

Tomasz BARDEL

„Geogrunť PPUP Sp. z o.o., Tarnów

O ANTROPOGENICZNYCH PRZYCZYNACH POWSTANIA OSUWISKA NA ZBOCZU BYŁEJ KOPALNI IŁÓW „KANTORIA” W TARNOWIE

Streszczenie. Osuwiska powodują poważne straty materialne oraz szkody w środowisku. Istotnym jest określenie przyczyny wystąpienia osuwiska na konkretnym zboczu, bowiem wielu badaczy traktuje powierzchniowe ruchy masowe jako zdarzenia wywołane jedynie siłami natury. Wpływ bezpośredniej i pośredniej działalności człowieka na powstawanie osuwisk jest rozważany jedynie przez nielicznych badaczy, pomimo że dla wielu osuwiskowych obszarów zurbanizowanych jest on decydujący. Analizowany przykład nietypowego osuwiska w centrum Tarnowa ukazuje wpływ działań człowieka na powstanie osuwiska. Czynnikiem uaktywniającym to osuwisko były intensywne opady deszczu i wiosenne roztopy. Osuwisko nie zaistniałoby jednak pomimo opadów, gdyby nie doszło do przeciążenia zbocza nasypami gliniasto – iłowymi. Zmiana punktu widzenia na przyczyny powstawania wielu osuwisk jest bardzo istotna i pozwala dostrzec, oprócz przyczyn naturalnych, również istotny wpływ działalności człowieka. Skuteczne w zakresie przeciwdziałania wystąpieniu wielu osuwisk pochodzenia antropogenicznego mogą być instrumenty prawne, przypisujące sprawcy odpowiedzialność za wyrządzoną szkodę.

THE ANTHROPOGENIC CAUSES OF LANDSLIDE ON THE SLOPE OF FORMER CLAY PIT "KANTORIA" IN TARNOW

Summary. The landslides cause severe damages to the property and environment. The reasons of the slope landslide are crucial. Most of the researchers see landslides as ordinary events, caused by the forces of nature. Only a few researchers consider human involvement on landslides. In fact, the human activities causing the most landslides are, in the urbanized areas. The investigated example is the uncommon landslide in center of Tarnow, which shows human influence on the landslide. The heavy rain fall and spring thaw caused the landslide. However, there would be no landslide despite the rain, if the slope was not dumped with clay embankment. Recognizing and taking into consideration the human factor on the formation of the landslides, should change the point of view on the cause of landslides. The landslides should not be seen only as a natural cause, but also from human activity. The legal actions that will impose punishment for the accountable of the landslides should prevent negative consequences of the anthropogenic landslides.

1. Wstęp

Poważne szkody materialne, które zaistniały w roku 2010 skutkiem licznych osuwisk, zwróciły uwagę wielu badaczy oraz opinii publicznej na problem powierzchniowych ruchów masowych. Dane Państwowego Instytutu Geologicznego określają liczbę osuwisk w Karpatach na 50 – 60 tys. [23]. Według szacunków Małopolskiego Urzędu Wojewódzkiego koszty „katastrofy osuwiskowej” w roku 2010 w województwie małopolskim wyniosły ponad 1,5 mld zł, a uszkodzonych zostało blisko 200 km dróg, kilkadziesiąt km sieci wodno-kanalizacyjnych i ponad 200 budynków [11]. Głównymi tematami wielu badań są ustalenia miejsc i ilości powstałych osuwisk, określenie strat materialnych wywołanych osuwiskami oraz sprawy rejestracji osuwisk, ich monitoringu i stabilizacji. Przyczyny wystąpienia osuwiska dla wielu badaczy nie stanowią istotnego punktu rozważań, wobec zasadniczego traktowania powierzchniowych ruchów masowych jako procesów naturalnych. Podejście takie jest zbytnim uproszczeniem. Problem osuwisk winien być rozpatrywany kompleksowo w kategoriach sił przyrody, działalności człowieka, możliwości zapobiegania ruchom masowym ziemi, przy uwzględnieniu technicznych możliwości i kosztów stabilizowania już zaistniałych osuwisk oraz wielu aspektów prawnych.

2. Przyczyny powstawania osuwisk

Zgodnie z definicją zawartą w ustawie Prawo ochrony środowiska ruchy masowe ziemi to powstające naturalnie lub na skutek działalności człowieka osuwania, spełzania lub obrywania powierzchniowych warstw skał, zwietrzliny i gleby [19].

Przyczyny wystąpienia osuwisk mogą być naturalne bądź antropogeniczne. Naturalnymi przyczynami osuwisk są skutki działania sił przyrody, takie jak podcinanie zboczy przez cieki, abrazja morska, zmiany obciążenia zbocza osadami (np. narastanie pokryw zwietrzelinowych, namywanie lub zmywanie osadów, akumulacja eoliczna itp.), zmiany warunków hydrogeologicznych, rozwój pęknięć i szczelin w wyniku działalności roślin i zwierząt, rozwój sufozji w zboczu itp. [5;9]. W Karpatach erozja w obrębie dolin rzecznych (szczególnie abrazja boczna) jest częstą przyczyną powstawania osuwisk.

Antropogeniczne przyczyny powstania osuwisk to przede wszystkim podcinanie skarp i zboczy, zmiany ukształtowania terenów, obciążanie lub odciążanie stoków, oddziaływania dynamiczne (wstrząsy), zmiany sposobu użytkowania terenu (wylesienie, zadarnianie, orka), czy zmiany warunków wodnych [5]. Wpływ działalności człowieka może bezpośrednio

lub pośrednio prowadzić do powstania w danym miejscu osuwiska. Bezpośredni wpływ na powstanie osuwiska może mieć podcięcie zbocza wykopami czy przeciążenie zbocza nasypami, lub obiektami budowlanymi. Pośredni wpływ objawia się często zmianami ukształtowania poprzez zestromienie terenów, zmianę sposobu użytkowania gruntów, czy ukierunkowanie wód na zbocza.

Podatność stoku na osuwanie jest uzależniona od wielu czynników. Wystąpienie impulsu uaktywniającego ruch osuwiskowy na konkretnym zboczu jest jedynie odniesione do zbocza podatnego na osuwanie na skutek tego właśnie czynnika. Istotnym czynnikiem uaktywniającym wiele konkretnych osuwisk (wrażliwych na ten właśnie czynnik) w roku 2010 były intensywne opady atmosferyczne.

Wielu badaczy traktuje osuwiska jako zdarzenia „losowe” (nieprzewidywalne), sugerując, że nie jest znany obszar, który będzie narażony na osuwanie i w związku z tym może on podlegać jedynie analizie statystycznej [11]. Takie podejście prowadzi do założenia, że przy określonej sumie opadów (autorzy wyróżniają 3 progi określające intensywność i charakter powstawania osuwisk) w obszarze potencjalnie zagrożonym (Karpaty) osuwisko może wystąpić praktycznie na każdym zboczu [11]. Takiego podejścia nie potwierdzają badania niektórych zagranicznych i polskich naukowców, dotyczące wpływu działalności człowieka na uaktywnianie osuwisk. Zgodnie z informacjami zawartymi w artykule Małgorzaty Bajgier-Kowalskiej działalność człowieka jest istotną przyczyną powstawania oraz odmładzania osuwisk [1]. Przeanalizowane przez autorkę dane z literatury światowej wskazują, że 80% osuwisk, jakie zanotowano w Kalifornii po 1970 roku [wg T.H. Nilsen i B.L. Turner, 1975] oraz 90% w Pensylwanii, zostało spowodowanych sztuczną interwencją człowieka [wg R.P. Briggs i in., 1975]. Z prac J. Malgota (1980), A. Nemcoka (1982) oraz J. Malgota i F. Baliniaka (2002) wynika, że na Słowacji 90% wszystkich osuwisk, jakie powstały w ciągu ostatnich 30 lat i które spowodowały największe zniszczenia, było efektem bezpośredniej lub pośredniej działalności człowieka [1].

W Polsce jedynie w nielicznych opracowaniach geomorfologicznych dostrzega się istotny wpływ czynnika antropogenicznego [1;9]. E. Goryczyca określa procentowy udział osuwisk powstałych w dorzeczu Łososiny w latach 1997 - 2000, w wyniku działalności czynników antropogenicznych na 31% [9]. W opracowaniu tym brak danych określających, jaki procent tych osuwisk uaktywnionych antropogenicznie wystąpił na zboczach zabudowanych, gdzie straty materialne są największe. Wiele osuwisk naturalnych powstaje w związku z erozją licznych potoków, powodując degradację terenów leśnych bądź łąk, gdzie straty materialne są znacznie mniejsze.

W 2010 roku autor brał udział w badaniach geologicznych (kartowanie, sondowania geotechniczne, pomiary) kilkunastu osuwisk, powodujących znaczne szkody lub zagrażających budownictwu i infrastrukturze. Spośród 14 przebadanych terenów osuwiskowych 11 zaistniało wskutek pośredniej lub bezpośredniej działalności człowieka [22;26;27;28;29;30].

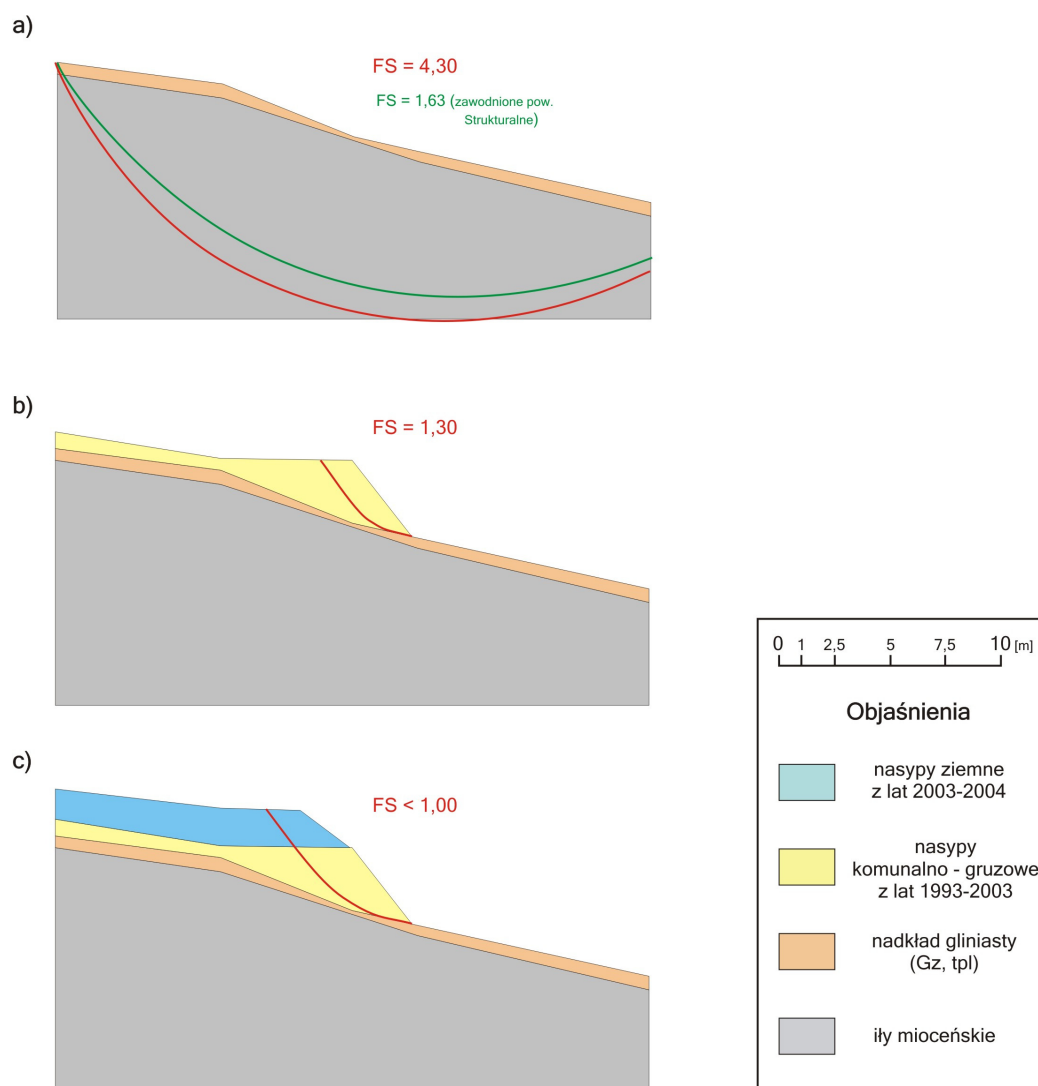
3. Osuwisko w centrum miasta

W latach 1902 – 1906 na peryferiach Tarnowa, na obszarze ~13 ha byłego folwarku „Kantorya” powstała cegielnia [13]. Eksploatowała ona występujące w tym rejonie płytko pod powierzchnią terenu łył mioceny, należące do warstw grabowieckich [10]. Kopalnia „Kantoria” funkcjonowała do roku 1980 [13]. W wyniku eksploatacji powstało wyrobisko o głębokości kilkunastu metrów, którego dno o powierzchni około 2 ha wypełniła woda, tworząc rodzaj stawu [2]. Obecnie teren pokopalniany mieści się w śródmiejskiej dzielnicy Tarnowa, w sąsiedztwie parku wodnego, terenów budownictwa wielorodzinnego (bloków mieszkaniowych) i jednorodzinnego oraz ogródków działkowych. Skarpa wschodnia tego wyrobiska powstała wskutek przepchnięcia nadkładu i w trakcie eksploatacji surowca miała stosunkowo niewielkie nachylenie rzędu 15° , gdyż tamtą drogą odbywał się transport urobku. Po zakończeniu eksploatacji na tę skarpę usypywano nasypy o różnym składzie [2]. W roku 2006 doszło do powstania na skarpie wschodniej osuwiska, w bezpośrednim sąsiedztwie budynków wielorodzinnych (fot. 1).



Fot. 1. Osuwisko na skarpie wyrobiska cegielni „Kantoria”. Tarnów, maj 2007
Phot. 1. Landslide on the slope of the clay pit „Kantoria”. Tarnow, May 2007

Celem rozpoznania warunków geologicznych na zboczu wschodnim wykonano 12 otworów geotechnicznych przewiercających nasypy dla określenia rodzaju gruntów podłoża oraz ich struktury [27]. Aby określić stateczność stoku, wykonano modelowania stateczności w najniekorzystniejszym przekroju, z wykorzystaniem metod równowagi granicznej (podane wartości wskaźnika stateczności FS wg metody Morgensterna-Price'a). Najpierw dokonano modelowania stateczności pierwotnego stoku wschodniego przed obciążeniem go nasypami, wykorzystując parametry wytrzymałości na ścinanie z dokumentacji geotechnicznej amfiteatru, który miał powstać na zboczach wyrobiska [24]. Założone parametry wytrzymałości na ścinanie (spójność $c_u = 53$ kPa; kąt tarcia wewnętrznego $\varphi_u = 12^0$) są generalnie zgodne z badaniami iłów mioceńskich innych wyrobisk kopalnianych zlokalizowanych w obrębie Zapadliska Przedkarpackiego [8]. W wyniku modelowania otrzymano wskaźnik stateczności $FS = 4,30$. Stosując parametry iłów mioceńskich na zawodnionych powierzchniach strukturalnych ($c_u = 13$ kPa; $\varphi_u = 8,5^0$) określone przez A. Borecką i R. Kaczmarczyka [3], wskaźnik stateczności wyniósł $FS = 1,63$. Wyniki te wskazują, że po zakończeniu eksploatacji skarpa w iłach zachowywała stateczność, nawet przy nasyceniu wodą (rys. 1a).



Rys. 1. Wyniki modelowania stateczności wschodniego zbocza wyrobiska kopalni „Kantoria” w Tarnowie: a) zbocze po zakończeniu eksploatacji (przed 1993 r.); b) zbocze pokryte nasypami komunalno – gruzowymi (stan przed 2003 r.); c) zbocze pokryte nasypami ziemnymi (stan na 2006 r.) – **przekroczenie równowagi granicznej i rozwój osuwiska**

Fig. 1. The results of Eastern slope stability analysis of the clay pit “Kantoria” in Tarnow: a) slope at the end of clay mining (befor 1993); b) slope covered with municipal – debris embankments (before 2003); c) slope covered with earth embankments (as for 2006) – **exceeding the limit equilibrium and the occurrence of landslide**

Wykonane na wschodnim zboczu w latach 1993 - 2003 nasypy gruzowo – komunalne utworzyły liczne skarpy i „kopce” [2]. Ze względu na dobrą przepuszczalność tych nasypów wody opadowe wymywały i przemieszczały drobne treści nasypowe w dół stoku. Proces ten zachodził szczególnie dynamicznie w okresach opadów intensywnych i krótkotrwałych (opad burzowy). Skarpy nasypowe powstałe na zboczu iłowym zachowywały stateczność przy wysokości rzędu 3,2 m i kącie nachylenia około 50 stopni. Wyniki modelowania odwrotnego, szczególnie zalecanego dla tego typu nasypów [4;6], pozwalają określić w przybliżeniu parametry wytrzymałości na ścinanie takich nasypów: $c_u = 5$ kPa; $\varphi_u = 19^\circ$.

Otrzymane wyniki dobrze korelują się z parametrami dla odpadów komunalnych z badań M. Cały i S. Olesiaka [4]. Wyliczony analitycznie przez autora dokumentacji geotechnicznej [27] wskaźnik stateczności $FS = 1,37$ (wg metody Felleniusa) potwierdza obecnie przeprowadzone badania modelowa ($FS = 1,30$). Zarówno skarpy nasypów gruzowo – komunalnych, jak i całe zbocze zachowywały stateczność (rys. 1b).

Czynnikiem decydującym o rozwoju osuwiska było pokrycie górnej części stoku nasypami pochodzącymi z budowy bloków mieszkaniowych powyżej wschodniej skarpy wyrobiska w latach 2003 – 2004. Masy ziemne z wykopów fundamentowych (głównie gliny zwięzłe i ły) zostały nasypane na skarpe, na wcześniejsze nasypy. Spulchnione grunty zwięzłe spoiste utworzyły pokrywę łatwo nasycającą się wodą, ale trudno odsączalną. Badania makroskopowe dość jednorodnych nasypów ziemnych pozwoliły określić ich stan (wykazywały stan miękkoplastyczny) i przyporządkować parametry wytrzymałościowe jak dla gruntów rodzimych w analogicznym stanie (wg normy PN-B-03020 dla glin zwięzłych typy „C” i $I_L = 0,50$; spójność $c_u = 8$ kPa, a kąt tarcia wewnętrznego $\varphi_u = 10^0$). Badania modelowe wykazały, że wskutek przeciążenia zbocza nasypami ziemnymi doszło do osunięcia nasypów komunalno–gruzowych oraz nasypów ziemnych (rys. 1c) i przemieszczenia ich w dół stoku ($FS < 1,0$).

Ten specyficzny przypadek pozwala prześledzić zależności, w wyniku których doszło do powstania osuwiska. Czynnikiem uaktywniającym ruch osuwiskowy były intensywne opady deszczu i wiosenne roztopy w roku 2006 z infiltracją wody powodującą nasycenie nasypów ziemnych. Osuwisko nie zaistniałoby jednak pomimo opadów, gdyby nie doszło do przeciążenia zbocza nasypami gliniasto – iłowymi (potwierdzają to badania modelowe oraz zachowanie stateczności skarpy w okresie opadów w roku 1997). Naturalna przyczyna przypisywana większości zaistniałych w 2010 roku osuwisk, w związku z infiltracją wód opadowych, nie może być traktowana jako jedyny, zasadniczy czynnik.

Czynnik uaktywniający ruchy masowe ziemi w postaci opadów atmosferycznych jest wielce istotny i jest oczywiste, że występował on wielokrotnie w przeszłości i ponownie wystąpi. Nie jest jednak przypadkowe, że tylko na niektórych stokach karpackich dochodzi do powstania osuwisk. W okresie ostatnich 10 tysięcy lat występowały okresy o wyższej sumie opadów niż obecnie (mezoholocen) [12]. Zanotowano również dwa okresy o szczególnie wysokich opadach (wczesny atlantyk oraz początek subboreału) i wiązano z tym wystąpienie licznych ruchów masowych (~ 8 ka BP oraz $\sim 4,5$ ka BP) [12]. Współcześnie, pomimo mniejszej ilości opadów, osuwiska uaktywniają się w wielkiej liczbie i prowadzą do ogromnych strat materialnych. Pozwala to przypuszczać, że w uaktywnianiu

się wielu osuwisk decydujące są czynniki pozaśrodowiskowe, a więc pośredni i bezpośredni wpływ działalności człowieka.

4. Instrumenty prawne w aspekcie osuwisk

Uaktywnienie osuwiska jest procesem nieodwracalnym i dlatego przywrócenie środowiska do stanu poprzedniego jest praktycznie niemożliwe. Stabilizacja osuwiska jest wielce kosztowna i w wielu przypadkach przekracza wartość zniszczonych obiektów. Najistotniejsze jest więc przeciwdziałanie uaktywnianiu osuwisk przy ukształtowaniu postaw i działań zmierzających do zminimalizowania niekorzystnych ingerencji w środowisko. Instrumenty prawne są w tym zakresie jednym z istotnych elementów ochrony środowiska. Podstawowymi aktami prawnymi regulującymi sprawę dot. osuwisk są: ustawa Prawo ochrony środowiska [19], ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych [18] oraz ustawa Prawo budowlane [17].

Ustawa Prawo ochrony środowiska definiuje pojęcie ruchów masowych ziemi. Precyzuje również, że ochrona powierzchni ziemi dokonuje się w szczególności przez: ograniczanie zmian naturalnego ukształtowania oraz zapobieganie ruchom masowym ziemi i ich skutkom (art. 101).

Odniesienia do ruchów masowych ziemi na gruntach rolnych i leśnych określa ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Zgodnie z nią ochrona tych gruntów polega m.in. na zapobieganiu procesom degradacji gruntów powstającym wskutek ruchów masowych ziemi (art. 3). Ustawa precyzuje, że właściciel gruntów stanowiących użytki rolne jest zobowiązany do przeciwdziałania degradacji gleb, w tym szczególnie erozji i ruchom masowym ziemi (art. 15). Ustawa zobowiązuje osobę powodującą utratę lub ograniczenie wartości użytkowej gruntów do ich rekultywacji na własny koszt, natomiast jeśli degradacja nastąpiła w wyniku klęsk żywiołowych lub ruchów masowych ziemi rekultywacji dokonuje właściwy organ (starosta lub dyrektor regionalnej dyrekcji Lasów Państwowych). Ustawa nakłada na starostę (względnie na DRLP) obowiązek kontroli, obejmującej przeciwdziałanie ruchom masowym ziemi (art. 27).

W szczególnym przypadku na zasadach określonych w ustawie o szczególnych zasadach odbudowy, remontów i rozbiórek obiektów budowlanych zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku działania żywiołu organem właściwym jest wójt, burmistrz lub prezydent miasta. Ten szczególny przypadek dotyczy gmin lub miejscowości wskazanych w rozporządzeniu do ww. ustawy, w których stosuje się szczególne zasady odbudowy, remontów i rozbiórek

obiektów budowlanych, a także szczególne zasady zagospodarowania terenów oraz zasady i tryb nabywania nieruchomości w związku z osunięciem ziemi.

Z odmiennym podejściem do problemu osuwisk mamy do czynienia w ustawie Prawo budowlane. Przepisy stanowią, że właściciel lub zarządca obiektu budowlanego jest zobowiązany zapewnić bezpieczne użytkowanie obiektu w razie wystąpienia czynników zewnętrznych, związanych z działaniem człowieka lub sił natury, takich jak m.in. osuwiska ziemi (art. 61). W przypadku stwierdzenia, że obiekt budowlany może zagrażać życiu lub zdrowiu ludzi, bezpieczeństwu mienia lub środowisku, właściwy organ (w większości przypadków Powiatowy Inspektor Nadzoru Budowlanego) nakazuje usunięcie stwierdzonych nieprawidłowości (art. 66). Jeśli na skutek realizacji robót budowlanych lub niewłaściwego użytkowania obiektu budowlanego wykonujący roboty lub właściciel (zarządca) obiektu spowoduje zagrożenie lub powoduje szkody, zostaje zobowiązany do usunięcia nieprawidłowości. Sytuacja komplikuje się w przypadku, gdy dokonano zmian w środowisku (np. poprzez podcięcie zbocza) przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę lub po zakończeniu budowy. W takim przypadku organem nakazującym naprawienie szkody jest starosta. Postępowania takie są jednak rzadkością – w starostwie powiatowym w Dębicy na kilkaset osuwisk ani razu nie nakazano rekultywacji terenu osuwiskowego [31]. Podobnie sytuacja przedstawia się w starostwie tarnowskim.

W stosunku do osoby, której działania spowodowały powstanie osuwiska zagrażającego mieniu innych osób, mają zastosowanie przepisy Kodeksu Cywilnego. Artykuł 147 stanowi, że właścicielowi nie wolno dokonywać robót ziemnych w taki sposób, żeby to groziło nieruchomościom sąsiednim utratą oparcia. Przypisanie odpowiedzialności sprawcy szkody ustawodawca dokonał w art. 415 poprzez sformułowanie: Kto z winy swej wyrządził drugiemu szkodę, obowiązany jest do jej naprawienia. Przepis ten nakazuje sprawcy naprawienie szkody wyrządzonej pokrzywdzonemu i jest jednocześnie podstawą do roszczenia poszkodowanego o naprawienie szkody bądź to przez przywrócenie stanu poprzedniego, bądź to przez zapłatę odpowiedniej sumy pieniężnej.

W obu opisanych powyżej przypadkach najistotniejsze znaczenie będzie miało, czy uaktywnienie osuwiska było zdarzeniem niezależnym od działania względnie zaniechania konkretnych osób, czy też jest rezultatem działania siły wyższej (następstwem działania sił natury). Podejście wielu badaczy do osuwisk jako naturalnych zdarzeń „losowych” sugeruje brak powiązania działań człowieka z wystąpieniem osuwisk i wskazuje na brak odpowiedzialności za spowodowanie zagrożenia lub wywołanie szkody w środowisku, nawet w przypadkach zawinionych przez ludzi.

5. Podsumowanie

Powierzchniowe ruchy masowe ziemi były w przeszłości i są współcześnie jednym z podstawowych czynników kształtujących rzeźbę terenów, szczególnie górzystych. Dowody osuwania się gruntów w przeszłości są udokumentowane [14] i przejawiają się m.in. występowaniem poziomów gleb kopalnych w profilu zbocza [25]. Najczęściej ruchy masowe ziemi uaktywniają się w okresach katastrofalnych opadów atmosferycznych, lecz fakt zaistnienia osuwiska na danym terenie nie jest przypadkowy. Podatność terenów na osuwanie pod wpływem konkretnego impulsu uaktywniającego warunkują czynniki naturalne i antropogeniczne. Na wystąpienie osuwisk generujących największe straty materialne często decydujący jest wpływ pośredniej i bezpośredniej działalności człowieka. Po wystąpieniu osuwiska przywrócenie środowiska do stanu poprzedniego jest praktycznie niemożliwe, a koszty stabilizacji zaistniałego osuwiska są ogromne. Dlatego wielce istotne jest dostrzeżenie i podkreślenie związku działań ludzkich z ruchami masowymi ziemi oraz kształtowanie w społeczeństwie postaw braku akceptacji dla czynności sprzyjających wystąpieniu osuwiska. Prowadzone przez Państwowy Instytut Geologiczny działania w ramach tzw. Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej w latach 2006 – 2018 pochłonęły kwotę około 90 mln zł [23]. Z tej kwoty jedynie 340 tys. zł (0,37%) zostanie przeznaczony na upowszechnianie informacji o geozagrożeniach w formie szkoleń, konferencji i publikacji skierowanych głównie do administracji publicznej i środowisk naukowych [23]. Podniesienie powszechnej świadomości społecznej w zakresie wpływu działań ludzkich na wystąpienie osuwisk pozwoliłoby skutecznie wykorzystywać instrumenty prawne w ochronie środowiska. Przykładem skutecznego wykorzystywania instrumentów prawnych jest surowe egzekwowanie wysokich kar za wycinkę drzew bez zezwolenia (ustawa o ochronie przyrody). Można polemizować z wysokością kar i trybem uzyskiwania zezwolenia, ale za sukces trzeba uznać rozpowszechnienie tego przepisu w społeczeństwie. Występujące powszechnie podcinanie skarp, wykonywanie nasypów i dociążanie zboczy, niekorzystne zmiany ukształtowania powierzchni terenów nachylonych, kierunkowanie odpływów wód na zbocza, i inne działania ludzkie sprzyjające ruchom masowym ziemi są akceptowane, a wielu badaczy traktuje osuwiska jako procesy naturalne.

BIBLIOGRAFIA

1. Bajgier-Kowalska M.: Rola gospodarczej działalności człowieka w powstawaniu i odmładzaniu osuwisk w Karpatach fliszowych. *Folia Geographica. Series Geographica-Physica*. Vol. XXXV-XXXVI 2004-2005, s. 11-30.
2. Bardel L.: Zagrożenia osuwiskowe na terenach zurbanizowanych. *Ekologia* nr 1, 2008.
3. Borecka A., Kaczmarczyk R.: Czynniki wpływające na parametry wytrzymałości na ścinanie w strefach zagrożeń osuwiskowych na przykładzie odkrywek węgla brunatnego. *Geologia*. Tom 34. Zeszyt 4, Wyd. AGH, Kraków 2008.
4. Cała M., Olesiak S.: Analiza stateczności zboczy drugiej kwatery nowego składowiska odpadów komunalnych w Zakopanem. *Górnictwo i Geoinżynieria*. Rok 31. Zeszyt 3, Wyd. AGH, Kraków 2007.
5. Cała M.: Osuwiska w Polsce i na świecie. *Nowoczesna Budownictwo Inżynieryjne*. Maj-czerwiec 2009.
6. Cała M., Betlej M.: Trójwymiarowa analiza stateczności zbocza w skomplikowanych warunkach geologicznych. *Górnictwo i Geoinżynieria*. Rok 34. Zeszyt 2, Wyd. AGH, Kraków 2010.
7. Cała M., Adamczyk J., Kowalski M.: Przestrzenna analiza stateczności składowiska odpadów komunalnych Zaniówka II. *Górnictwo i Geoinżynieria*. Rok 35. Zeszyt 2, Wyd. AGH, Kraków 2011.
8. Cała M., Olesiak S.: Metoda wyznaczania wybranych właściwości wytrzymałościowych ilów górniooceńskich rejonu Krakowa na podstawie badań sondą wkręcaną WST. *Górnictwo i Geoinżynieria*. R. 35. Zeszyt 2, Wyd. AGH, Kraków 2011.
9. Gorczyca E.: Przekształcanie stoków fliszowych przez procesy masowe podczas katastrofalnych opadów (dorzecze Łososiny). Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2004.
10. Konior K.: Geologia okolicy Tarnowa. *Ann. UMCS Ser. B*. 1. s. 2 - 61, Lublin 1946.
11. Marciniec P. i in.: Uaktywnienie osuwisk w polskich Karpatach fliszowych w 2010 roku. *Posiedzenia Naukowe PIG. Oddział Karpacki*, 2010.
12. Mojski J.E.: Ziemia polska w czwartorzędzie. *Zarys morfogenezy*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2005.
13. Potępa S. i in.: Tarnów-Grabówka. Wielki przewodnik. *Tranów* 2007.

14. Rączkowski W.: Zagrożenia osuwiskowe w polskich Karpatach. *Przegląd Geologiczny*, 55, 638, 2007.
Normy i prace niepublikowane
15. PN-B-03020:1981 – Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
16. Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r. - Kodeks cywilny (Dz.U. 1964 nr 16 poz. 93 ze zm.).
17. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2010 r. nr 243, poz. 1623 ze zm.).
18. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych. (Dz.U. z 2004 r. nr 121, poz. 1266 ze zm.).
19. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. (Dz.U. z 2008 r. nr 25, poz. 150 ze zm.).
20. Ustawa z dnia 11 sierpnia 2001 r. o szczególnych zasadach odbudowy, remontów i rozbiórek obiektów budowlanych zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku działania żywiołu (Dz.U. nr 84, poz. 906 ze zm.).
21. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2004 Nr 92 poz. 880 ze zm.).
22. Karty rejestracyjne osuwisk: 12-16-022-003358/2 Chojnik; 12-16-132/1 Grabno; 12-16-092/2 Nowodworze; 12-16-092/6 Poręba Radlna; 12-16-042/36 Szczepanowice; 12-16-065/22 Zalasowa; 12-16-092/4 Zawada; 12-16-092/4 Zbylitowska Góra; 12-16-092/5 Zgłobice. 2009 – 2010.
23. Działania resortu środowiska w zakresie Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej w Polsce. Ministerstwo Środowiska. Warszawa 2010.
Materiały dokumentacyjne „Geogrunty” PPUP spółka z o.o.
24. Dokumentacja geotechnicznych warunków posadowienia obiektu amfiteatru przy ul. J. Piłsudskiego w Tarnowie, 2008.
25. Dokumentacja określająca warunki gruntowo – wodne dot. obszaru położonego na zachód od ul. Wielopolskiej w Dębicy zagrożonego ruchami masowymi gruntów na stoku naturalnym wraz z drogą miejską ul. Wielopolską Boczna, 2005.
26. Notatki z terenowych wizji geotechnicznych: Poręba Radlna; Szynwałd; Zawada; Zbylitowska Góra; Zgłobice. 2010.
27. Ekspertyza geologiczna pocegielnianego wyrobiska „Kantoria”. Tarnów 1993 – 2006.
28. Dokumentacje geotechnicznych warunków posadowienia: Olszyny; Dębica, Lichwin, Wola Lubecka. 2009 – 2011.

29. Ekspertyzy geotechniczne osuwisk: Góra Marcina – Tarnów; Zalasowa; Grabno. 2009 – 2010.
30. Dokumentacja geologiczno – inżynierska rozpoznania osuwiska przy szkole podstawowej w Chojniku. 2010.
31. Klasyfikacja terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi na terenie powiatu dębickiego. 2008 – 2011.

Abstract

The landslides cause severe damage to property and environment. Landslides are the result of the forces of nature (natural), and as a result of direct and indirect human activities (anthropogenic). Activating factor in many landslides are rainfall. However, not every slope is prone to landslides due to rainfall. Very often the transformation of the slope as a result of human activity is decisive. Analyzed case of landslide in the center of Tarnow shows transformations of the slope, resulting in the landslide occurred. Since the beginning of the twentieth century in this place mined clay. There was a clay pit, with the eastern slope in clay. The results of calculations (*according to the limit equilibrium method*) confirm that the eastern slope had stability ($FS = 4,30$), even when fully saturated with water ($FS = 1,63$). After the exploitation clay (after 1993) on the eastern slope embanking garbage, debris and soil. Municipal-debris embankments was well water-penetrable and subject only flowed. Despite heavy rain in 1997, covered these slope stability embankments had stability ($FS = 1,30$). In 2003, on the area above the slope began performing residential blocks. Masses earth (mostly clay) from the excavation covered the eastern slope. Loosened clay embankments absorbed water from rainfall. In 2006, these embankments caused overload and occurrence of the eastern slope landslide ($FS < 1.0$). This example shows the impact of human activities on the occurrence of landslides. The easy way to show that the occurrence of landslides on the slopes is subject to specific factors. Rainfalls were in the past and there will be again. Human-induced adverse effects on the slope, they are often decisive for the stability of the slope, as cause changes in the slope equilibrium. Legal regulations on the landslides are less effective, because too often they are considered as unpredictable, natural events. The offender assign responsibility for damage in the environment (for example landslide) is possible, for the recognition human impact on the occurrence of landslides. This situation is however rare. It is common to the embanking and undercutting of slopes, or pouring water on the slope. It is essential to recognize, that the impact of human activities on the occurrence of landslides is significant, and are essential legal actions, the offender assign responsibility for the damage.