

Wzgórza Krzesławickie w Krakowie jako przykład aktywnych ruchów masowych ziemi na obszarze o rozpoznanych uwarunkowaniach geologiczno-górnicznych

Marek Czernek¹



The Krzesławickie Hills in Kraków as an example of active mass movements in the area of previously identified geological and mining conditions. Prz. Geol., 74: 282–296; doi: 10.7306/2026.22

Redaktor prowadząca: Maria Przyłucka

Abstract. Understanding geological and mining conditions has always played a crucial role in determining possible spatial development options for cities and villages. Knowing where mass movements occur, or where traces of current or past mining are evident, always poses a challenge when constructing buildings. This type of information not only helps to select appropriate structural solutions for the planned structures, but also mitigates the risk of damage through the implementation of rational spatial management policies. The scale of damage resulting from

geodynamic phenomena in urban areas can be effectively mitigated through mechanisms designed to prevent such events. Local authorities responsible for shaping the development of specific areas should always base their actions on a solid foundation of knowledge about the challenging geological and mining conditions identified in those areas. The proper implementation of these tasks requires the diligent work of the local government body responsible for recording such conditions, as well as subsequent activities involving periodic observations of identified geodynamic phenomena. This paper presents all such actions using the example of mechanisms developed and implemented in the Kraków area.

Keywords: landslides, mass movements, mining, local government, spatial development

Znajomość uwarunkowań geologiczno-górnicznych od lat stanowi ważną składową pod względem możliwości zagospodarowania przestrzennego miast i gmin (Bardel, 2017). Samo prowadzenie wyprzedzających ocen stanu podłoża gruntowego w głównej mierze służy przyjęciu konkretnych i racjonalnych rozwiązań konstrukcyjnych projektowanych obiektów. Po części procesy te są związane również z późniejszym zapewnieniem komfortu i bezpieczeństwa ich użytkownikom. Pozyskiwane w ten sposób dane geosrodowiskowe stanowią również miarodajne narzędzia względem doboru zakładanych rozstrzygnięć planistycznych, także w odniesieniu do planowanych lokalizacji (przebiegu) obiektów kluczowej infrastruktury techniczno-komunikacyjnej miast i wsi. Jednakże zdarza się, że tego rodzaju mechanizmy bywają marginalizowane, a rodzące się pod presją czasu wizje urbanistyczne czy też tworzone w pośpiechu polityki przestrzenne jednostek samorządu terytorialnego, nastawionych na dynamiczny rozwój budownictwa, nie zawsze dążą do uwzględniania pełnego zakresu rozpoznanych uwarunkowań środowiskowych. Podobnie dzieje się w Krakowie, gdzie podczas sporządzania polityk przestrzennych ścierają się różne poglądy na sposób zagospodarowania obszarów rozpoznanych ruchów masowych ziemi. Bywa, że tego rodzaju działania wprost wpisują się w już zdefiniowane zjawisko społeczne, jakim jest „amnezja osuwiskowa” (Poprawa, Rączkowski, 2003).

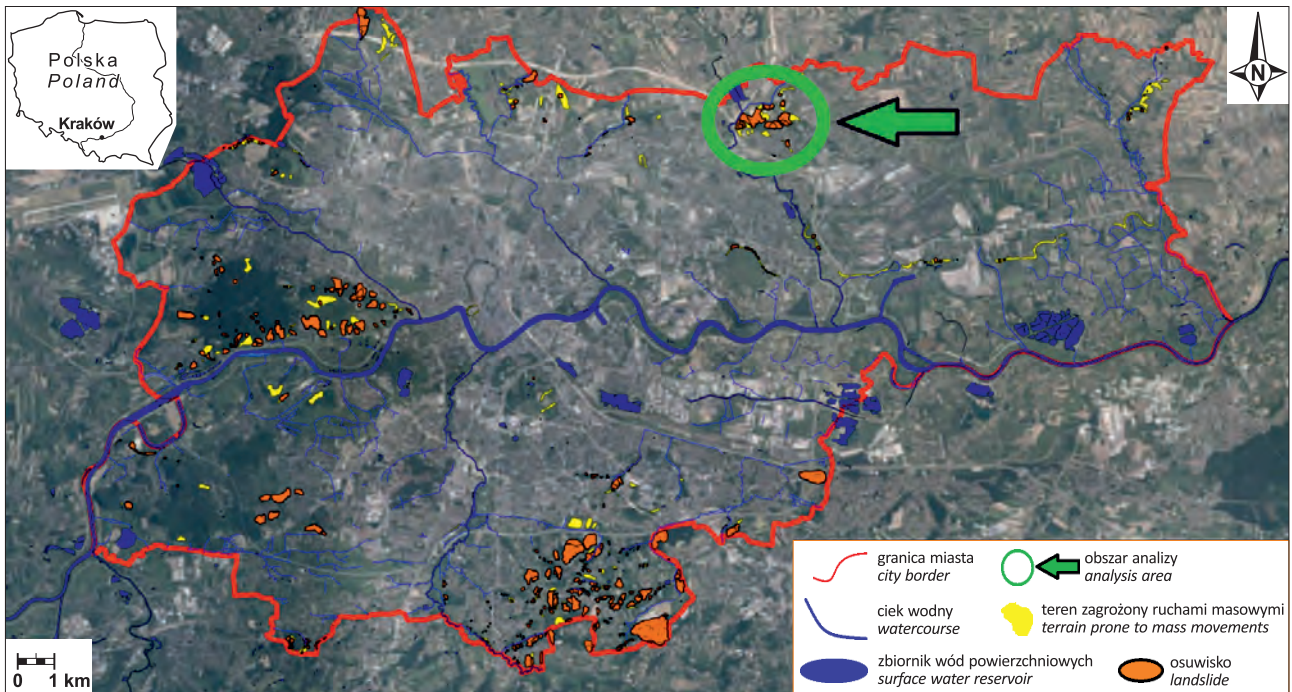
W tworzonych politykach przestrzennych istotny wpływ na przyszłe rozwiązania urbanistyczne od zawsze mają również uwarunkowania związane z górnictwem. Ten zakres czynników przestrzennych dotyczy nie tylko miejsc obecnie prowadzonego wydobywania kopalin czy też ob-

szarów prognostycznych i perspektywicznych, gdzie w przyszłości możliwa będzie eksploatacja złóż, ale do tego zbioru zależności należy zaliczyć przede wszystkim rejon po byłej (czasem historycznej, nie zawsze ewidencjonowanej) działalności wydobywczej (Bardel, 2017). Zbiorem obciążeń względem możliwych sposobów zagospodarowania przestrzennego terenu są: skomplikowana budowa geologiczna, świadectwa działalności górniczej, obecność ruchów masowych ziemi wraz z uszkodzoną przez te procesy miejską infrastrukturą techniczną i komunikacyjną. Obszar Wzgórz Krzesławickich jest częścią Krakowa, w której występują wszystkie wymienione uwarunkowania.

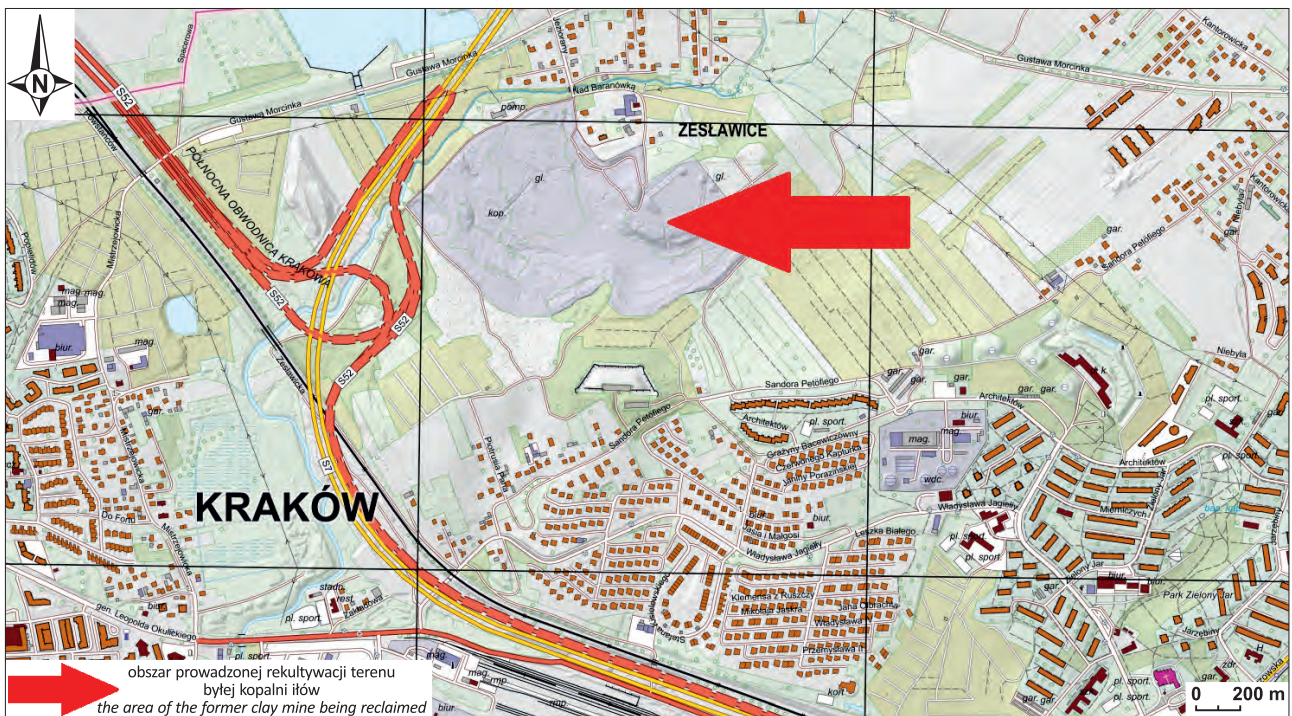
OBSZARY POGÓRNICZE

Rozwój ruchów masowych ziemi, udokumentowanych w rejonie Wzgórz Krzesławickich, które stanowią północną część Krakowa (ryc. 1), jest powiązany z dwoma głównymi czynnikami wywołującymi tego rodzaju procesy. Pierwszą składową są uwarunkowania geologiczne związane z występowaniem wychodni ilów mioceńskich, podatnych na rozwój form osuwiskowych oraz udokumentowane struktury tektoniki nieciągłej, dodatkowo wpływającej na intensyfikację procesów osuwiskowych (Gradziński, 1956; Wójcik, 2015; Wójcik, Lewandowski, 2020; 2021). Drugim kluczowym czynnikiem jest ekspansywna działalność człowieka, początkowo nastawiona na górnictwo odkrywkowe, następnie przeobrażona w intensywną zabudowę mieszkalną, wkraczającą na obszary dotychczas niezagospodarowane, a obecnie powiązana

¹ Urząd Miasta Krakowa, Wydział Środowiska, Klimatu i Powietrza, os. Zgody 2, 31-949 Kraków; marek.czernek@um.krakow.pl



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

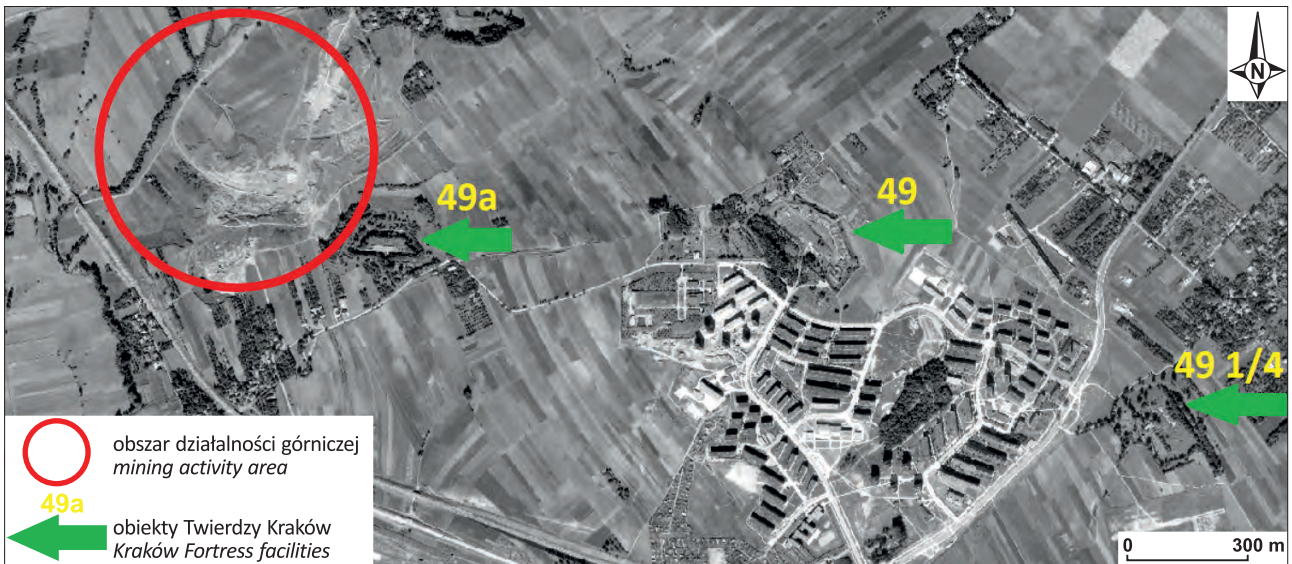


Ryc. 2. Zagospodarowanie rejonu Wzgórz Krzesławickich na tle mapy BDOT – rok 2025
Fig. 2. Development of the Krzesławickie Hills against the background of the BDOT map – as of 2025

także z budową kluczowej dla miasta infrastruktury drogowej (ryc. 2).

Działalność gospodarcza, rozwijająca się w rejonie Wzgórz Krzesławickich w drugiej połowie XX w., początkowo była związana wyłącznie z pozyskiwaniem surowców ilastych jako podstawowych materiałów do produkcji cegieł i budowy osiedli Nowej Huty, którą to rozpoczęto wznosić na początku lat 50. XX w. Pozyskiwano wówczas znaczne ilości kopaliny ilastych, konieczne nie

tylko do wytwórstwa materiałów ceramiki budowlanej zużywanych do wznoszenia budynków mieszkalnych, ale też do wykonania specjalistycznych obiektów wytwórstwa stali kombinatu metalurgicznego (Bzowski i in., 2007). Miejsca lokalizacji wychodni iłów miocénskich w rejonie Wzgórz Krzesławickich (Gradziński, 1956) dawały obiecujące przesłanki możliwości rozwoju działalności górniczej. W pierwszej dokumentacji zasobowej oszacowano ilość i określono jakość kopaliny (Bukowiński, 1954).



Ryc. 3. Obszar działalności górniczej – zdjęcie z 1970 r. (ISDP UMK)
 Fig. 3. Mining activity area – photo from 1970 (ISDP UMK)

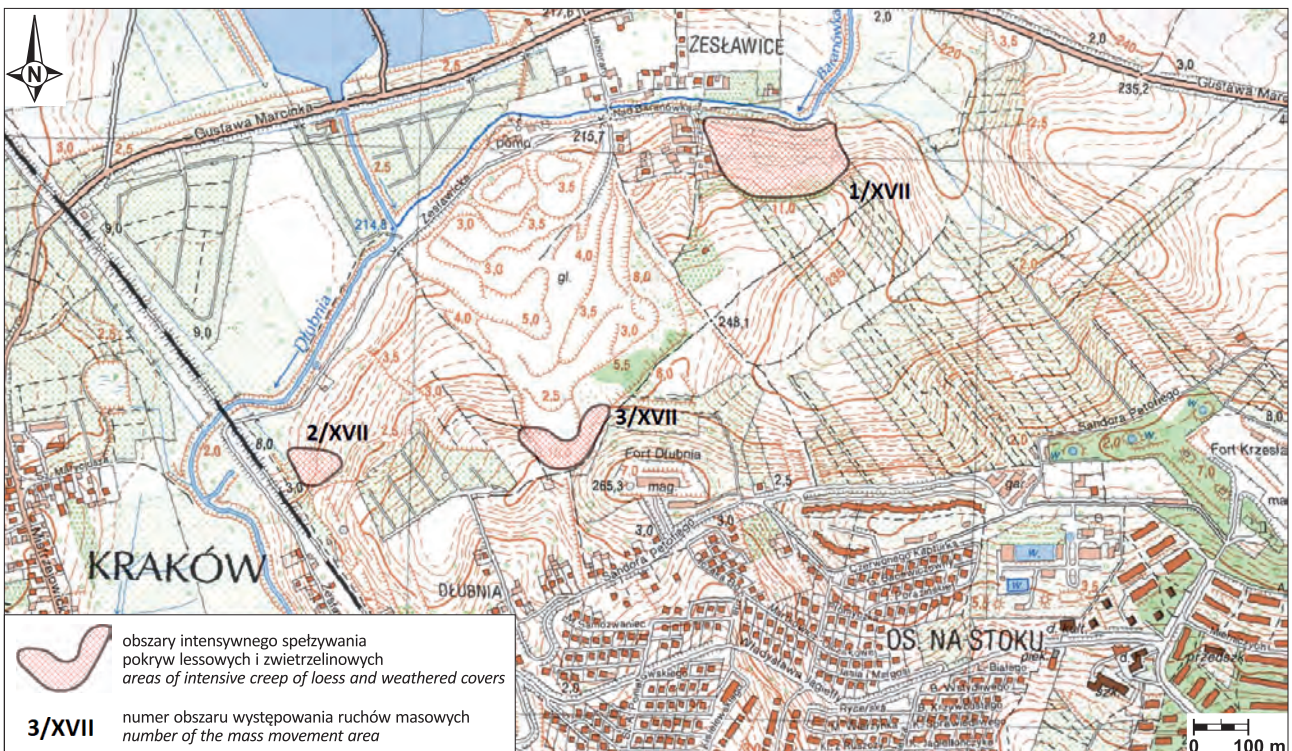


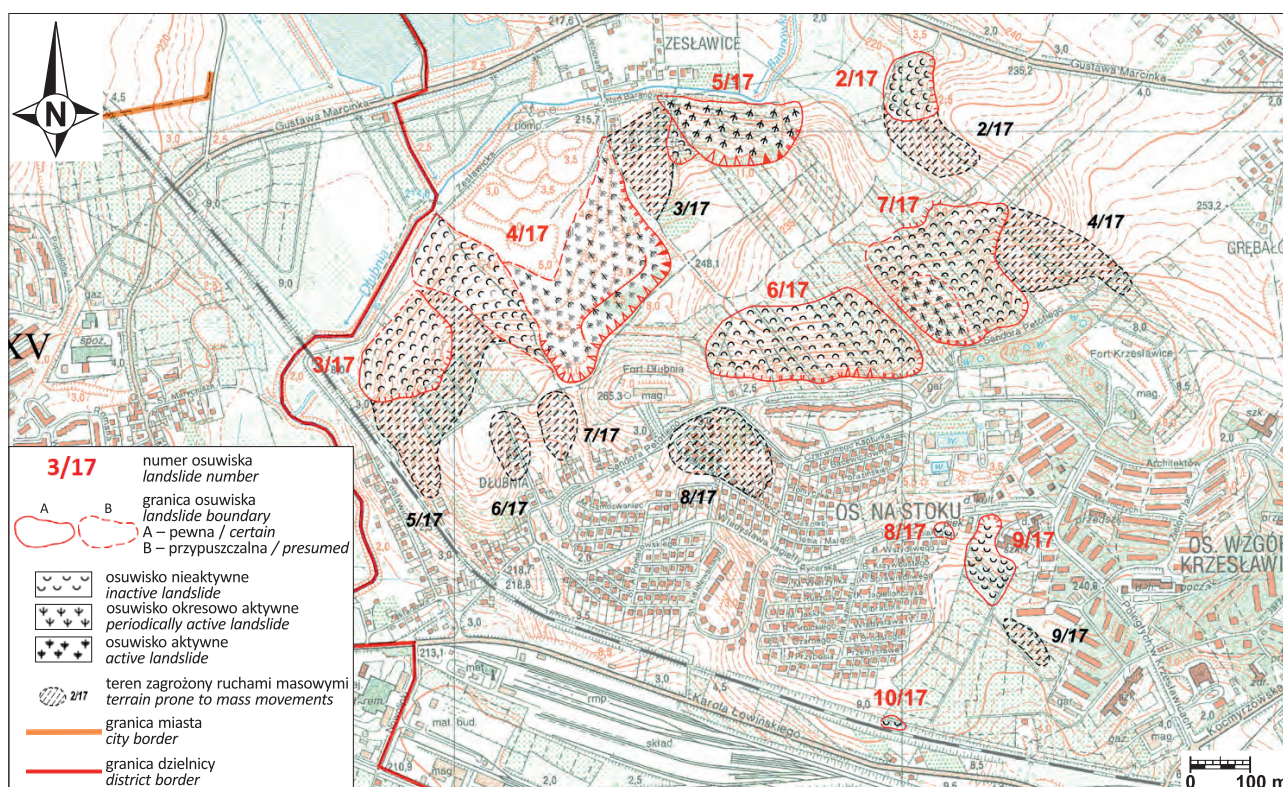
←

Ryc. 4. Kopalnia w Zesławicach – sierpień 2009 r. Fot. M. Czernek
 Fig. 4. The Zesławice mine – August 2009. Photo by M. Czernek

↓

Ryc. 5. Fragment mapy terenów zagrożonych ruchami masowymi i terenów, na których ruchy te występują w skali 1:10 000 (Chowaniec i in., 2007)
 Fig. 5. Fragment of a map of areas at risk of mass movements and areas where these movements occur at a scale of 1:10,000 (Chowaniec et al., 2007)





Ryc. 6. Fragment Mapy dokumentacyjnej osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000 (Wójcik, Krzysiek, 2012)
Fig. 6. Part of the Documentation map of landslides and terrains prone to mass movements on a scale of 1 : 10,000 (Wójcik, Krzysiek, 2012)

Brak sformalizowanej dokumentacji geologicznej nie stanowił przeszkody dla wcześniejszego rozpoczęcia ewidencjonowanej eksploatacji złoża ilów ceramiki budowlanej już z początkiem 1952 r. (MIDAS, 2025). Działalność ta trwała nieprzerwanie, z różnym natężeniem, do końca pierwszej dekady XXI w., kiedy po blisko 60-letnim okresie eksploatacji kopaliny czynności wydobywcze zostały zakończone w 2009 r. (ryc. 3, 4; ISDP UMK). Czynniki, które zdecydowały o zakończeniu eksploatacji, były niekorzystne warunki geologiczno-górnice, głównie wynikające z występowania osuwisk (Bilans, 2013, 2014). Zjawiska geodynamiczne w obszarze wyrobiska kopalnianego w Zesławicach były notowane właściwie przez większość czasu prowadzonej eksploatacji. Główną przyczyną była najczęściej utrata stateczności stromych skarp wyrobisk, co wiązało się z niskimi parametrami wytrzymałościowymi gruntów oraz z wysiękami wód podziemnych przedostających się spod nakładu wyżej leżących osadów czwartorzędowych (Bzowski i in., 2007). Brak podjęcia bezpośrednio po zakończeniu procesu wydobywczego prac rekultywacyjnych skutkowało na terenie byłej kopalni intensyfikacją ruchów masowych ziemi (Wójcik, Krzysiek, 2012; Wójcik, 2015; Kamieniarz i in., 2018a, b; Wódka, Kamieniarz, 2018; Wójcik i in., 2019; Wódka, 2019). Również budowa w tym rejonie obiektów Twierdzy Kraków podczas zaboru austriackiego pozostawiła po sobie ślady w postaci monumentalnych obiektów, tj. Fortu 49a Dłubnia, Fortu 49 Krzesławice oraz usytuowanego bardziej na wschód Fortu 49 1/4 Grębałów (ryc. 3; Janczykowski, 2000). Tego rodzaju działania niosły kolejne potrzeby pozyskiwania surowców budowlanych w miejscach wznoszenia budowli lub na terenach bezpośredniego sąsiedztwa, co musiało się wiązać z historyczną działalnością

wydobywczą, która mogła zainicjować rozwój form osuwiskowych na tych obszarach, dziś już zatartych. Taką hipotezę można wysnuć m.in. na podstawie analizy obrazu warstw na mapach pochodzących z początków XX w.

Skalę ruchów masowych w rejonie Wzgórze Krzesławickich zinventaryzowano w 2007 r., realizując zadania starosty zgodnie z art. 110a ustawy *Prawo ochrony środowiska* (Ustawa, 2001). W ten sposób zakończono czynności służące usystematyzowanej weryfikacji obszarów zagrożonych ruchami masowymi w granicach Krakowa (Chowaniec i in., 2005; 2006; 2007). Na analizowanym terenie oznaczono tereny intensywnego spęływania pokryw lessowych i zwiertzelinowych, którym przypisano symbole 1/XVII, 2/XVII oraz 3/XVII (ryc. 5). Taki stan wiedzy szybko został poddany gruntownej rewizji, ponieważ w latach 2010–2011, podczas tzw. katastrofy osuwiskowej, nastąpiła intensyfikacja ruchów masowych ziemi.

Ponowną ocenę skali zagrożenia procesami osuwiskowymi wykonano w 2012 r. (ryc. 6; Wójcik, Krzysiek, 2012). Jej rezultatem było wyznaczenie w granicach dzielnicy XVII Wzgórze Krzesławickie 10 osuwisk i 9 terenów zagrożonych ruchami masowymi. Natomiast w samym wyrobisku poeksploatacyjnym zinventaryzowano rozległe osuwisko o wszystkich stopniach aktywności, którego powierzchnię określono na 16,17 ha (Wójcik i in., 2019). Na podstawie pozyskanych danych wykazano, że osuwiska oznaczono w miejscach, gdzie w treści obowiązującego planu zagospodarowania przestrzennego zobrazowano charakterystyczną cechę, definiując te obszary, jako miejsca potencjalnego zagrożenia osuwania się mas ziemnych (Bzowski i in., 2007; Uchwała, 2009). Ocenę zagrożenia osuwiskowego, z kosmetycznymi korektami granic rozpoznanych wcześniej form, potwierdzono, realizując na tere-

nie Krakowa prace związane z III etapem Systemu Osłony Przeciwoświsiskowej, co nastąpiło w latach 2017–2018 (Kamieniarz i in., 2018a, b; Wódka, Kamieniarz, 2018). W ten sposób został zdefiniowany zbiór uwarunkowań odnoszących się do ruchów masowych ziemi, który to obecnie stanowi stabilny fundament *Rejestru terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy*, który jest prowadzony przez starostę w ramach wypełniania zadań organu ochrony środowiska (Ustawa, 2001; Rozporządzenie, 2007, 2020).

OBSERWACJE ZJAWISK OSUWISKOWYCH

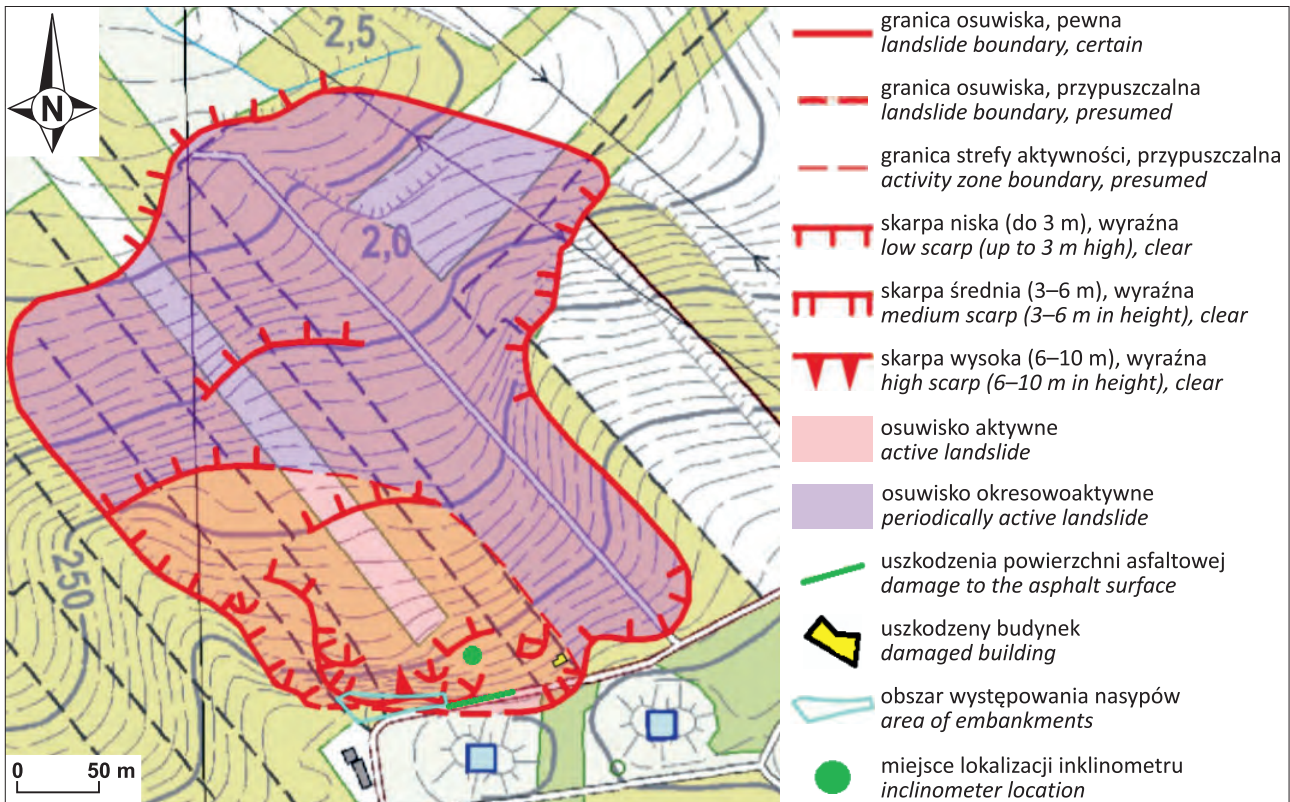
Jednym z kluczowych zadań spoczywających na starostach jest dokonywanie obserwacji terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy. Czynności te należy prowadzić metodą wizji w terenie albo metodą monitoringu. Obecny porządek prawny (Ustawa, 2001) zobowiązuje, aby działania z tego zakresu były wykonywane z częstotliwością stosowną do ryzyka wystąpienia bezpośredniego zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi oraz mienia, jednakże nie rzadziej niż raz na 3 lata, oraz każdorazowo po powzięciu informacji o wystąpieniu ruchów masowych ziemi (Rozporządzenie, 2020).

W 2020 r. prezydent Krakowa otrzymał niepokojące informacje o uszkodzeniu fragmentu ulicy Sandora Petőfiiego, na odcinku zlokalizowanym w północnej części Wzgórz Krzesławickich i w związku z tym podjął obserwacje. W trakcie tych oględzin okazało się, że ruchy masowe ziemi doprowadziły do zniszczeń nawierzchni jezdni asfal-

towej, zaznaczających się na kilkudziesięciometrowym odcinku, oraz do uszkodzeń elementów ogrodzenia okalającego obiektu Zakładu Uzdatniania Wody Dłubnia (ryc. 7; Czernek, Świt, 2022; Kamieniarz, Wódka, 2022; Świt, Czernek, 2024). Ze względu na postępujący proces osuwiskowy oraz z uwagi na wysokie prawdopodobieństwo zaistnienia znaczących strat w infrastrukturze miejskiej władze miasta zdecydowały o rozpoczęciu instrumentalnego monitoringu wglębnego. W granicach osuwiska 85911, poniżej uszkodzonego odcinka jezdni (ryc. 8), w 2023 r. wykonano odwiert służący monitoringowi wglębnemu. W otworze badawczym zrealizowanym techniką pełnordzeniową do głębokości 37,0 m p.p.t. zidentyfikowano strefy zlustrowań w ilach i zamontowano inklinometr (Róžański, Łopuszyńska, 2023). Pomiar referencyjny wykonano w grudniu 2023 r. (Czernek i in., 2026), a w kwartalnych cyklach przeprowadzono 8 kolejnych serii pomiarowych (ostatnia 05.01.2026 r.). Pozyskane informacje wskazują na obecność aktywnej powierzchni poślizgu na głębokości ok. 4 m p.p.t. (ryc. 9) i pozwalają ocenić skalę przemieszczeń – w ciągu dwóch lat obserwacji nastąpiło przemieszczenie gruntu o ok. 25 mm (Czernek i in., 2026). Z danych z karty rejestracyjnej osuwiska 85911, zaktualizowanych w październiku 2022 r., wynika, że południowa granica osuwiska (ryc. 8) prawdopodobnie sięga terenów Zakładu Uzdatniania Wody Dłubnia (Kamieniarz, Wódka, 2022). Intensyfikacja procesów geodynamicznych nieprzerwanie od 2020 r. zaznacza się w jezdni, uszkadzając ją, jak i w przestrzeni ogrodzenia, gdzie dochodzi do dalszych wychyleń i wyszczerbień ceglanych słupów oraz wygięć stalowych części modułów łączących w palisadzie poszczególne elementy ceglano-betonowe (ryc. 7).



Ryc. 7. Uszkodzenia na ul. Petőfiiego: **A** – jezdni, lipiec 2020 r.; **B** – muru Zakładu Uzdatniania Wody, lipiec 2020 r. Obie fot. M. Czernek
Fig. 7. Damage on Petőfi Street: **A** – roadways, July 2020; **B** – wall of the Water Treatment Plant, July 2020. Both photos by M. Czernek



Ryc. 8. Mapa osuwiska nr 85911 (Kamieniarz, Wódka, 2022)
 Fig. 8. Map of landslide No. 85911 (Kamieniarz, Wódka, 2022)

Podobny mechanizm obowiązku podjęcia obserwacji zastosowano wobec aktywnych ruchów masowych ziemi rozwijających się w granicach osuwiska 85904 w rejonie ulicy Nad Baranówką. Procesy geodynamiczne, zaktywizowane w wyniku deponowania w tym rejonie licznych mas ziemnych, znacząco szybciej przebiegają od 2021 r., a teren osuwiska stał się podręcznikowym przykładem rozwoju form rzeźby wewnątrzsuwiskowej (ryc. 8). W ciągu ostatnich 5 lat procesy osuwiskowe spowodowały wiele uszkodzeń elementów ogrodzeń zabudowy mieszkalno-zagrodowej i zniszczeń zabudowy na terenie ogródków działkowych (Kamieniarz, 2021a; b; Czernek, Świt, 2022; 2025). Dochodziło również do awarii w biegnącym z zachodu na wschód wodociągu Ø600 mm, prowadzącym surową wodę z ujęcia w Raciborowicach (ryc. 10; Czernek, Żabczak, 2024). Postępująca skala zniszczeń sprawiła, że prezydent Krakowa podjął decyzję o objęciu od 2025 r. obszaru aktywnych ruchów masowych ziemi systemem monitoringu geodezyjnego, wykorzystującym 12 punktów pomiarowych (Kondyjowski, 2025). Podjęte działania pozwoli określić dynamikę przemieszczeń i na jej podstawie ocenić skalę zagrożenia dwóch nitek wodociągów (Ø600 i Ø800 mm), a także dostarczy wymiernych danych dotyczących prawdopodobieństwa osunięcia się lewego brzegu rzeki Baranówki, przepływającej bezpośrednio po północnej stronie wyznaczonego obszaru osuwiska (ryc. 11), które mogłyby ograniczyć przepływ wody.

Trzecim miejscem aktywnej realizacji obowiązków w obszarze Wzgórz Krzesławickich jest rejon węzła drogowego łączącego dwie trasy szybkiego ruchu (S-7 i S-52). W pierwszej połowie 2022 r. w granicach osuwiska 85984 doszło do uaktywnienia się ruchów masowych ziemi we wschodniej części węzła, w rejonie stoku o północno-za-

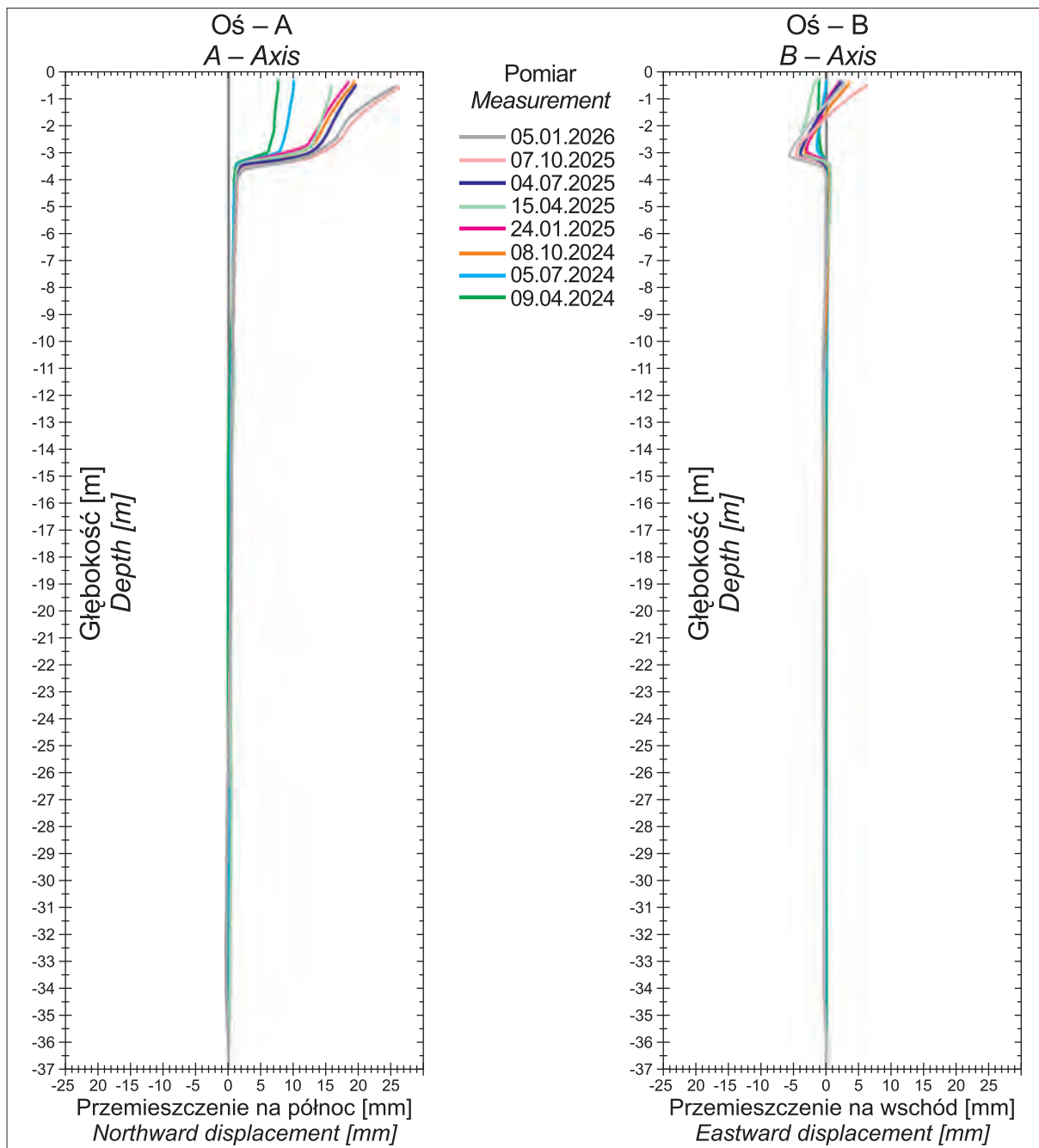
chodniej ekspozycji. Rozpoczęcie robót budowlanych poniżej ogródków działkowych w okresie jesienno-zimowym, na przełomie lat 2021–2022, wraz z późniejszym przystąpieniem (w marcu 2022 r.) do prac ziemnych polegających na makroniwelacji tego terenu, stanowiło dwie główne składowe aktywizacji (Truty, Gwóźdź, 2022) form osuwiskowych dokumentowanych wcześniej w tej części węzła komunikacyjnego (Wójcik, Krzysiek, 2012; Szczurek i in., 2016; Kamieniarz i in., 2018a, b, c; Wódka, Kamieniarz, 2018; Wnuk i in., 2019). Rozwijająca się dynamicznie aktywność ruchów masowych ziemi, zauważona w kwietniu 2022 r. (Czernek, Bobrowski, 2022; Kamieniarz, 2022a), zaznaczyła się szczególnie w północno-zachodniej części obszaru Rodzinnego Ogrodu Działkowego *Zestawice*, gdzie powstało wiele świeżych, otwartych szczelin w gruncie i doszło do uszkodzeń murowanych altan działkowych oraz ogrodzeń ogródków (ryc. 12).

W czasie, kiedy wykonawca obiektów drogowych prowadził ponowne prace projektowe, służące m.in. zabezpieczeniu obszaru osuwiska, służby prezydenta Krakowa metodą wizji w terenie dokonały wielu kolejnych obserwacji tego rejonu. Za każdym razem potwierdzano aktywność ruchów mas ziemnych w obszarze realizowanego węzła drogowego oraz na terenach z nim sąsiadujących (ryc. 13; Czernek, Świt, 2024; Kamieniarz, 2024). Zjawiska świadczące o postępie procesów osuwiskowych odnotowano nie tylko na terenie ogródków działkowych, lecz również poza nimi, na obszarach, które wcześniej nie wykazywały aktywności osuwiskowej. Lewy brzeg Dłubni, wcześniej sztucznie przesunięty, osunął się w wyniku tych procesów. W miejscu tym uszkodzeniu uległa droga technologiczna wykonana na potrzeby budowy węzła drogowego Mistrzejowice (ryc. 14).

W świetle przytoczonych przykładów można stwierdzić, że obecne regulacje dotyczące prowadzenia obserwacji metodą wizji w terenie, wprowadzone od 2021 r. (Rozporządzenie, 2020), przynoszą wymierne korzyści w obszarze pozyskiwania wiarygodnych ocen skali zachodzących ruchów masowych ziemi. Reguły te sprawdzają się lepiej niż wcześniejsze wytyczne (Rozporządzenie, 2007; Czernek, 2025). Jednak w niektórych obszarach obecnych mechanizmów zauważono pewne niedoskonałości. Ich negatywnych skutków doświadczają szczególnie te starostwa, w granicach których osuwiska są liczone w setkach lub tysiącach. Zakres nałożonego obowiązku w tej dziedzinie jest bardzo wymagający, a proces monitorowania zagrożenia osuwiskowego mocno obciąża budżet, nawet tak dużej jednostki samorządowej, jaką jest Kraków.

BADANIA PODŁOŻA GRUNTOWO-SKALNEGO

Pierwszą dokumentacją geologiczno-inżynierską, w której uwzględniono uwarunkowania związane z ruchami masowymi rozpoznanymi w rejonie byłej kopalni w Zesławicach, było opracowanie charakteryzujące podłoże budowlane w granicach nieruchomości przy ul. Nad Baranówką. W obszarze osuwiska nr 85904 udokumentowano otworem badawczym, wykonanym techniką pełnordzeniową do głębokości 12 m p.p.t., dwie powierzchnie poślizgu w utworach miocenu (Kwiecień, Ciuruś, 2015). Wykonując prace terenowe, potwierdzono lokalizację obszaru inwestycji w nieaktywnej części osuwiska i w bezpośrednim sąsiedztwie form rzeźby osuwiskowej (skarp i progów) świadczących o niedawno zachodzących procesach

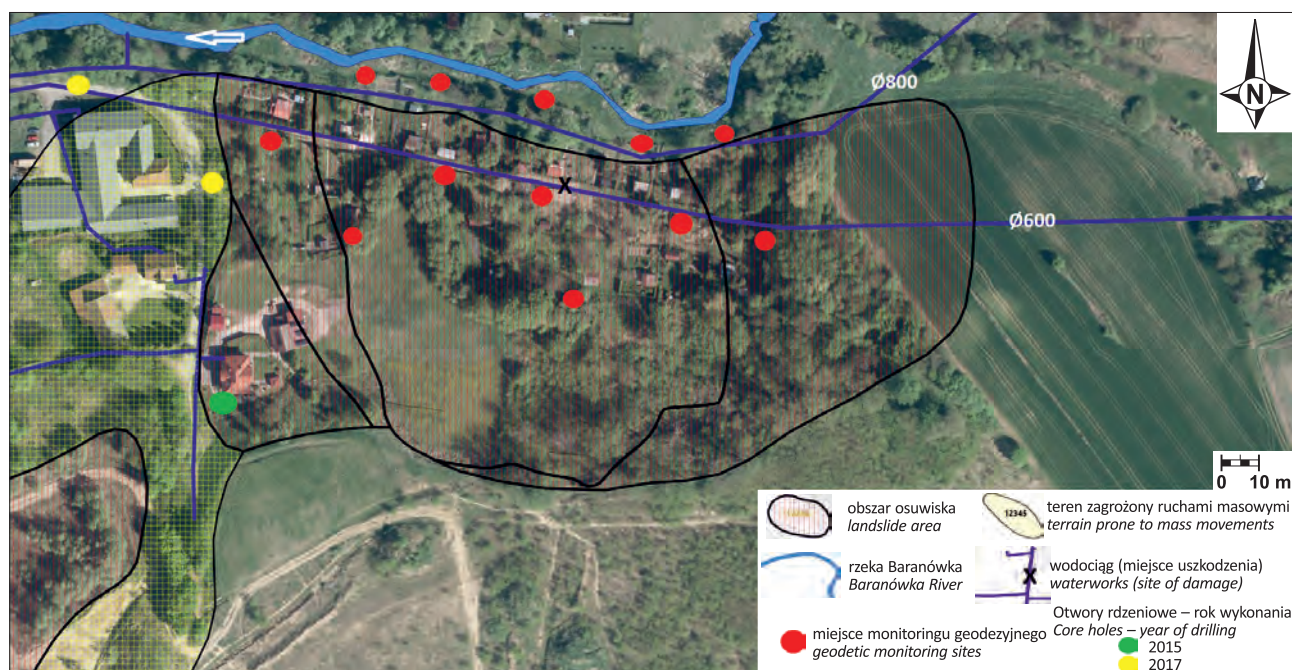


Ryc. 9. Wykresy przemieszczeń inklinometru (Czernek i in., 2026)
 Fig. 9. Inclinometer displacement graphs (Czernek et al., 2026)



Ryc. 10. Obszar osuwiska 85904: **A** – uszkodzony wodociąg Ø600 mm; **B** – przemieszczający się próg akumulacyjny (Czernek, Żabczak, 2024)

Fig. 10. Area of landslide No. 85904: **A** – damaged water pipe Ø600 mm; **B** – moving accumulation threshold (Czernek, Żabczak, 2024)



Ryc. 11. Lokalizacja punktów monitoringu geodezyjnego w obszarze osuwiska 85905 – 2025 r. (ISDP UMK)

Fig. 11. Location of geodetic monitoring points in the area of landslide 85905 – as of 2025 (ISDP UMK)

ruchów masowych ziemi. Autorzy zasugerowali odstąpienie od bezpośredniego posadowienia projektowanego obiektu mieszkaniowego (Kwiecień, Ciuruś, 2015). W 2016 r. w pobliżu tego obszaru przeprowadzono kolejne roboty geologiczne służące ustaleniu warunków geologiczno-

żynierskich instalacji kanalizacji sanitarnej biegnącej po zachodniej stronie granic tego osuwiska (Zajac, 2017). Podczas tych badań stwierdzono płytkie występowanie utworów kredowych w tym rejonie, co należy wiązać z uskokiem Baranówki (Wójcik, Lewandowski, 2020; 2021).



Ryc. 12. Szczeliny osuwiskowe na obszarze Rodzinnego Ogrodu Działkowego Zestawice w Krakowie, 2022 r. Fot. D. Bobrowski
Fig. 12. Landslide crevices in the area of the Zestawice Family Allotment Garden in Kraków, 2022. Photo by D. Bobrowski

W 2016 r., w ramach wypełniania obowiązków spoczywających na przedsiębiorcy górniczym w zakresie rekultywacji terenu (Ustawa, 1995; 2011), przystąpiono do prac i robót geologicznych służących określeniu geologiczno-inżynierskich warunków rekultywacji terenu byłej kopalni iłów mioceńskich w kierunku parkowo-rekreacyjnym i wykonania koniecznych zmian ukształtowania powierzchni obszaru (Uchwała, 2009; Zajac, 2016; Leśniak i in., 2017; Różański, Łopuszyńska, 2021; 2022; Buczek i in., 2023). Czynności te początkowo przeprowadzono wyłącznie w rejonie niecki poeksploatacyjnej, gdzie rozpoznano osuwisko oznaczone numerem 85902. Terenowe prace rekultywacyjne poprzedzono wykonaniem dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Ustawa, 2011; Rozporządzenie, 2011, 2016; Zajac, 2016). Celem działań było określenie warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych przyszłej rekultywacji terenu, wraz z dokonaniem miarodajnych ocen aktywności ruchów masowych ziemi i stateczności zboczy okalających nieckę poeksploatacyjną, która ulega denudacji. Odwiercono otwory badawcze, przeprowadzono kartowanie geologiczno-inżynierskie, badania laboratoryjne gruntów i oceniono stateczność skarp wyrobiska. W 3 otworach zamontowano kolumny inklinometryczne. Wyniki tych badań pozwoliły uściślić zasięg wcześniej rozpoznanych form osuwiskowych, jak również zidentyfikować widoczne ślady ruchów masowych, które stwierdzono w południowej części wyrobiska, tj. w rejonie na północ od Fortu 49a Dłubnia. Wykonane obliczenia stateczności, przeprowadzone w przekroju południowej

ściany wyrobiska, wykazały, iż teren ten przed rozpoczęciem działań rekultywacyjnych był w stanie chwiejnej równowagi. Założony w 2016 r. monitoring inklinometryczny stał się nieskuteczny, w związku z tym wykonanych odczytów nie można było uznawać za miarodajne i uwzględnić w projekcie działań rekultywacyjnych (Zajac, 2018). Sprawilo to, że przedsiębiorca wykonujący rekultywację terenu byłego wyrobiska podjął decyzję o zainstalowaniu nowego systemu monitoringu wglębnego, wykorzystującego 6 otworów obserwacyjnych (Różański, Łopuszyńska, 2021). W 2022 r. dodano do tego systemu kolejne punkty obserwacyjne (Różański, Łopuszyńska, 2022). Pozyskanie z nich danych służyło uszczegółowieniu warunków geologiczno-inżynierskich w południowej i południowo-zachodniej części rekultywowanego terenu. Wyniki obserwacji i pomiarów wykorzystano do rewizji założeń realizowanego od 2017 r. projektu rekultywacji terenu byłej kopalni iłów (Leśniak i in., 2017; Buczek i in., 2023).

Przedsiębiorca rekultywujący teren po byłej kopalni iłów rozszerzył w 2025 r. obszar realizacji instrumentalnych ocen dynamiki ruchów masowych ziemi poprzez wykonanie kolejnych 3 otworów inklinometrycznych, lecz tym razem zlokalizował je w granicach osuwisk rozpoznanych na terenach sąsiednich względem byłego wyrobiska pokopalnianego (Różański, Łopuszyńska, 2025). Przeprowadzane w latach 2016–2025 prace i roboty geologiczno-inżynierskie, zrealizowane w obszarze zakończonej działalności górniczej, jak i na terenach sąsiednich, za



Ryc. 13. Zniszczenia na obszarze Rodzinnych Ogrodów Działkowych Zesławice: **A–C** – rok 2024. Fot. Ł. Świt; **D** – rok 2025. Fot. M. Czernek

Fig. 13. Damage in the area of the Zesławice Family Allotment Gardens: **A–C** – in 2024. Photo by Ł. Świt; **D** – in 2025. Photo by M. Czernek



Ryc. 14. Koryto Dłubni: **A** – jej sztucznie przesunięty lewy brzeg – czerwiec 2023 r.; **B** – osuwisko i zniszczona droga technologiczna – luty 2024. Obie fot. M. Czernek

Fig. 14. The Dłubnia riverbed: **A** – its artificially moved left bank – June 2023; **B** – landslide and destroyed technological road – February 2024. Both photos by M. Czernek

każdym razem dostarczały wielu dowodów potwierdzających prawidłowe rozpoznanie uwarunkowań, tzn. aktywne ruchy masowe ziemi, rozwijające się na zboczach Wzgórz Krzesławickich (ryc. 15).

Prace i roboty geologiczne, początkowo wykonywane w przestrzeni korytarza przyszłej drogi ekspresowej S-7 (Szczurek i in., 2016), zlokalizowanego po stronie południowej, południowo-zachodniej i zachodniej Wzgórz

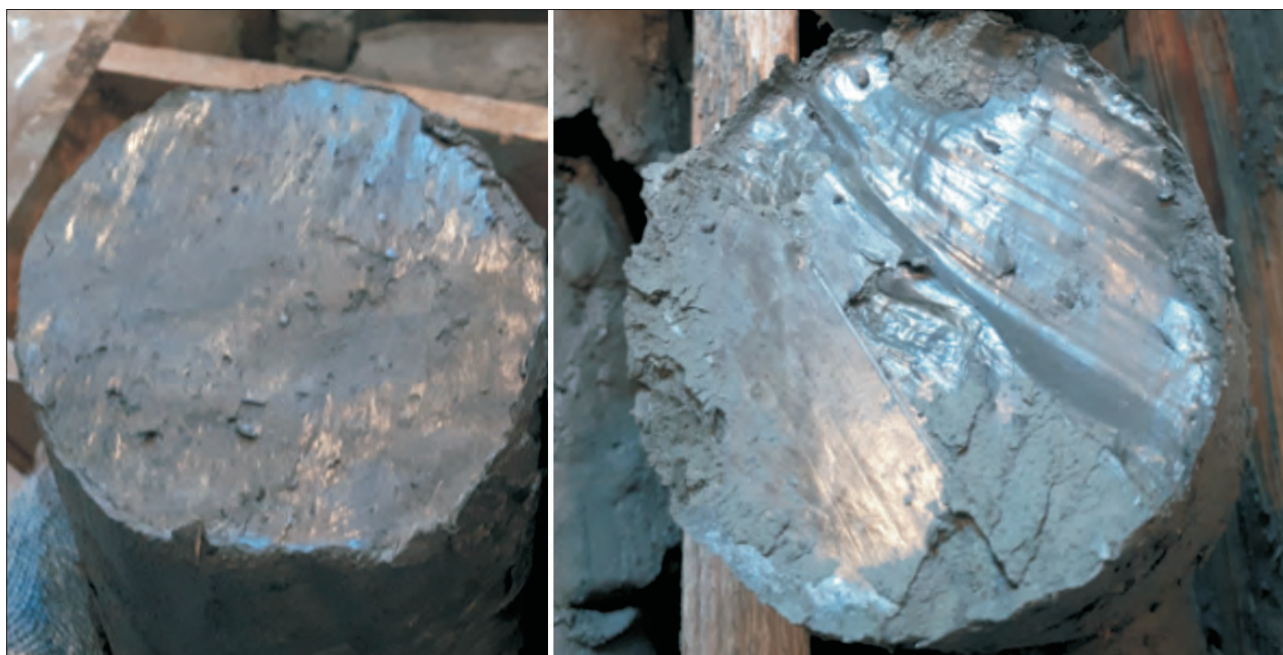
Krzesaławickich, ale też i późniejsze badania geologiczno-inżynierskie, wykonywane na etapach oceny podłoża gruntowego pod projektowane obiekty węzła drogowego Mistrzejowice (Wnuk i in., 2019), odnosiły się do dostępnego wówczas stanu rozpoznania form geologicznych na obszarach osuwisk i terenach zagrożonych ruchami masowymi. Zbiór danych pozyskanych z otworów badawczych obrazował m.in. występowanie gruntów nasypowych o miąższości 21,4 m p.p.t., czy też płytko występujących utworów skalistych kredy, rozpoznanych już na głębokości 6 m p.p.t. (Wnuk i in., 2019). Wszystkie zebrane informacje potwierdzały znane uwarunkowania obszaru, czyli ślady prowadzonej w przeszłości działalności górniczej, występowanie form geologicznych związanych z ruchami mas ziemi czy też kolejne przejawy tektoniki zrębowej. Jak się okazało, ten stan wiedzy nie był jednak wystarczający do tego, by zagwarantować zabezpieczenie obszaru przed możliwym dalszym rozwojem procesów geodynamicznych. Toteż po rozpoczęciu zintensyfikowanych prac ziemnych doszło do aktywacji wcześniej rozpoznanych form osuwiskowych (Czernek, Bobrowski, 2022; Kamieniarz, 2022a; Truty, Gwóźdź, 2022), co zmusiło wykonawcę trasy S-7 do realizacji kolejnych etapów badań podłoża dedykowanych stabilizacji ośrodka gruntowo-skalnego. Czynności te miały również posłużyć przyjęciu nowych rozwiązań konstrukcyjnych w obszarze realizowanego węzła drogowego w miejscach odnotowanych aktywnych ruchów mas ziemnych. Tak sprecyzowany cel wykluczył wykonywanie kolejnych, czasochłonnych prac i robót geologicznych, zgodnie z przepisami ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* (Ustawa, 2011; Rozporządzenie, 2011, 2016). Wykonawca zadania skupił się wyłącznie na wykonywaniu czynności służących ustaleniu geotechnicznych warunków podłoża budowlanego (Ustawa, 1994; Rozporządzenie, 2012). Zebrany zbiór parametrów geotechnicznych gruntów wraz z ponownym zdiagnozowaniem przestrzeni, form i rodzajów ruchów mas ziemnych rozwiniętych w tej części

Wzgórz Krzesaławickich zawarto w opracowaniach geotechnicznych (Truty, Gwóźdź, 2022; Mazur i in., 2022, Mieszkowski i in., 2022). Pozyskane dane potwierdziły głębokość powierzchni poślizgu, dynamikę ruchów mas ziemnych oraz skomplikowaną budowę geologiczną. Działania te posłużyły do sporządzenia projektu wykonawczego dedykowanego zabezpieczeniu osuwiska rozwiniętego wzdłuż ulicy Zesłaławickiej (Kościk i in., 2023; 2024a, b).

Badania ośrodka gruntowego, wykonywane w formie dokumentowania geologiczno-inżynierskiego lub badań podłoża budowlanego, są koniecznym etapem procesu budowy i służą przyjęciu właściwych rozwiązań konstrukcyjnych budowli, aby była ona trwała, a jej realizacja bezpieczna. Kluczem do skuteczności tego rodzaju działań, szczególnie w rejonach ruchów masowych ziemi, jest zakres głębokości rozpoznania, jaki należy przyjąć (nie mniej niż 3 m poniżej najgłębszych stwierdzonych powierzchni poślizgu), ale również stosowanie pełnordzeniowych wierceń badawczych. Kwestionowanie tych reguł czy też niewystarczająca liczba punktów badawczych mogą prowadzić do przyjęcia niewłaściwych rozwiązań konstrukcyjnych, co później prowadzi do problemów w eksploatacji obiektów budowlanych zlokalizowanych w miejscach ruchów masowych ziemi (Kos, Wójcik, 2021).

PLANOWANIE PRZESTRZENNE

Dane pozyskane w rejonie Wzgórz Krzesaławickich, obrazujące obszary zagrożone występowaniem ruchów masowych ziemi, umożliwiły implementację tych uwarunkowań do sporządzanych przez gminę miejską Kraków miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego – dalej MPZP (Uchwała, 2009, 2018, 2022). Przykładem dokumentu planistycznego, w którym tego rodzaju zagrożenia zostały uwzględnione, jest uchwała Rady Miasta Krakowa z 2009 r., w postaci MPZP obszaru *Zesłaławice*, która nadal jest obowiązującym prawem miejscowym (Uchwała,



Ryc. 15. Powierzchnie poślizgu (Róžański, Łopuszyńska, 2021)
Fig. 15. Slip surfaces (Róžański, Łopuszyńska, 2021)

2009). Do aktu dołączono informacje graficzne obrazujące m.in. przebieg granic obszarów intensywnego spękania pokryw lessowych i zwietrzelinowych, wykazane w wynikach pierwszych, usystematyzowanych prac służących ocenie skali zachodzących ruchów masowych ziemi (Chowaniec i in., 2007). Szczegółowe ustalenia planistyczne, odnoszące się do terenu oznaczonego symbolem 3MN, dopuszczają możliwość lokalizacji zabudowy mieszkaniowej w miejscu, gdzie na rysunku planu część obszaru jest objęta uwarunkowaniem zachodzących ruchów masowych ziemi (1/XVII). Ponadto treść MPZP zobowiązuje, iż przed budową na tym obszarze jakichkolwiek obiektów kubaturowych lub urządzeń infrastruktury technicznej, są wymagane badania geologiczno-inżynierskie odnoszące się także do oceny stabilności zbocza (Uchwała, 2009). Autorzy MPZP, posługując się wynikami opracowania ekofizjograficznego (Bzowski i in., 2007), wyznaczyli w obszarze Zesławice miejsca potencjalnie zagrożone osuwaniem się mas ziemnych. Tereny te zostały wskazane w pobliżu przebiegu ul. Petöfiego, a ustalenia planistyczne prawie na całej powierzchni tego wydzielenia wskazują ten obszar jako 1R (tereny rolnicze). W tych miejscach innymi przepisami zakazano wprowadzania jakiegokolwiek zabudowy kubaturowej, a także określono wymagania dotyczące wykonania badań geologiczno-inżynierskich poprzedzających lokalizację urządzeń infrastruktury technicznej. W obszarze wskazanym na rysunku MPZP jako 1PG (teren eksploatacji górniczej) przepisami uchwały wprowadzono nakaz dokonania zabezpieczeń rejonu eksploatacji przed osuwaniem się mas ziemnych podczas prac wydobywczych oraz w czasie późniejszego (po rekultywacji) zagospodarowania terenu, który został przeznaczony pod zieleni urządzoną (Uchwała, 2009).

Jednak analizowane rozwiązania planistyczne inaczej odnoszą się do wschodniej części stoku, rozciągającej się na północ od ulicy Petöfiego. W tej części w MPZP wyznaczono obszar 3MW/MN, czyli teren zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i jednorodzinnej. Jest to bardzo istotne, ponieważ fragment tego wydzielenia planistycznego jest objęty zasięgiem terenu zagrożonego osuwaniem się mas ziemnych, co wynika ze zbioru danych zgromadzonych w prowadzonym obecnie *Rejestrze terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których ruchy te występują* (Kamieniarz i in., 2018a). Takie założenia planistyczne przyjęto w czasie uchwalania MPZP (Uchwała, 2009), a później rozpoznano zagrożenie ruchami masowymi ziemi.

Obszary występowania ruchów masowych ziemi rozpoznane w północno-zachodniej części Wzgórz Krzesławickich (rejon Rodzinnego Ogrodu Działkowego Zesławice), oraz teren rozciągający się pomiędzy ogródkami działkowymi a Fortem 49a Dłubnia, wpłynęły na przyjęte rozstrzygnięcia planistyczne. Uwarunkowania te ujęto w uchwale Nr CIX/2894/18 Rady Miasta Krakowa z dnia 12 września 2018 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego *Dla wybranych obszarów przyrodniczych Miasta Krakowa – etap A*; obszary nr 210, 211 i 212 (Uchwała, 2018). Zaimplementowane do treści planu zależności związane z fragmentami obszaru osuwiska oraz terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi bazowały na obrazie znanym z oceny skali ruchów masowych ziemi dokonanej w 2012 r. (Wójcik, Krzysiek, 2012). W uchwale ustalono zakaz budowy nowych obiektów budowlanych na terenach osuwiskowych, a także zakaz rozbudowy i nad-

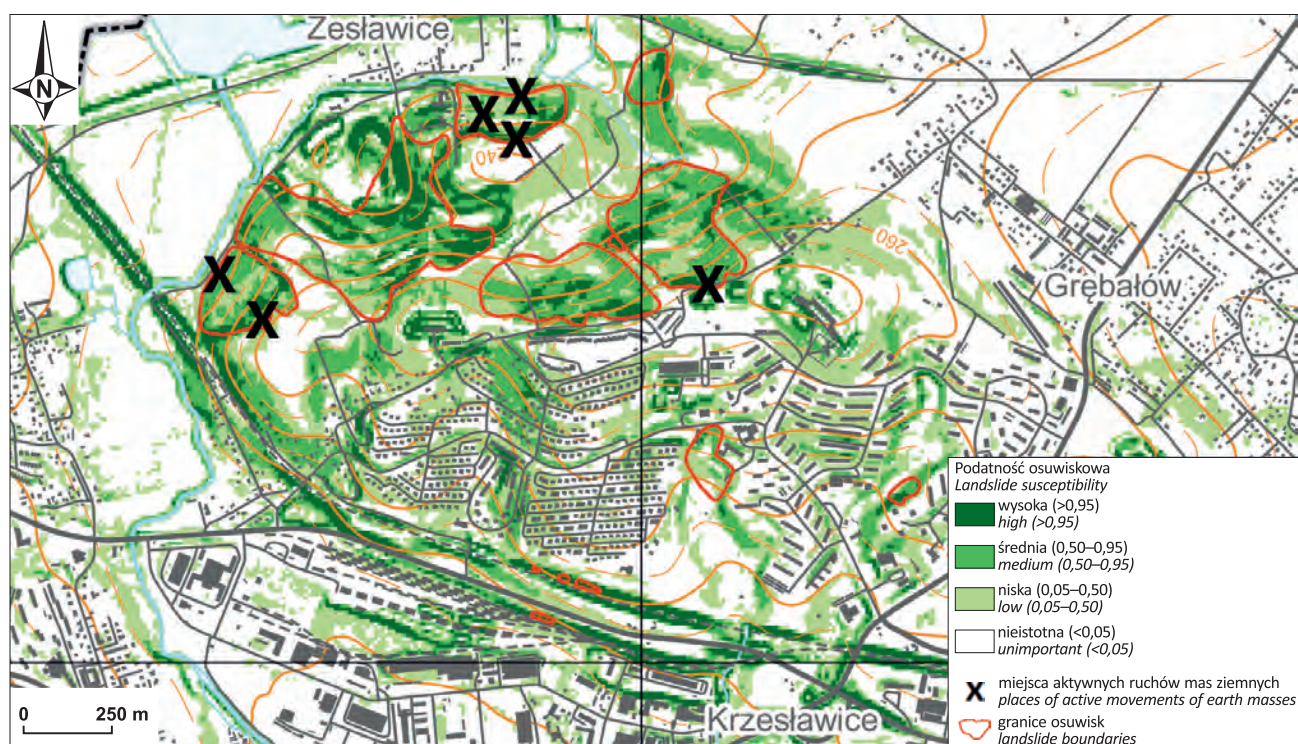
budowy istniejących, za wyjątkiem dróg i obiektów infrastruktury technicznej. W przyjętym akcie prawa miejscowego założono brak możliwości stosowania na tych terenach rozwiązań z zakresu rozsączania ścieków i wód opadowych w gruncie oraz wprowadzono nakaz odprowadzania wód opadowych z obszarów osuwisk w sposób zorganizowany, tj. do kanalizacji opadowej lub w przypadkach terenów pozbawionych kanalizacji opadowej do rowu lub ciek. Dodatkowo przyjęto, że obszary osuwisk oraz tereny zagrożone ruchami masowymi stanowią miejsca o skomplikowanych warunkach gruntowych. Tymi samymi rozwiązaniami objęto również teren osuwiska 85916 oraz południowo i południowo-zachodnią część osuwiska 85915, jako fragmenty wydzielonych obszarów o nr 138 i 171 (Uchwała, 2018). Podobną standaryzację względem miejsc ujętych w *Rejestrze terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy* zastosowano w treści uchwały nr LXXXVII/2423/22 Rady Miasta Krakowa z dnia 8 czerwca 2022 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru *Łowińskiego*. Wykazany w ww. akcie fragment osuwiska oraz skrajna część terenu zagrożonego ruchami masowymi zawierają się w obszarze oznaczonym na rysunku planu symbolem KK.1 o podstawowym przeznaczeniu tej przestrzeni pod obiekty komunikacji i infrastruktury kolejowej (Uchwała, 2022).

Wszystkie przytoczone ustalenia planistyczne, stanowiące przepisy prawa miejscowego, obowiązujące na znacznych fragmentach obszaru Wzgórz Krzesławickich, wprost wpisują się w przyjętą, skuteczną metodę ograniczenia ryzyka negatywnych skutków ruchów masowych, służącą zapobieganiu strat powstających w wyniku aktywności tego rodzaju procesów geologicznych (Grabowski, Rączkowski, 2007).

Obszarem Wzgórz Krzesławickich, na którym jak dotąd nie obowiązują reguły wynikające z uchwalonych przez Radę Miasta Krakowa aktów prawa miejscowego, jest północna i zachodnia część osuwiska 85915. Brak uchwalonej polityki przestrzennej wobec tego rejonu zobowiązuje do tego, by na rzecz wszelkich planowanych inwestycji pozyskiwać decyzje administracyjne o ustaleniu warunków zabudowy (WZ) lub lokalizacji inwestycji celu publicznego (ULICP). Tego rodzaju rozstrzygnięcia administracyjne, wynikające z przepisów ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Ustawa, 2003), są wyłącznie wynikiem indywidualnej oceny przyszłego sposobu zagospodarowania analizowanej przestrzeni względem zakresu wniesionych wniosków. Tego rodzaju decyzje nigdy nie będą stanowić pogłębionej polityki przestrzennej danej gminy, przez co nie jest możliwe zdefiniowanie i ugruntowanie trwałych mechanizmów urbanistycznych w obszarach miast i gmin, polegających na budowaniu indywidualnych wrażliwości planistycznych, służących również ograniczaniu możliwych negatywnych skutków ryzyka związanego z inwestycjami lokalizowanymi w miejscach, gdzie dokumentuje się osuwiska.

PODSUMOWANIE

Opisane obszary występowania osuwisk w rejonie Wzgórz Krzesławickich w głównej mierze są związane ze stokami o ekspozycji północnej, północno-zachodniej i zachodniej. Ten czynnik, jak również obecność wychodni



Ryc. 16. Podatność osuwiskowa Wzgórz Krszawickich (Kamieniarz, 2021b, 2022b)

Fig. 16. Landslide susceptibility of the Krszawickie Hills (Kamieniarz, 2021b, 2022b)

iłów mieceńskich oraz zaznaczająca się w tych miejscach tektonika zrębowa, dodatkowo mogą implikować procesy wprost wiążące się ze zjawiskami ruchów masowych ziemi. Przyjmując tego rodzaju kwalifikację, można w analizowanym rejonie wyszczególnić dwa zasadnicze zbiory dokumentowanych form geologicznych, różniące się lokalizacją, stopniem aktywności, ale też i powierzchnią. Do zasobu pierwszego zbioru (północne i zachodnie ekspozycje) należy 7 osuwisk o łącznej powierzchni 41,65 ha, wśród których przeważają osuwiska aktywne o powierzchni rzędu kilku lub kilkunastu hektarów (największe o pow. 16,17 ha). Natomiast formy rozwinięte na stokach ekspozycji południowej czy południowo-wschodniej, są zdecydowanie mniej liczne (4 osuwiska) i przeważnie nie wykazują aktywności, a suma ich powierzchni wynosi zaledwie 2,04 ha (Kamieniarz i in., 2018a; Wódka, Kamieniarz, 2018).

WNIOSKI

Złożona budowa geologiczna, pozostałości byłego górnictwa, obecność aktywnych procesów ruchów masowych ziemi, miejska infrastruktura techniczna i komunikacyjna, uszkodzana przez procesy osuwiskowe, są elementami uwarunkowań zagospodarowania przestrzennego krakowskich Wzgórz Krszawickich. Charakterystyka osuwisk na obszarze Krakowa wraz z oceną podatności osuwiskowej i zagrożenia osuwiskowego na obszarze części miasta (Kamieniarz, 2021b; 2022b), po uwzględnieniu aktywności ruchów masowych ziemi w rejonie Wzgórz Krszawickich w latach 2020–2025 (ryc. 16), pozwalają wysnuć kilka wniosków w sprawie przyszłej polityki przestrzennej dedykowanej tej części miasta:

- obecność w podłożu geologicznym iłów miocennskich podatnych na zjawiska ruchów masowych ziemi

stanowi jedną z głównych składowych aktywizacji procesów tego rodzaju;

- dokumentowane struktury tektoniki nieciągłej, znane z części północnej i północno-zachodniej Wzgórz Krszawickich, dodatkowo wpływają na intensyfikację procesów osuwiskowych;
- wygaszona działalność górnicza, związana z wydobywaniem iłów ceramiki budowlanej, pozostawiła po sobie rejony ciągle rozwijających się procesów ruchów masowych ziemi, lub też miejsca o chwiejnej stateczności zboczy, gdzie w każdej chwili może dojść do aktywacji nowych form osuwiskowych;
- ruchy masowe ziemi, zachodzące na analizowanym terenie, grożą uszkodzeniem lub trwałym zniszczeniem kluczowej miejskiej infrastruktury technicznej;
- urbanizacja, wkraczająca w obszary dotychczas wolne od jakichkolwiek inwestycji, niesie ze sobą ryzyko intensyfikacji ruchów masowych ziemi;
- deponowanie mas ziemnych w celu zacierania śladów zachodzących zjawisk osuwiskowych wyłącznie potęguje aktywność tego rodzaju procesów;
- niewystarczające rozpoznanie podłoża gruntowego w obszarach osuwisk (nieliczne i zbyt płytkie otwory wiertnicze, wykonywane z pominięciem technik pełnordzeniowych) może prowadzić do przyjęcia niewłaściwych rozwiązań konstrukcyjnych, skutkujących późniejszymi problemami na etapach eksploatacji obiektów;
- stabilnym fundamentem prowadzenia analiz urbanistycznych pod względem możliwych przyszłych sposobów zagospodarowania przestrzennego jest aktualny zbiór danych o uwarunkowaniach geologicznych, wynikający z prowadzonego *Rejestru terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy.*

Autor pragnie podziękować obecnym oraz wszystkim byłym współpracownikom wspólnie realizującym w Urzędzie Miasta Krakowa zadania organu administracji samorządowej. Bardzo dziękuję również anonimowemu Recenzentowi za czas poświęcony wykonaniu recenzji oraz wniesione cenne wskazania, uwagi i sugestie zmian w tekście.

LITERATURA

- BARDEL T. 2017 – Geologiczno-górnictwo uwarunkowania planowania przestrzennego na przykładzie Tarnowa. Rozprawa doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice.
- BILANS Zasobów 2013, 2014 – Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2013 r. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa.
- BILANS Zasobów 2014, 2015 – Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2014 r. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa.
- BUCZEK R., RÓŻAŃSKI P., WOŹNIAK-VECCHIE R., WIEHLE D., ŁATAK K., URZĘDOWSKI R. 2023 – Aneks nr 1 do projektu rekultywacji terenu nieczynnej kopalni ilów ceramiki budowlanej „Zesławice” w Krakowie. Archiwum UMK, Kraków.
- BUKOWIŃSKI S. 1954 – Dokumentacja geologiczna złoża surowca ceramicznego dla cegielni Zesławice, woj. krakowskie, Kraków Nowa Huta – Zesławice, Przeds. Geol. Sur. Skal., Kraków.
- BZOWSKI M., ŁUKASZEK R., BZOWSKA B. 2007 – Opracowanie ekofizjograficzne podstawowe dla potrzeb miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego „Zesławice” w Krakowie. Eco-concept s.c.
- CHOWANIEC J., FREIWALD P., NESCIERUK P., PATORSKI R. 2005 – Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów na których ruchy te występują w obrębie dzielnic I–VII m. Krakowa. PIG, Kraków. UMK Kraków.
- CHOWANIEC J., FREIWALD P., NESCIERUK P., PATORSKI R. 2006 – Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów na których ruchy te występują w obrębie dzielnic VIII–XIII m. Krakowa. PIG, Kraków. UMK Kraków.
- CHOWANIEC J., FREIWALD P., NESCIERUK P., PATORSKI R. 2007 – Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów na których ruchy te występują w obrębie dzielnic XIV–XVIII m. Krakowa. Państw. Inst. Geol., UMK Kraków.
- CZERNEK M. 2025 – Ruchy masowe ziemi – realizacja obowiązków i zadań przynależnych do organu administracji samorządowej. Przegląd Geologiczny, 73 (6): 555–566.
- CZERNEK M., BOBROWSKI D. 2022 – Protokół obserwacji osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85894) w miejscowości Kraków. UMK Wydział Kształtowania Środowiska, Kraków.
- CZERNEK M., ŚWIT Ł. 2022 – Protokół obserwacji osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85911) w miejscowości Kraków. UMK Wydział Kształtowania Środowiska, Kraków.
- CZERNEK M., ŚWIT Ł. 2024 – Protokół obserwacji osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85894) w miejscowości Kraków. UMK Wydział Kształtowania Środowiska, Kraków.
- CZERNEK M., ŚWIT Ł. 2025 – Protokół obserwacji osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85904) w miejscowości Kraków. UMK Wydział Środowiska, Klimatu i Powietrza, Kraków.
- CZERNEK M., ŻABCZAK A. 2024 – Protokół obserwacji osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85904) w miejscowości Kraków. UMK Wydział Kształtowania Środowiska, Kraków.
- CZERNEK M., ŚWIT Ł., BOBROWSKI D. 2026 – Sprawozdanie z pomiarów inklinometrycznych wykonanych dla realizacji monitoringu węglanego w ramach prowadzonego „Rejestru terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których ruchy te występują” w punkcie pomiarowym zlokalizowanym w rejonie ul. Petöfięgo w Krakowie. UMK Wydział Środowiska, Klimatu i Powietrza, Kraków.
- GRABOWSKI D., RĄCZKOWSKI W. 2007 – Geozagrożenia w Polsce – osuwiska. Dodatek lobbingowy do „Rzeczpospolitej”. Warszawa.
- GRADZIŃSKI R. 1956 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Niepołomice (974). Wyd. Geol. Warszawa.
- ISDP UMK – Internetowy System Danych Przestrzennych, Urząd Miasta Krakowa, Kraków, 2025.
- JANCZYKOWSKI J. 2000 – Twierdza Kraków. W: Encyklopedia Krakowa. Red. prowadzący Antoni Henryk Stachowski. Warszawa–Kraków: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2000.
- KAMIENIARZ S., WÓDKA M., WÓJCIK A. 2018a – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10000, pow. Kraków miasto, woj. małopolskie. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- KAMIENIARZ S., WÓDKA M., WÓJCIK A. 2018b – Karta rejestracyjna terenu, na którym występują ruchy masowe ziemi (numer ewidencyjny: 12-61-011-085902) w miejscowości Kraków. Państw. Inst. Geol.-PIB, Kraków.
- KAMIENIARZ S., WÓDKA M., WÓJCIK A. 2018c – Karta rejestracyjna osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85894) w miejscowości Zesławice. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- KAMIENIARZ S. 2021a – Karta rejestracyjna terenu, na którym występują ruchy masowe ziemi (numer ewidencyjny: 12-61-011-085904) w miejscowości Kraków. Państw. Inst. Geol.-PIB, Kraków.
- KAMIENIARZ S. 2021b – Predykcja zagrożenia osuwiskowego miasta Krakowa z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i metod geostatystycznych. Rozprawa doktorska. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- KAMIENIARZ S. 2022a – Karta rejestracyjna osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85894) w miejscowości Kraków. Centrum Geozagrożeń, Państw. Inst. Geol.-PIB.
- KAMIENIARZ S. 2022b – Podatność osuwiskowa obszaru Krakowa. Przegląd Geologiczny, 70 (9): 701–712.
- KAMIENIARZ S., WÓDKA M. 2022 – Karta rejestracyjna osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85911) w miejscowości Kraków. Centrum Geozagrożeń, Państw. Inst. Geol.-PIB.
- KAMIENIARZ S. 2024 – Karta rejestracyjna terenu, na którym występują ruchy masowe ziemi (numer ewidencyjny: 12-61-011-085894) w miejscowości Kraków. Państw. Inst. Geol.-PIB, Kraków.
- KONDYJOWSKI M. 2025 – Operat techniczny. Monitoring powierzchniowy osuwiska Nad Baranówką. Gmina Miejska Kraków, Archiwum UMK, Kraków.
- KOS J., WÓJCIK A. 2021 – Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie osuwisk na terenie fliszu karpackiego. Przegląd Geologiczny, 69 (12): 825–834.
- KOŚCIK P., GRODŹ R., KOŚCIK M. 2023 – Projekt wykonawczy Budowa układu drogowego – odcinek 2 od km 651+800 do km 658+896,30 TOM II.4.15. Zabezpieczenie osuwiska wzdłuż ulicy Zesławickiej od km 0+434,08 do km 0+660,34. Egis Poland Sp. z o.o., Warszawa.
- KOŚCIK P., GRODŹ R., KOŚCIK M. 2024a – Projekt wykonawczy Budowa układu drogowego – odcinek 2 od km 651+800 do km 658+896,30 TOM II.4.15. Zabezpieczenie osuwiska wzdłuż ulicy Zesławickiej od km 0+434,08 do km 0+660,34. Egis Poland Sp. z o.o., Warszawa.
- KOŚCIK P., GRODŹ R., KOŚCIK M. 2024b – Projekt wykonawczy Budowa układu drogowego – odcinek 2 od km 651+800 do km 658+896,30 TOM II.4.15. Zabezpieczenie osuwiska wzdłuż ulicy Zesławickiej od km 0+434,08 do km 0+660,34. Egis Poland Sp. z o.o., Warszawa.
- KWIECIEŃ S., CIURUŚ K. 2015 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich w podłożu projektowanego budynku mieszkalnego jednorodzinnego, parter + poddasze użytkowe, bez podpiwniczenia, z zewnętrznymi instalacjami, zbiornikiem podziemnym na gaz i zbiornikiem szczelnym na ścieki sanitarne, wraz z rozbiórką istniejącego budynku gospodarczego, na działce nr 255/3, w miejscowości Kraków, obręb 3 Nowa Huta, ul. Nad Baranówką. Archiwum UMK, Kraków.
- LEŚNIAK J., HREBENDA M., ORLAK M., WIEHLE D. 2017 – Projekt rekultywacji terenu nieczynnej kopalni ilów ceramiki budowlanej „Zesławice” w Krakowie. Archiwum UMK, Kraków.
- MAZUR K., PITERA P., KUSZYK R. 2022 – Dokumentacja badań podłoża gruntowego dla obszaru osuwiska w rejonie węzła „Kraków–Mistrzejowice” dla inwestycji: Kontynuacja projektowania i budowa drogi ekspresowej S7 od granicy województwa świętokrzyskiego do Krakowa, odcinek: węzeł Widoma (bez węzła) – Kraków (z włączeniem do węzła Nowa Huta)”. Odcinek 1 od km 640+600 do km 651+800. Odcinek 2 od km 651+800 do km 658+896,30. Gülermak Sp. z o.o., Warszawa.
- MIESZKOWSKI R., BIELECKI K., LEŚNIEWSKA M. 2022 – Raport z Badań Geofizycznych Badania geofizyczne metodą tomografii elektrooporowej oraz metodą sejsmiczną MASW dla rejonu osuwiska 85894 i 85902, wzdłuż ul. Zesławickiej w Krakowie. RM TERRA, Piastów.
- POPRAWA D., RĄCZKOWSKI W. 2003 – Osuwiska Karpat. Przegląd Geologiczny, 51 (8): 685–692.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi. Dz.U.2007.121.840 z dnia 2007.07.06 (akt nieobowiązujący).

- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót których wykonywanie wymaga uzyskania koncepcji – tekst jedn. Dz.U.2023.155 z dnia 2023.01.20.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Dz. U. z 2012 r., poz. 463.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dz.U.2016.2033 z dnia 2016.12.15.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 4 grudnia 2020 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi. Dz.U.2020.2270 z dnia 2020.12.17.
- RÓŻAŃSKI P., ŁOPUSZYŃSKA M. 2021 – Dodatek do dokumentacji dla rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich dla inwestycji rekultywacji terenów poeksploatacyjnych kopalni ilów ceramiki budowlanej „Zesławice” obręb 3 jednostka ewidencyjna Nowa Huta w Krakowie – dla budowy sieci monitoringu w rejonie prowadzonej rekultywacji terenu po odkrywkowej kopalni ilów na części działek 225, 226, 227, 228, 229, 250, 251, 252, 253/1, 253/2, 254/1, 254/2, 262/1, 262/2, 263, 264/60; 264/61; 264/62; 264/63; 264/64, 264/65, 267, 317/2, 493/2 obr. 3, j. ewid. Nowa Huta w Krakowie. Geoprofil, Usługi Geologiczne i Inżynierskie, Powiatowe Archiwum Geologiczne UMK, Kraków.
- RÓŻAŃSKI P., ŁOPUSZYŃSKA M. 2022 – Dodatek nr 2 do dokumentacji dla rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich dla inwestycji rekultywacji terenów poeksploatacyjnych kopalni ilów ceramiki budowlanej „Zesławice” obręb 3 jednostka ewidencyjna Nowa Huta w Krakowie – dla uszczegółowienia rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich w rejonie projektowanych prac rekultywacyjnych terenu po odkrywkowej kopalni ilów na części działek 225, 226, 227, 228, 229, 250, 251, 252, 253/1, 253/2, 254/1, 254/2, 262/1, 262/2, 263, 264/60; 264/61; 264/62; 264/63; 264/64, 264/86, 267/3, 317/2, 493/2 obr. 3, j. ewid. Nowa Huta. Geoprofil, Usługi Geologiczne i Inżynierskie, Powiatowe Archiwum Geologiczne UMK, Kraków.
- RÓŻAŃSKI P., ŁOPUSZYŃSKA M. 2023 – Dokumentacja geologiczna dla założenia punktu wgłębnego monitoringu instrumentalnego dla prowadzenia obserwacji przemieszczeń mas ziemnych, zlokalizowanego na działce nr 366, obr. 3, jedn. ewid. Nowa Huta w rejonie ul. Petöfięgo w Krakowie. Gmina Miejska Kraków, Powiatowe Archiwum Geologiczne UMK, Kraków.
- RÓŻAŃSKI P., ŁOPUSZYŃSKA M. 2025 – Dokumentacja geologiczna dla założenia punktów wgłębnego monitoringu instrumentalnego dla prowadzenia obserwacji przemieszczeń mas ziemnych na terenie osuwisk o numerach 85 909 działki 336/2 i 346/2 oraz 85 884 działka 199 obr. 3, jedn. ewid. Nowa Huta w rejonie ul. Sandora Petöfięgo, Gustawa Morcinka, Nad Baranówką w Krakowie. Powiatowe Archiwum Geologiczne UMK, Kraków.
- SYSTEM Midas 2025 – System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski MIDAS, Państw. Inst. Geol.-PIB.
- SZCZUREK W., KRĘCISZ K., WOJTURSKA M., WIĘCŁAWSKI M., GÓRNIK J., ZIENTEK Ł., SOBKÓW M., KOSIÓROWSKI K., JANOTA A., KLIBER E. 2016 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska określająca warunki geologiczno-inżynierskie na potrzeby posadawienia obiektów budowlanych inwestycji liniowej, jaką jest droga ekspresowa S-7 w ramach zadania inwestycyjnego pn.: „Wykonanie dokumentacji projektowej w stadium koncepcji programowej dla przedsięwzięcia pn. „Budowa drogi ekspresowej S-7 na odcinku Moczydło (granica z woj. Świętokrzyskim) – Szczepanowice – Widoma – Zastów – Kraków (do węzła „Igołomska”) – odcinek III: węzeł „Widoma” (bez węzła) – Kraków (z włączeniem do węzła „Igołomska”) – długość ok. 18,30 km”. JAF-Geotechnika, Powiatowe Archiwum Geologiczne UMK, Kraków.
- ŚWIT Ł., CZERNEK M. 2024 – Protokół obserwacji osuwiska (numer ewidencyjny 12-61-011-85911) w miejscowości Kraków. UMK Wydział Kształtowania Środowiska, Kraków.
- TRUTY A., GWÓZDŹ R. 2022 – Ekspertyza geotechniczna – Wykonanie ekspertyzy geotechnicznej dotyczącej stateczności osuwiska w rejonie węzła Mistrzejowice. Politechnika Krakowska KGiWM, Kraków.
- UCHWAŁA NR LXIV/820/09 Rady Miasta Krakowa z dnia 4 lutego 2009 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Zesławice” w Krakowie. Dz. Urz. Woj. Małopolskiego Nr 82, poz. 557 z dnia 20 lutego 2009 r.
- UCHWAŁA NR CIX/2894/18 Rady Miasta Krakowa z dnia 12 września 2018 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego „Dla wybranych obszarów przyrodniczych Miasta Krakowa” – etap A. Dz. Urz. Woj. Małopolskiego z dnia 3 października 2018 r., poz. 6561.
- UCHWAŁA NR LXXXVII/2423/22 Rady Miasta Krakowa z dnia 8 czerwca 2022 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Łowińskiego”. Dz. Urz. Woj. Małopolskiego z dnia 20 czerwca 2022 r., poz. 4215.
- USTAWA z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane. Dz. U. z 2025 r. poz. 418.
- USTAWA z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Dz. U. z 2024 r. poz. 82.
- USTAWA z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. Dz.U. z 2026 r. poz. 647.
- USTAWA z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Dz.U. z 2024 r. . poz.1130 ze zm.
- USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze. Dz.U z 2026 r. poz. 69.
- WNUK M., BANEK I., LESIAK M., SASSAK D. 2019 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla budowy estakady oraz węzła Mistrzejowice w ciągu drogi ekspresowej S-7 w km 653+500–655+300 w ramach zadania inwestycyjnego przedsięwzięcia pn.: „Budowa drogi ekspresowej na odcinku Moczydło (granica z woj. świętokrzyskim) – Szczepanowice – Widoma – Zastów – Kraków (do węzła „Igołomska”): Odcinek III: węzeł "Widoma" (bez węzła) – Kraków (z włączeniem do węzła "Igołomska") – długości ok. 18,3 km”. Aqua Soli Mariusz Wnuk, Powiatowe Archiwum Geologiczne, Kraków.
- WÓDKA M., KAMIENIARZ S. 2018 – Objasnienia do Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10000, pow. Kraków miasto, woj. małopolskie. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- WÓDKA M. 2019 – Działalność górnicza jako jeden z czynników wpływających na rozwój osuwisk. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 477: 123–130.
- WÓJCIK A., KRZYSIEK U. 2012 – Mapy dokumentacyjne osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, Miasto Kraków, dzielnice VIII–IX oraz XII–XVIII. Państw. Inst. Geol.-PIB Oddział Karpacki, UMK, Kraków.
- WÓJCIK A. 2015 – Procesy osuwiskowe. [W:] Baćcik M., Degórska B. (red.), Środowisko przyrodnicze Krakowa, Zasoby – Ochrona – Kształtowanie. IG i GP UJ, Kraków.
- WÓJCIK A., KAMIENIARZ S., WÓDKA M., BIAJGO A., JANECZEK A., WALATEK M. 2019 – Atlas osuwisk miasta Krakowa. UMK, Wydział Kształtowania Środowiska, Kraków.
- WÓJCIK A., LEWANDOWSKI J. 2020 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Niepołomice (974), Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- WÓJCIK A., LEWANDOWSKI J. 2021 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Niepołomice (974), Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- ZAJĄC J. 2016 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich dla inwestycji rekultywacji terenów poeksploatacyjnych kopalni ilów ceramiki budowlanej „Zesławice”, obręb 3 jednostka ewidencyjna Nowa Huta w Krakowie. Powiatowe Archiwum Geologiczne, Kraków.
- ZAJĄC J. 2017 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich dla inwestycji pn.: „Budowa sieci kanalizacji sanitarnej DN250 mm kam. w ul. Nad Baranówką, dz. nr 257/1, 491 obr. 3 Nowa Huta w Krakowie”. Powiatowe Archiwum Geologiczne, Kraków.
- ZAJĄC J. 2018 – Raport z wyników II serii pomiarowej wykonanej w kolumnach inklinometrycznych OT2 i OT5 na terenach poeksploatacyjnych kopalni ilów ceramiki budowlanej „Zesławice”, obręb 3 jednostka ewidencyjna Nowa Huta w Krakowie. AVAGEO, Kraków. Powiatowe Archiwum Geologiczne, Kraków.

Praca wpłynęła do redakcji 3.02.2026 r.
Akceptowano do druku 11.02.2026 r.