

Danuta Ilcewicz-Stefaniuk, Michał Stefaniuk

Procesy osuwiskowe w dolinie Wisły

Landslide processes in the Vistula river valley

Streszczenie: Strome skarpy doliny i pradoliny Wisły oraz ich budowa geologiczna tworzą warunki sprzyjające rozwojowi powierzchniowych ruchów masowych. Czynnikiem katalizującym procesy osuwiskowe jest dynamika rzeki, zwłaszcza w okresach gwałtownych powodzi. Powyższe czynniki uzasadniają wyodrębnienie doliny Wisły jako obszaru zagrożonego procesami osuwiskowymi o względnie jednolitym charakterze. Na podstawie wykonanych badań oraz studiów archiwalnych i literaturowych w dolinie Wisły wydzielono 5 rejonów koncentracji aktywnych osuwisk. Są to: zachodnia część Niziny Nadwiślańskiej, wysoczyzna lessowa okolic Sandomierza, Skarpa Warszawska, rejon Zalewu Włocławskiego oraz rejon Kujaw i dolnej Wisły.

Słowa kluczowe: ruchy masowe, osuwiska, dolina Wisły, inwentaryzacja.

Abstract: Steep escarpments of the Vistula river valley and ice-marginal valley and its geological structure are conducive to development of surface mass movements. A catalyzing factor for landslide processes is the river dynamics, particularly during violent floods. Taking into account those factors, the Vistula river valley could be regarded as more or less homogeneous area endangered by landslide processes. Five zones of landslide concentration were separated along the Vistula river valley based on results of investigations and archive and literature studies. These are: the western boundary of the Nadwiślańska Lowland, loess escarpments close to Sandomierz town (B), escarpment in Warsaw City, the Włocławek artificial lake zone and regions of Kujawy and Lower Vistula river.

Key words: mass movements, landslides, Vistula river valley, inventory

Wstęp

Badania procesów osuwiskowych w dolinie Wisły wykonane zostały w ramach szerszej pracy geologicznej obejmującej rejestrację i inwentaryzację naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju (Lemberger (red.), 2005). W przeprowadzonych pracach dążono do uzyskania możliwie kompletnego obrazu za-

grożeń na badanym terenie. Znacznie większa od przewidywanej skala obserwowanych zjawisk spowodowała konieczność koncentracji badań na wybranych obszarach i strefach szczególnie zagrożonych (Ilcewicz-Stefaniuk i in., 2004).

Strome skarpy doliny i pradoliny Wisły sprzyjają rozwojowi powierzchniowych ruchów masowych. Dodatkowym czynnikiem katalizującym procesy osuwiskowe jest dynamika rzeki, szczególnie w okresach gwałtownych wezbrań powodziowych. Te czynniki uzasadniają, w opinii autorów, wyodrębnienie doliny Wisły jako względnie jednolitego obszaru zagrożonego procesami osuwiskowymi. W dolinie Wisły zinwentaryzowano w postaci kart dokumentacyjnych 84 osuwiska i inne powierzchniowe ruchy masowe oraz zaobserwowano i odnotowano do udokumentowania liczne obiekty o mniejszych rozmiarach lub o mniejszej skali zagrożenia (Ilcewicz-Stefaniuk i in., 2005b). Jest to jednak ilość dalece niewystarczająca w stosunku do skali zjawisk geodynamicznych występujących na tym obszarze.

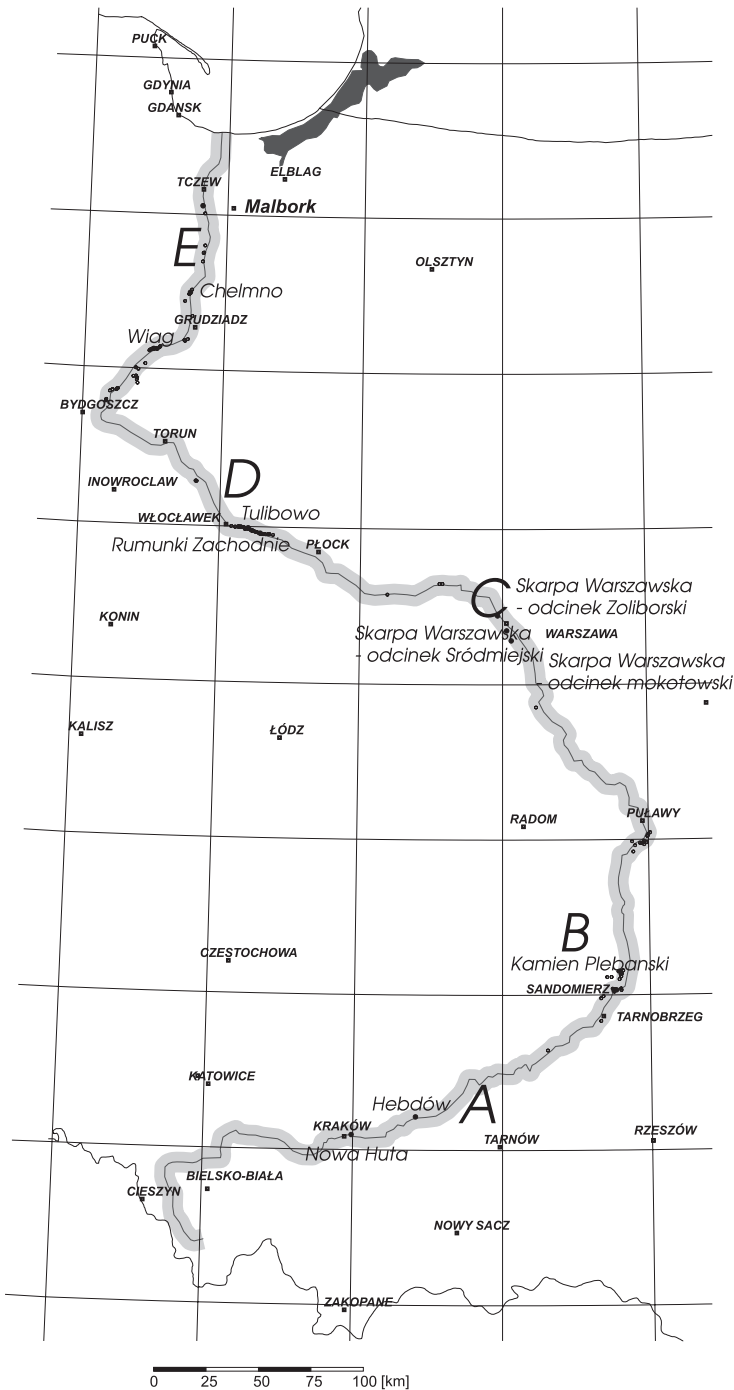
Dla wybranych osuwisk, stwarzających istotne zagrożenie dla otoczenia, wykonane zostały dokładne pomiary geodezyjne, badania geoelektryczne metodą tomografii opornościowej i płytkie wiercenia geologiczne. Celem tych prac było przygotowanie wstępnych danych do opracowania cyfrowych modeli osuwisk i wstępne ich rozpoznanie poprzedzające ewentualne rutynowe monitorowanie procesów osuwiskowych (Ilcewicz-Stefaniuk i in., 2005a).

Biorąc pod uwagę zespoły osuwisk o podobnej genezie i podobnych uwarunkowaniach geologicznych i geomorfologicznych oraz strefy ich koncentracji w dolinie Wisły, wyodrębniono rejonny objęte względnie intensywnymi procesami osuwiskowymi (Ilcewicz-Stefaniuk i in., 2005b; Ilcewicz-Stefaniuk, Stefaniuk, 2006). Idąc z biegiem rzeki, są to: zachodnia część Niziny Nadwiślańskiej (A), wysoczyzna lessowa okolic Sandomierza (B), Skarpa Warszawska (C), rejon Zalewu Włocławskiego (D), Kujawy i dolina dolnej Wisły (E) (ryc. 1). Przedstawiony podział uwzględnia najważniejsze, w opinii autorów, czynniki decydujące o rozwoju powierzchniowych ruchów masowych (obecność skarpy wysoczyzn i pradolin, erozji rzecznej itp.) oraz koncentracji obserwowanych zjawisk i procesów.

Uwarunkowania i charakterystyka procesów osuwiskowych

A. Nizina Nadwiślańska

Nizina Nadwiślańska stanowi najbardziej na zachód wysuniętą część Kotliny Sandomierskiej. Obejmuje szeroką dolinę Wisły od Krakowa po Zawichost. Szerokość doliny wynosi od 8 do 12 km, a rzeka mocno meandruje. Dolinę wypełniają czwartorzędowe osady rzeczne o miąższości kilkunastu metrów. Wyróżnia się tu terasę zalewową, wyższą terasę piaszczystą (częściowo z wydmami) oraz terasę pokrytą lessem. Od południa z Niziną Nadwiślańską łączą się odcinki ujściowe i stożki napływowe rzek karpackich: Raby, Dunajca i Wisłoki. Pod piaskami i madami osadzonymi przez rzeki zalegają osady morskiego miocenu. Od północnego zachodu



Ryc. 1. Obszar badań z lokalizacją wybranych, udokumentowanych osuwisk
 Fig. 1. Study area with location of selected, catalogued landslides

Nizinę Nadwiślańską ogranicza kilkudziesięciometrowa krawędź erozyjna Wysoczyzny Małopolskiej pokryta ilastymi utworami miocenu i plejstoceniowymi lessami, w której rozwijają się procesy osuwiskowe (Starkel (red.), 1995). Sprzyjające warunki geologiczne do ich rozwoju tworzą lessy leżące na ilach mioceniowych i utworach rzecznych, a także silnie meandrująca, podcinająca skarpę i spychana stózkami napływowymi rzek karpaccich, Wisła. W rejonie tym, w okolicach Nowego Brzeska, usytuowana jest rozległa strefa osuwiskowa. Ciągnie się ona lewą stroną rzeki od Krakowa przez Hebdów, aż po Śmiłowice i Witów. Występujące tu osuwiska są stabilne w cyklu wieloletnim. Jednakże ich aktywność zależy od ilości opadów atmosferycznych oraz od poziomu wody w Wiśle. Na tym terenie zinventaryzowano i udokumentowano dwa duże osuwiska: w Nowej Hucie i w Hebdowie (ryc. 1; Ilcewicz-Stefaniuk, Stefaniuk, 2006).

B. Okolice Sandomierza

Osuwiska okolic Sandomierza zlokalizowane są na krawędzi Wyżyny Sandomiersko-Opatowskiej. Główny element morfologii tego rejonu to wysoczyzna lessowa, porożcinana przez liczne doliny erozyjne i wąwozy lessowe, o wysokich, pionowych lub prawie pionowych ścianach. Budują ją plejstoceniowe lessy, o miąższości około 20 m, leżące na fluwioglacjalnych i fluwialnych piaskach i glinach. Dominującym rodzajem rozwiniętych tutaj powierzchniowych ruchów masowych są obrywy i spłyzywania. Uaktywnienie tych zjawisk obserwuje się zazwyczaj w czasie roztopów lub w okresie długotrwałych i intensywnych opadów. Aktywność osuwisk występujących w okolicach Sandomierza jest stosunkowo niewielka. Dominują osuwiska mało aktywne (Borecka, Kaczmarczyk, 2005). Rejon Sandomierza jest jednak gęsto zaludniony i intensywnie zagospodarowany, stąd też nawet niewielkie i mało aktywne ruchy masowe stwarzają duże zagrożenie dla budynków mieszkalnych i gospodarczych oraz infrastruktury technicznej, zwłaszcza dróg. Znacząco zagrożone są ponadto pola uprawne i łąki. Na tym terenie opisano i udokumentowano kilka osuwisk w rejonie Kamienia Plebańskiego.

C. Rejon Skarpy Warszawskiej

Skarpa Warszawska stanowi granicę między Równiną Warszawską a doliną Wisły. Równina Warszawska jest zdenudowaną wysoczyzną zbudowaną z osadów zlodowacenia środkowopolskiego i opada 20–30-metrową skarpą do doliny Wisły. W obrębie Skarpy Warszawskiej istnieją korzystne warunki dla rozwoju ruchów masowych spowodowane występowaniem plioceniowych iłów poznańskich o specyficznych własnościach reologicznych. Pod wpływem wody dochodzi do rozwarstwienia tych utworów, które prowadzi do ich uplastycznienia, a nawet upłynnienia ilasto-piaszczystego materiału (Banach, 1977). Także układ stropu pliocenu w skarpie wpływa na charakter powierzchniowych ruchów masowych. Tam, gdzie strop tych osadów znajduje się powyżej średniego poziomu Wisły i nachylony jest w stronę rzeki, obserwuje się zsuwy utworów plejstoceniowych i holoceniowych po powierzchni stropu pliocenu (Wysokiński, 1984). Zagrożeniem dla stateczności

Skarpy Warszawskiej jest również wzmożony ruch pojazdów, awarie sieci wodociągowej oraz inne czynniki wynikające ze stopnia jej zurbanizowania. W strefie tej znajdują się osuwiska stwarzające istotne zagrożenie dla budynków oraz infrastruktury komunalnej Warszawy (Koryczan, Mżyk, 2004).

D. Rejon Zalewu Włocławskiego

Rejon wypełniającego Kotlinę Płocką Zalewu Włocławskiego, a szczególnie jego prawy brzeg pomiędzy Włocławkiem a Płockiem, jest fragmentem największego na Niżu Polskim obszaru osuwiskowego. Znajdują się tu duże osuwiska występujące m.in. w rejonie Tulibowa i Rumunek Zachodnich. Lewe zbocze Kotliny Płockiej jest łagodne, natomiast prawy, podcinany przez Wisłę brzeg jest bardzo stromy. Różnica wysokości między dnem doliny a sąsiednią wysoczyzną morenową przekracza 50 m. W skład Kotliny Płockiej wchodzi rozległa, piaszczysta terasa z formami polodowcowymi i wydymami na lewym brzegu Wisły oraz terasa zalewowa, przekształcona pod koniec lat sześćdziesiątych w zbiornik retencyjny nazwany Zalewem Włocławskim. Powstanie tego zbiornika zmieniło w sposób istotny środowisko przyrodnicze w jego otoczeniu. W wyniku spiętrzenia rzeki zalaniu uległo około 22 km² terenów nadbrzeżnych. Na podmytym przez zbiornik prawym zboczu doliny wystąpiły procesy abrazyjne, które uruchomiły procesy osuwiskowe.

W poziomie zwierciadła zbiornika występują, podobnie jak w Skarpie Warszawskiej, plioceńskie iły poznańskie. Ich strop nachylony jest w kierunku lustra wody. Czynniki te stwarzają dogodne warunki do powstawania groźnych i intensywnie rozwijających się osuwisk, zaś niszczenie brzegu powodowane jest głównie przez abrazję wywołaną silnym falowaniem (Banach, 1977). Strefa przez wzgląd na specyficzną budowę geologiczną, uwarunkowania geodynamiczne oraz oddziaływanie zbiornika wodnego należy do najbardziej zagrożonych rozwojem powierzchniowych ruchów masowych w kraju.

E. Rejon Kujaw i dolnej Wisły

Wysokie i strome zbocza doliny Wisły w jej dolnym biegu sprzyjają rozwojowi procesów osuwiskowych. Budowa geologiczna obszaru ukształtowana została głównie przez procesy glacialne i postglacialne. Omawiany region zajmują kotliny: Toruńska i Grudziądzka. Powstały one w miejscach zmiany kierunku pierwotnego spływu wód Prawisły z zachodniego na północno-zachodni (Kotlina Toruńska) i na północno-wschodni (Kotlina Grudziądzka).

Osuwiska tworzą się tutaj w wysokich (22–55 m) zboczach pradoliny Wisły (osuwiska w rejonie Wiągu i Chełmna) oraz w wąwozach rozcinających jej krawędzie (osuwisko w rejonie Malborka) (Ilcewicz-Stefaniuk i in., 2005a, b; Ilcewicz-Stefaniuk, Stefaniuk, 2006). Są one wywołane erozją boczną Wisły, wysiękami wód gruntowych oraz złym odprowadzeniem wód opadowych i roztopowych z pól uprawnych wysoczyzny. W okresach intensywnych opadów i zwiększonego przepływu wody w rzece będą powstawać z dużym nasileniem.

Wnioski

Wszystkie osuwiska doliny Wisły należą do osuwisk gruntowych i występują w utworach plejstoceńskich i holocenijskich. W nielicznych stwierdzono występowanie utworów neogenu. W obrębie osuwisk najpospolitsze są piaski, gliny morenowe i żwiry, a w rejonie Wyżyny Małopolskiej także lessy. Praktycznie wszystkie osuwiska są aktywne, najczęściej w cyklu jedno-, dwuletnim, a rzadziej wieloletnim; aktywność ta uwidacznia się niewielkimi przemieszczeniami, głównie w czasie bardzo intensywnych opadów atmosferycznych i wysokich powodziowych stanów Wisły i jej dopływów. Zdecydowana większość osuwisk to typowe zsuwy i obrywy, rzadziej osypiska. Najczęściej zagrażają one lasom, a rzadziej łąkom. Najważniejszą przyczyną powstawania osuwisk w opisywanym rejonie jest erozja boczna Wisły i jej dopływów. W przypadku osuwisk występujących w okolicach Zalewu Włocławskiego czynnikiem dodatkowym jest abrazja brzegowa spowodowana silnym falowaniem wody.

Największe zagrożenia osuwiskami w dolinie Wisły występują na brzegach Zalewu Włocławskiego, w rejonie Dobrzyń n. Wisłą. Tempo cofania się skarpy jest spore, a linia brzegowa zbiornika ulega częstym zmianom.

Inwentaryzacja wykonana w dolinie Wisły objęła tylko część obiektów osuwiskowych i niezbędna jest jej kontynuacja. W związku ze stosunkowo szybkim rozwojem procesów osuwiskowych obok ich jednorazowego rozpoznania niezbędna będzie ich systematyczna obserwacja zwłaszcza na obszarach o zwiększonej aktywności. W strefach stwarzających zagrożenie dla budynków, dróg i innych elementów infrastruktury cywilizacyjnej niezbędne jest prowadzenie rutynowego monitorowania rozwoju procesów osuwiskowych z wykorzystaniem środków dostosowanych do skali i intensywności zjawiska oraz stopnia zagrożenia. W rejonie wysokiego zagrożenia istotną rolę spełniać mogą badania geofizyczne dostarczające danych do konstrukcji modeli cyfrowych obiektów.

Praca została wykonana na podstawie wyników opracowania pt. „Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych (szczególnie osuwisk i innych zjawisk geodynamicznych) na terytorium Polski” zamówionego przez Ministerstwo Środowiska i finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Wykorzystano również wyniki badań wykonanych w ramach działalności statutowej Zakładu Geologii Podstawowej i Ochrony Środowiska WGGiOŚ AGH; umowa nr: 11.11.140.447.

Literatura

- Banach M., 1977. Rozwój osuwisk na prawym zboczu doliny Wisły między Dobrzyńem a Włocławkiem. *Prace Geogr. IGPZ PAN* 124.
- Borecka A., Kaczmarczyk R., 2005. Powierzchniowe ruchy masowe w utworach lessowych Lubelszczyzny i w rejonie Sandomierza. W: *Mat. seminarium: „Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych) na terenie całego kraju”*, Kraków, 23.11.2005, s. 35–36.

- Ilcewicz-Stefaniuk D., Lemberger M., Magiera J., Rybicki S., Słomka T., Stefaniuk M., 2004. Landslide hazard in Poland: review and database. 32nd International Geological Congress, Florence, Italy, August 20–28, 2004, abstracts. Poster 146-23.
- Ilcewicz-Stefaniuk D., Czerwiński T., Koryczan A., Targosz P., Stefaniuk M., 2005a. Landslides survey in the northeastern Poland. Proceedings of the conference: “Mass movement hazard in various environments”: October 20–21, 2005, Kraków, PGI, Spec. Papers, 20: 67–73. Warszawa.
- Ilcewicz-Stefaniuk D., Kaczmarczyk R., Koryczan A., Stefaniuk M., 2005b. Powierzchniowe ruchy masowe w dolinie Wisły. Mat. seminarium: „Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych) na terenie całego kraju”, Kraków, 23.11.2005, s. 33–34.
- Ilcewicz-Stefaniuk D., Stefaniuk M., 2006. Investigations of mass movements hazard in the Vistula river valley. W: The abiotic environment – evaluation of changes and Hazards – case studies, 16–17 October 2006, Warszawa, Poland: abstracts and field trip guide-book. Polish Geological Institute, Warszawa, s. 30–31.
- Koryczan A., Mżyk S., 2004. Sprawozdanie z inwentaryzacji osuwisk lub innych przejawów powierzchniowych ruchów masowych na obszarze Mazowsza, Pojezierza Mazurskiego i Pojezierza Wschodniopomorskiego. Archiwum PBG, Warszawa.
- Lemberger M. (red.), 2005. Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych) na terenie całego kraju. Sprawozdanie końcowe. CAG. Warszawa.
- Starkel L. (red.), 1995. Evolution of the Vistula river valley during the last 15 000 years. Part V. Geographical Studies PAN. Special Issue No. 8. Wrocław.
- Wysokiński L., 1984. Analiza warunków geologicznych i prognoza stateczności Skarpy Warszawskiej dla celów zagospodarowania przestrzennego, zabezpieczeń i ochrony środowiska w dzielnicy Śródmieście i Żoliborz. Zakład Prac Geologicznych, Warszawa.

