe na skarpach wyrobisk są nieporównywalne ze względu na ograniczoną dostępność terenową.

Zwałowiska zewnętrzne

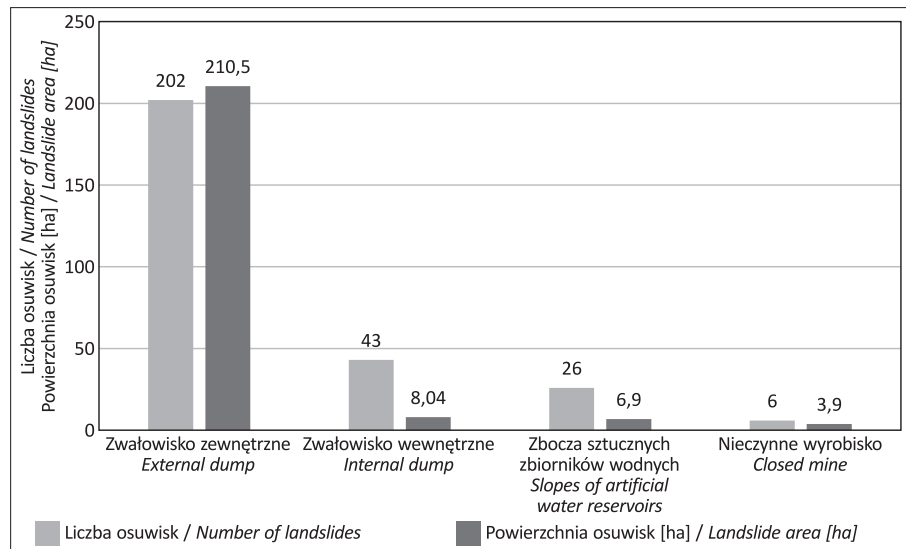
Stoki zwałowisk zewnętrznych są najwyższymi i najbardziej stromymi formami antropogenicznymi na badanym obszarze, co sprzyja rozwojowi ruchów masowych.

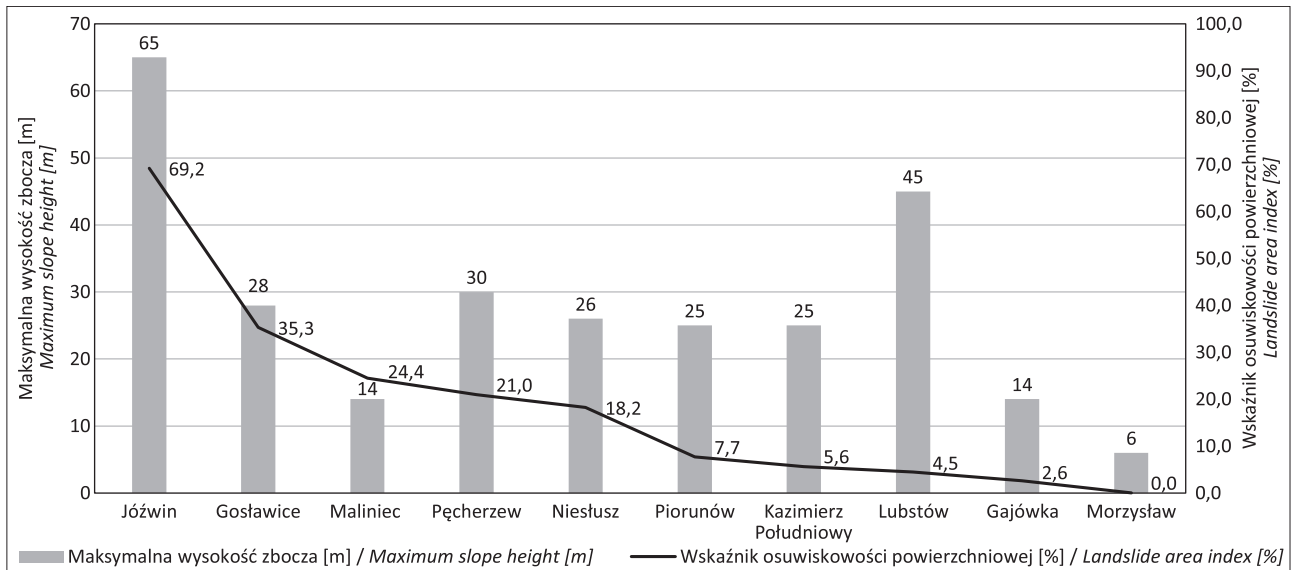


Ryc. 15. Zmiany pionowe wywołane aktywnością osuwisk: **A** – krawędź odkrywki Pątnów; **B** – północne zbocza sztucznego jeziora w Pątnowie; **C** – północne zbocze zwałowiska wewnętrznego Kazimierz Północ; **D** – południowe zbocza zwałowiska wewnętrznego Kazimierz Północ; **E** – rozmieszczenie punktów do pomiarów metodą GNSS na osuwisku w Pęcherzewie
Fig. 15. Vertical changes caused by landslide activity, located on: **A** – edge of the Pątnów outcrop; **B** – northern slopes of the artificial lake in Pątnów; **C** – northern slope of the Kazimierz Północ inner dump; **D** – southern slopes of the Kazimierz Północ internal dump; **E** – arrangement of points for GNSS measurements on the landslide in Pęcherzew



Ryc. 16. Relacja liczby osuwisk do typów form antropogenicznych
Fig. 16. Relationship between the number of landslides and types of anthropogenic landforms





Ryc. 17. Zależność wskaźnika osuwiskowości powierzchniowej W_{os} [%] zwałowisk zewnętrznych od maksymalnej wysokości stoków
Fig. 17. Correlation between the landslide area index W_{os} [%] of external dumps and the maximum slope (hillside) height

Do analizy powierzchniowej wykorzystano wskaźnik osuwiskowości W_{os} [%] Bobera (1984), określający udział powierzchni osuwisk w odniesieniu do powierzchni stoków, na których występują osuwiska. Analiza zależności wskaźnika W_{os} od maksymalnej wysokości stoku wskazuje, że wraz ze wzrostem wysokości stoków rośnie intensywność rozwoju osuwisk, jednak relacja ta nie jest prostopadła (ryc. 17). Najwyższymi wartościami wskaźnika charakteryzują się zwałowiska Józwin (69,2%) i Gosławice (35,3%), których zbocza osiągają odpowiednio 65 m i 28 m wysokości. Podobny trend jest zachowany na zwałowiskach Pęczerszew i Niesłusz. Wysoki wskaźnik osuwiskowości (24,4%) występuje na zwałowisku Maliniec, mimo że stoki osiągają tylko 14 m wysokości. Mniejsze wartości wskaźnika osuwiskowości odpowiadają zwałowiskom Piorunów (7,7%) i Kazimierz Południe (5,6%), których stoki mają wysokość 25 m. Największą anomalią w tym trendzie cechuje się zwałowisko Lubstów – wskaźnik osuwiskowości obszaru tego zwałowiska wynosi jedynie 4,5%, a jego stoki są wysokie, osiągają 45 m. Oznacza to, że sama wysokość zboczy nie determinuje powstawania osuwisk.

Istotnym elementem różnicującym intensywność procesów osuwiskowych na zwałowiskach zewnętrznych jest litologia materiału zwałowego, wynikająca z geologii nadkładu poszczególnych odkrywek. Zróżnicowany udział utworów czwartorzędowych oraz neogeńskich ilów poznańskich przekłada się wprost na podatność zboczy na osuwanie.

Zwałowisko Lubstów zostało usypane z nadkładu odkrywki *Lubstów*, w którym dominowały osady czwartorzędowe o średniej miąższości ok. 40 m, reprezentowane przez piaski, żwiry oraz gliny lodowcowe zlodowaceń południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich. W mniejszym stopniu występowały w niej utwory formacji naramowickiej i pawłowickiej (muły) oraz formacji poznańskiej (iły i pokłady węgla brunatnego), o łącznej miąższości do ok. 13 m i ograniczonym zasięgu przestrzennym. Przewaga gruntów niespoistych i glin o relatywnie korzystnych parametrach geotechnicznych sprzyjała utrzymaniu stateczności zboczy, co znajduje odzwierciedlenie w niskiej wartości wskaźnika W_{os} .

Zwałowiska w Gajówce i Pęczerszewie, uformowane z nadkładu złoża *Adamów*, również cechują się dominacją osadów czwartorzędowych, wśród których przeważają piaski, żwiry oraz muły zastoiskowe. Udział ogniwa wielkopolskiego z łąkami był tu niewielki i nie tworzył ciągłych warstw. Taki skład litologiczny powinien ograniczać rozwój osuwisk na tych formach. Mimo to wskaźnik osuwiskowości zwałowiska w Pęczerszewie jest wysoki ($W_{os} = 21,0\%$), a zwałowiska Gajówka niski ($W_{os} = 2,6\%$).

Podobna sytuacja występuje na zwałowiskach Kazimierz Południowy i Józwin, zawierających nadkład złóż *Pątnów III* i *Pątnów I*. W ich podłożu i materiale zwałowym występuje ogniwo wielkopolskie z łąkami poznańskimi o miąższości od 10 do 30 m. Utworami czwartorzędowymi są tu szare gliny lodowcowe starszych zlodowaceń (głównie odry) oraz piaski, żwiry i brązowe gliny zlodowacenia wiśły o łącznej miąższości 25–40 m. Duży udział ilów poznańskich potwierdza wysoką wartość wskaźnika osuwiskowości na zwałowisku w Józwinie (69,2%), jednak nie koreluje się z niską wartością wskaźnika W_{os} obszaru zwałowiska Kazimierz Południe (5,6%).

Zwałowisko Gosławice zostało uformowane z nadkładu złoża *Gosławice*, w którym występowały iły poznańskie o miąższości do ok. 5 m oraz czwartorzędowe gliny lodowcowe zlodowaceń środkowopolskich o miąższości nawet do 15 m, przykryte kilkumetrową warstwą piasków. Choć miąższość ilów jest tu mniejsza niż w rejonie odkrywki *Pątnów*, ich obecność w połączeniu z zawodnieniem i geometrią zboczy sprzyjała inicjacji ruchów masowych ($W_{os} = 35,3\%$). Zgodnie z obserwacjami Furmańskiego i Meissnera (1963) uruchomienie ruchów masowych na zwałowiskach Gosławice i Józwin było związane z niejednorodnym materiałem zwałowym oraz warunkami wodnymi.

W początkowej fazie formowania zwałowiska Józwin, mimo usypania zboczy do wysokości ok. 30 m, forma pozostawała stabilna, gdyż nadkład pochodził głównie z serii czwartorzędowej (wymieszane gliny i piaski). Deformacje pojawiły się dopiero w strefach występowania torfów w podłożu, które zostały wyciśnięte spod zwałowiska, powodując utratę stateczności zboczy. Wraz ze wzro-

stem udziału utworów ilastych w materiale zwałowanym nastąpiła intensyfikacja procesów osuwiskowych. Dodatkowym czynnikiem destabilizującym było zawodnienie spowodowane zaburzeniem drenażu poeksploatacyjnego oraz technologią zwałowania nadsiępynego. Niecki powstające powyżej górnej krawędzi stoków sprzyjały infiltracji wód i obniżeniu wytrzymałości materiału, co inicjowało rozwój osuwisk.

Brakuje pełnych danych dotyczących litologii osadów w nadkładzie złóż *Niesłusz* i *Maliniec*, z których są zbudowane zwałowiska o tych samych nazwach, jednak na podstawie dostępnych map geologicznych można przyjąć, że nie odbiega ona znacząco od litologii osadów w odkrywce *Gostawice*. Udział glin lodowcowych i wkładek iłów poznańskich uzasadnia wysoką wartość wskaźnika osuwiskowości zwałowiska *Niesłusz* ($W_{os} = 26\%$). Jednak wartość wskaźnika osuwiskowości zwałowiska *Maliniec* jest mniejsza ($W_{os} = 14\%$), a zatem wskazana zależność nie jest tak dobrze widoczna. Zestawienie to wskazuje, że ważnym czynnikiem geologicznym, warunkującym rozwój osuwisk na zwałowiskach zewnętrznych, jest udział iłów poznańskich oraz ich przestrzenne rozmieszczenie w materiale zwałowym. Zwałowiska budowane głównie z osadów czwartorzędowych (piaski, żwiry, gliny) cechują się większą stabilnością, natomiast obecność miększych pakietów iłów sprzyja koncentracji odkształceń, powstawaniu powierzchni poślizgu oraz intensyfikacji procesów osuwiskowych, zwłaszcza w warunkach podwyższonego nawodnienia. Niski wskaźnik osuwiskowości zwałowiska *Kazimierz Południe* może wskazywać na mniejszą zawartość iłów w części odkrywki, z której pochodził materiał.

Kolejnym, istotnym czynnikiem, wpływającym na rozwój osuwisk, jest nachylenie stoków zwałowisk. Analiza wykazała, że największe i najbardziej rozległe formy osuwiskowe rozwijają się nie na najbardziej stromych stokach, lecz na stokach o umiarkowanych nachyleniach, zwykle $<12^\circ$. Dotyczy to przede wszystkim zwałowisk *Józwin I* i *Gostawice*, gdzie największe osuwiska występują na stokach o niewielkim spadku, sprzyjającym infiltracji wód i wzrostowi ciśnienia porowego w ośrodku gruntowym.

Podobna sytuacja jest obserwowana na zwałowisku *Pęcherzew*, gdzie największe osuwiska rozwinęły się na zboczach dolnego tarasu o wysokości ok. 30 m i nachyleniu $<10^\circ$. Natomiast w obrębie górnego tarasu, o wysokości ok. 18 m i nachyleniu $14\text{--}20^\circ$, występują jedynie mniejsze formy osuwiskowe, zlokalizowane głównie w dolnych partiach stoków.

Mała liczba osuwisk na zwałowisku *Gajówka*, zbudowanym z podobnego materiału jak zwałowisko *Pęche-*

rzew, również jest związana ze zboczami o nachyleniu $>14^\circ$ i niewielkiej wysokości (ok. 14 m). Z kolei zwałowisko *Lubstów* (nachylenie $12\text{--}14^\circ$) oraz *Kazimierz Południowy* ($14\text{--}18^\circ$) charakteryzują się niskim wskaźnikiem osuwiskowości mimo znacznej wysokości form. Wskazuje to, że na zwałowiskach zewnętrznych największe osuwiska rozwijają się na zboczach rozległych i łagodnych, gdzie łatwiej dochodzi do infiltracji. Na stokach bardziej stromych dominują natomiast deformacje mniejsze i płytsze, ograniczone głównie do dolnych partii zboczy.

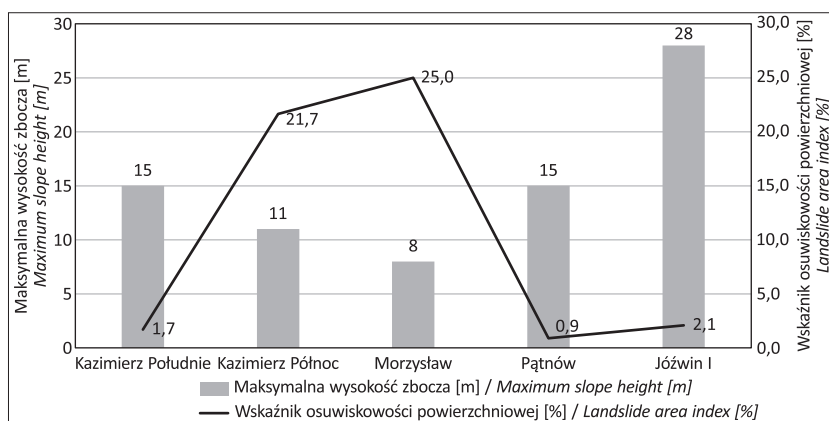
Zwałowiska wewnętrzne

Zwałowiska wewnętrzne są formami rozległymi, lecz o niewielkich wysokościach względnych. Osuwiska na zboczach tych zwałowisk mają charakter punktowy i lokalny, a nie są tak rozległe, jak na zwałowiskach zewnętrznych. Analiza zależności wskaźnika osuwiskowości W_{os} od maksymalnej wysokości zbocza nie wykazuje jednoznacznej korelacji (ryc. 18).

Najwyższe wartości wskaźnika wykazują niskie zwałowiska, takie jak *Morzysław* (25,0%) czy *Kazimierz Północ* (21,7%), natomiast intensywność deformacji wyższych form, np. zwałowiska *Józwin I* (28 m), jest niewielka (2,1%). Wskazuje to, że w przypadku zwałowisk wewnętrznych czynniki geometryczne mają znaczenie wtórne, a o rozwoju osuwisk decydują warunki lokalne: zawodnienie i sąsiedztwo zbiorników wodnych.

Zbocza sztucznych zbiorników wodnych

Sztuczne zbiorniki wodne powstałe w wyrobiskach odkrywkowych stanowią środowisko o odmiennej specyfice rozwoju procesów stokowych. Przed rozpoczęciem napełniania głębokich wyrobisk skarpy są zwykle poddawane pracom ziemnym w celu zmniejszenia kąta nachylenia zboczy. Jednak prace te nie zawsze obejmują pełną wysokość skarpy wyrobiska. Niekiedy zbiorniki powstają na zwałowisku wewnętrznym, którego zbocza są zbudowane ze słabo zagęszczonych gruntów zwałowych, charakteryzujących się obniżoną odpornością na ścinanie w stosunku do gruntów rodzimych (Rybicki, 1986; Rybicki, Woźniak, 1994). W trakcie podnoszenia się zwierciadła wody w zbiornikach często dochodzi do inicjacji procesów osuwiskowych, które były obserwowane w zbiornikach *Głowy* i *Koźmin Końcowy* na terenie odkrywki *Adamów* (Piechota i in., 2021; Karwacki, 2022). Rozwój osuwisk na zboczach takich zbiorników zazwyczaj zależy od wielu czynników. Wśród nich można wymienić obecność niez-



Ryc. 18. Zależność wskaźnika osuwiskowości powierzchniowej W_{os} [%] zwałowisk wewnętrznych od maksymalnej wysokości stoków

Fig. 18. Correlation between the landslide area index W_{os} [%] of internal dumps and the maximum slope (hillside) height

gęszczonych, niejednorodnych gruntów zwałowych, obecność utworów ilastych, procesy sufozji zachodzące w trakcie podnoszenia się poziomu wody czy wzrost ciśnienia porowego wywołały osiadaniem gruntów zwałowanych nasyconych wodą (Flisiak i in., 2014).

Ze względu na to, że obserwowane osuwiska powstały przed i w trakcie napełnienia zbiorników, ich rozmiary są większe niż można dziś zaobserwować, gdyż znaczna część koluwiów znajduje się poniżej zwierciadła wody. Spośród kilkudziesięciu zbiorników występujących w regionie osuwiska rozwinęły się tylko na zboczach kilku (Pątnów, Gosławice, Lubstów, Koźmin i Głowy), o czym decydują lokalne uwarunkowania: wysokość i nachylenie zboczy, litologia (m.in. występowanie iłów poznańskich) i warunki hydrogeologiczne.

NIECZYNNY WYROBISKA

W skarpach nieczynnych wyrobisk rozpoznano jedynie kilka form osuwiskowych, jednak analiza numerycznego modelu terenu wykazała dodatkowo 50 osuwisk o niewielkich rozmiarach, które ze względu na brak dostępu nie zostały objęte weryfikacją terenową. Formy te są rozwinięte niemal na całych zboczach tarasów utworzonych w łożach, co jest prawdopodobnie główną przyczyną powstania osuwisk.

PODSUMOWANIE

Odkrywkowa działalność górnicza w rejonie wschodniej Wielkopolski, poprzez silną ingerencję w rzeźbę terenu oraz zmiany stosunków wodnych, w istotny sposób zwiększyła podatność obszaru na rozwój osuwisk. Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, że ok. 96% wszystkich rozpoznanych osuwisk rozwinęło się w obrębie form antropogenicznych, takich jak zwałowiska zewnętrzne i wewnętrzne, zbocza sztucznych zbiorników wodnych oraz krawędzie nieczynnych wyrobisk, a tylko 4% na naturalnych stokach, głównie w dolinie Warty. Wtórne przekształcenia form antropogenicznych często utrudniają jednoznaczny identyfikację osuwisk, co podkreśla specyfikę badań terenów silnie przekształconych przez działalność człowieka.

Największe zagrożenie osuwiskowe stwierdzono na zwałowiskach zewnętrznych, natomiast najmniejsze na zboczach sztucznych zbiorników wodnych znajdujących się powyżej lustra wody. Analiza wykazała, że wzrost wysokości stoków sprzyja zwiększeniu intensywności procesów osuwiskowych, lecz nie jest czynnikiem decydującym. Intensywność procesów osuwiskowych w dużym stopniu zależy od litologii osadów na skarpach, w tym od udziału iłów poznańskich (zwiększających ryzyko wystąpienia osuwiska), a także od nachylenia stoków, warunków hydrogeologicznych oraz technologii zwałowania.

Analiza deformacji terenu na podstawie numerycznych modeli różnicowych wykazała współczesną aktywność jedynie 6 osuwisk, przy czym żadne z nich nie występuje na zwałowiskach zewnętrznych. Reaktywację procesów stwierdzono na zwałowisku wewnętrznym Kazimierz Północ, na północnych zboczach zbiornika Pątnów oraz na krawędzi niezrekultywowanego wyrobiska odkrywki *Pątnów*. Świadczy to o tym, że po zakończeniu zasadniczych prac zwałowych większość form pozostaje w stadium stabilizacji, a ich ponowne uruchomienie ma zasięg lokal-

ny i jest silnie związane ze zmianami warunków wodnych oraz ingerencją antropogeniczną.

Końcowa faza działalności górniczej w regionie, prowadząca do utworzenia kolejnych zbiorników wodnych w odkrywkach *Tomisławice*, *Józwin IIB* i *Adamów*, może w przyszłości sprzyjać rozwojowi procesów osuwiskowych. Liczne osuwiska widoczne na obrazach NMT na skarpach nieczynnych wyrobisk (obecnie poddawanych rekultywacji) wskazują na potencjalne zagrożenie osuwiskowe w przyszłości, które będzie podobne do obserwowanego na stokach sztucznych zbiorników odkrywek *Koźmin*, *Pątnów* i *Lubstów*. Jednocześnie prace rekultywacyjne mogą skutecznie ograniczać to zagrożenie, czego przykładem jest nieczynna odkrywka *Pątnów* oraz zwałowisko wewnętrzne Kazimierz Północ, gdzie w trakcie robót ziemnych zlikwidowano część wcześniej zarejestrowanych osuwisk.

Autorzy serdecznie dziękują Recenzentowi za cenne uwagi, które przyczyniły się do poprawienia artykułu.

LITERATURA

- BEDNARCZYK Z. 2017 – Slope Stability Analysis for the Design of a New Lignite Open-Pit Mine. *Procedia Engineering*, 191, 51–58.
- BOBER L. 1984 – Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 340:115–158.
- DULIAS R. 2016 – The Impact of Mining on the Landscape. Springer, Cham., Szwajcaria.
- FLISIAK J., FRANKOWSKI Z., HAŁADUS A., MAJER E., KOWALSKI M., PIETRZYKOWSKI P., RYBICKI S. 2014 – Rozwój i określenie przyczyn osuwiska na skarpie zbiornika wodnego po odkrywkowej kopalni siarki „Piaseczno”. *Przegląd Geologiczny*, 62: 190–197.
- FURMAŃSKI J., MEISSNER K. 1963 – Badania zwałów odkrywek węgla brunatnego w rejonie Konina. *Przegląd Geologiczny*, 3: 150–156.
- GILEWSKA M. 2008 – Morfogenetyczna działalność górnictwa odkrywkowego w rejonie Konina i Turka. *Roczniki Gleboznawcze*, 59 (2): 48–55.
- GÓRKA K., PIOTROWSKI A. 2022 – Charakterystyka osuwisk powstałych na hałdach po górnictwie rud żelaza w rejonie częstochowskim. *Przegląd Geologiczny*, 70 (9): 682–694.
- JURYŚ L., UŚCINOWICZ G., WIRKUS K. 2025 – Środowiskowa rola wyrobisk powstałych w wyniku eksploatacji kopalni pospolitych. *Górnictwo Odkrywkowe*, 1: 61–68.
- KACZAREWSKI T., MILKOWSKI D., WIRSKI T. 2003 – Zabezpieczenie Kopalni Węgla Brunatnego „Turów” przed zagrożeniami naturalnymi. IGSMIE PAŃ, Kraków: 307–319.
- KARWACKI K. 2016 – Ruchy masowe związane z górnictwem odkrywkowym na przykładzie zwałowiska zewnętrznego KWB Adamów (powiat turecki, wielkopolska), materiały konferencyjne II Ogólnopolskiej Konferencji Geomorfologia Stosowana – modelowanie i prognozowanie zmian środowiskowych, Poznań 1–3 czerwca 2016: 50.
- KARWACKI K., KUROWSKI P. 2025 – Mapa terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów, na których te ruchy występują w skali 1:10 000, gminy Wilczyn, Skulsk, Wierzbinek, Golina, Kramsk, Krzymów, Rzgów, Stare Miasto, Grodziec, Rychwał. PUG KIELKART w Kielcach.
- KARWACKI K. 2022 – Monitoring fotogrametryczny z wykorzystaniem bezzałogowego statku powietrznego na przykładzie osuwiska zlokalizowanego na zboczach poeksploatacyjnego zbiornika wodnego w KWB Adamów. *Przegląd Geologiczny*, 70 (9): 709–716.
- KASIŃSKI J.R. 1984 – Tektonika synsedymentacyjna jako czynnik warunkujący sedimentację formacji brunatnowęglowej w zapadliskach tektonicznych na obszarze zachodniej Polski. *Przegląd Geologiczny*, 32 (5): 260–268.
- KASIŃSKI J.R., PIWOŃKI M. 2002 – Low-rank coals in Poland: prospecting, mining, progress. [W:] Jureczka J., Podemski M. (red.), Proceedings of the IV European Coal Conference. Polish Geological Institute Special Papers, 7: 18–30.
- KASZTELEWICZ Z., FRYDRYCHOWICZ D., GALANTKIEWICZ E., WIDERA M. 2025 – The past, present and future of Konin Lignite Mine in central Poland. *Geologos*, 31 (1): 45–59.
- KOS J., MAŁOSZEWSKI M., JĘDRZEJOWSKA-BURDA M., KMIECIAK M. 2018 – Rejestr terenów, na których wystąpiły ruchy masowe ziemi oraz terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w wybranych gminach powiatu konińskiego. Starostwo Powiatowe w Koninie.

- KROKOSZYŃSKI P., RYBICKI S. 2010 – Deformacje podłoża i przedpola składowiska odpadów górniczych „Pochwacie” – przyczyny, przebieg i skutki. *Przegląd Górniczy*, 66 (5): 30–37.
- MILKOWSKI D., NOWAK J. 2009 – Zabezpieczenie i monitoring zagrożenia osuwiskowego na filarze rzeki Nisy Łużyckiej oraz osuwiska „Świniec” na zwałowisku zewnętrznym przy granicy z Czechami. *Mat. Symp. Zagrożenia naturalne w górnictwie*: 112–227.
- MIREK A., BIAŁY L. 2009 – Stan zagrożeń naturalnych w kopalniach węgla brunatnego ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń występujących w KWB „Bełchatów”. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 33 (2): 327–341.
- MULARZ S., RYBICKI S. 1977 – Subgrade and dump deformations caused by dumping of mine waste. *Engineering Geology*, 11: 189–200.
- 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*, Sosnowiec, 9: 32–43.
- PIECHOTA A., WASILEWSKI K., KARWACKI K. 2021 – Wykorzystanie nowoczesnych technologii na potrzeby oceny stateczności skarp zbiorników wodnych. *Mat. Konf. WPGI 2021*.
- PIWOCKI M. 1992 – Zasięg i korelacja głównych grup pokładów węgla brunatnego na platformowym obszarze Polski. *Przegląd Geologiczny*, 40 (5): 281–286.
- POPIELSKI W., KURKOWSKI S. 2018 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000 – miasto Konin. PUG KIELKART, Kielce.
- POPIELSKI W., KURKOWSKI S. 2019 – Mapa terenów zagrożonych ruchami masowymi gminy: Wilczyn, Skulsk, Wierzbinek, Golina, Kramsk, Krzymów, Rzgów, Stare Miasto, Grodziec, Rychwał. PUG KIELKART, Kielce.
- RYBICKI S. 1986 – Structure and physico-mechanical properties of dump soils. [W:] *Proceedings of the 5th International IAEG Congress*, Buenos Aires. Balkema, Rotterdam–Boston: 1019–1027.
- RYBICKI S., WOŹNIAK H. 1994 – Shear strength of dump soils with reference to water saturation. [W:] *Proceedings of the 7th International IAEG Congress*, Lisboa. Balkema, Rotterdam–Brookfield: 2847–2851.
- RYCIO E. 2020 – Trudności w określeniu osuwisk na terenach zurbanizowanych na przykładzie Twierdzy Przemysł. *Przegląd Geologiczny*, 68 (12): 902–914.
- RZEPISKO R. 1970 – Rozkład przemieszczeń pełzających skarp zwałowiska kopalni węgla brunatnego Turów. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej*, 2.
- SOŁON J., BORZYSZKOWSKI J., BIDLASIK M., RICHLING A., BADORA K., BALON J., BRZEZIŃSKA-WÓJCİK T., CHABUDZIŃSKI Ł., DOBROWOLSKI R., GRZEGORCZYK I., JODŁOWSKI M., KISTOWSKI M., KOT R., KRAŻ P., LECHNIO J., MACIAS A., MAJCHROWSKA A., MALINOWSKA E., MIGOŃ P., MYGA-PIĄTEK U., NITA J., PAPIŃSKA E., RODZIK J., STRZYŻ M., TERPIŁOWSKI S., ZIAJA W. 2018 – Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, 2 (91): 143–170.
- STRZAŁKOWSKI P., ŚCIGAŁA R. 2020 – Assessment of post-mining terrain suitability for economic use, 2019. *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 32707–32719.
- WIDERA M., WŁODARSKI W. 2010 – Makroskalowe deformacje głaukitektoniczne osadów neogeńskich w konińskich odkrywkach węgla brunatnego. *Zeszyty Naukowe. Inżynieria Środowiska*, 139 (19): 126–135.
- WIDERA M. 2016 – Genetic classification of Polish lignite deposits: A review. *International Journal of Coal Geology*, 158: 107–118.
- WIDERA M. 2021 – Geologia polskich złóż węgla brunatnego. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- WIDERA M., DZIEDUSZYŃSKA D., PETERA-ZGANIACZ J. 2022 – Geological and palaeogeographical peculiarities of the Adamów Graben area, central Poland. *Geologos*, 28 (1): 1–17.
- WIDERA Z. 2007 – Litostratygrafia i paleogeografia neogenu wschodniej Wielkopolski. *Wyd. Nauk. UAM, Poznań. Prace Naukowe UAM. Seria Geologia*, 19.
- WIECZOREK D. 2016 – Rejestr osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi dla gminy Turek. Powiat Turecki, Turek.
- WÓDKA M. 2019 – Działalność górnicza jako jeden z czynników wpływających na rozwój osuwisk. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 477: 123–130.
- WÓDKA M., WOJCIECHOWSKI T., LASKOWICZ I., RUBINKIEWICZ J., ZIMNAL Z., GÓRKA K., MARCINIEC 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, Państw. Inst. Geol.-PIB.

Praca wpłynęła do redakcji 9.02.2026 r.
Akceptowano do druku 27.02.2026 r.



Osuwisko w Rychwałdzie zagrażające drodze powiatowej, marzec 2023. Fot. K. Karwacki
Landslide in Rychwałd threatening the district road, March 2023. Photo by K. Karwacki