

Leopold Czarnecki, Jan Goździk

OSUWISKA W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM I ICH SZCZEGÓLNY CHARAKTER W WYROBISKU KWB „BEŁCHATÓW”

Ach, jaka piękna katastrofa!

Michael Cacoyannis, 1964

WPROWADZENIE

W wielu krajach, w tym i w Polsce, główne zagrożenie geodynamiczne stanowią osuwiska. W związku z nasilaniem się tych procesów i zagrożeniami, które one powodują, rośnie zainteresowanie problematyką osuwiskową. Znajduje to wyraz w coraz częściej spotykanych publikacjach na ten temat w geologicznych, geologiczno-inżynierskich i geograficznych czasopismach międzynarodowych. Niedawno, w 2004 r., pojawiło się specjalistyczne czasopismo „Landslides” wydawane przez Springer-Verlag. Z inicjatywy International Consortium on Landslides przygotowano też Międzynarodowy Program Osuwiskowy. Projekty realizowane według tego programu stanowią istotny wkład do Międzynarodowej Strategii Ograniczania Katastrof (International Strategy for Disaster Reduction) (Sassa 2004).

W wielu państwach od wielu lat przy służbach geologicznych działają specjalne grupy, a nawet ośrodki zajmujące się problematyką osuwiskową. Na przykład w USA istnieje National Landslide Information Center, a od połowy lat 70. jest tam realizowany program Zagrożenia Osuwiskowe (The Landslide Hazard Program). W Polsce Instytut Geologiczny w 1967 r. przystąpił do rejestracji osuwisk. Jednak w okresie późniejszym zjawiskom tym poświęcano niewiele uwagi. Dopiero niedawno wyraźnie zwiększyło się zainteresowanie zjawiskami o charakterze katastrofalnym i przygotowano *Ustawę o klęsce żywiołowej*¹. W katalogu zjawisk katastrofalnych znalazły się osuwiska. Rada Ministrów podjęła uchwałę o potrzebie rozwiązań organizacyjno-

¹ DzU, nr 26, poz. 558, 22 maja 2002 r.

-prawnych i finansowych dla przeciwdziałania procesom osuwiskowym i ograniczania powodowanych przez nie zagrożeń (Olbrych 2004). Na podstawie umowy kredytowej między Rzeczpospolitą Polską a Europejskim Bankiem Inwestycyjnym powstał rządowy projekt osłony przeciwoświsiskowej i usuwania skutków osuwisk².

Zjawiska osuwiskowe ze szczególnym nasileniem występują w górnictwie odkrywkowym, a ich charakter jest tu bardzo złożony. Ukazują się oddzielne publikacje na ten temat, chociaż niezbyt liczne i z reguły w czasopismach bardzo specjalistycznych. Ta problematyka z różnych powodów jest ważna, czego dowodem jest jeden z dużych projektów międzynarodowych – Large Open Mine Slope Stability Project, wysunięty z inicjatywy 10 wielkich światowych spółek kopalnianych.

W Polsce ogromna większość osuwisk występuje na terenie Karpat; według szacunku Łukasika (2002) – 90%, a zdaniem Poprawy i Rączkowskiego (2003) – nawet 95%. Na pozostałym obszarze kraju częstotliwość ich występowania jest niska, a są też tereny, gdzie jest ona szczególnie niska. Na mapie naturalnych zagrożeń w Polsce (Ilcewicz-Stefaniuk i in. 2004) obszarem, gdzie zaznaczono najmniej stref takich zagrożeń, są Niziny Środkowopolskie, przy czym osuwiska ograniczają się tutaj do dużych dolin rzecznych. Województwo łódzkie położone jest w centralnej części pasa tych Nizin.

W ostatnich 30. latach powstała w woj. łódzkim nowa, kontrastowa sytuacja. W obszarze należącym do najmniej zagrożonych przez procesy osuwiskowe, spowodowane działaniem czynników naturalnych, pojawiła się kopalnia odkrywkowa „Bełchatów”. W jej obrębie natężenie występowania osuwisk oraz ich rozmiary należą do największych w kraju.

WSPÓŁCZESNE OSUWISKA POZA TERENEM KWB BEŁCHATÓW

W centralnej części pasa Nizin Środkowopolskich niska częstotliwość występowania osuwisk spowodowanych czynnikami naturalnymi wynika przede wszystkim z małego udziału stoków o znacznie większym nachyleniu. Większe, glacialne i glacyfluwialne wypukłe formy (moreny czołowe, kemy) ze stadiu warciańskiego uległy znacznemu złagodzeniu w wyniku denudacji w vistuliańskim środowisku peryglacialnym. Współcześnie procesy naturalne, kształtujące strome stoki sprzyjające osuwiskom, wiążą się jedynie z erozją boczną większych rzek. W omawianym obszarze koryta rzek najczęściej rozcinają aluwia den dolinnych, rzadziej nacinają terasę nadzalewową, a jesz-

² *Oslona osuwiskowa...*

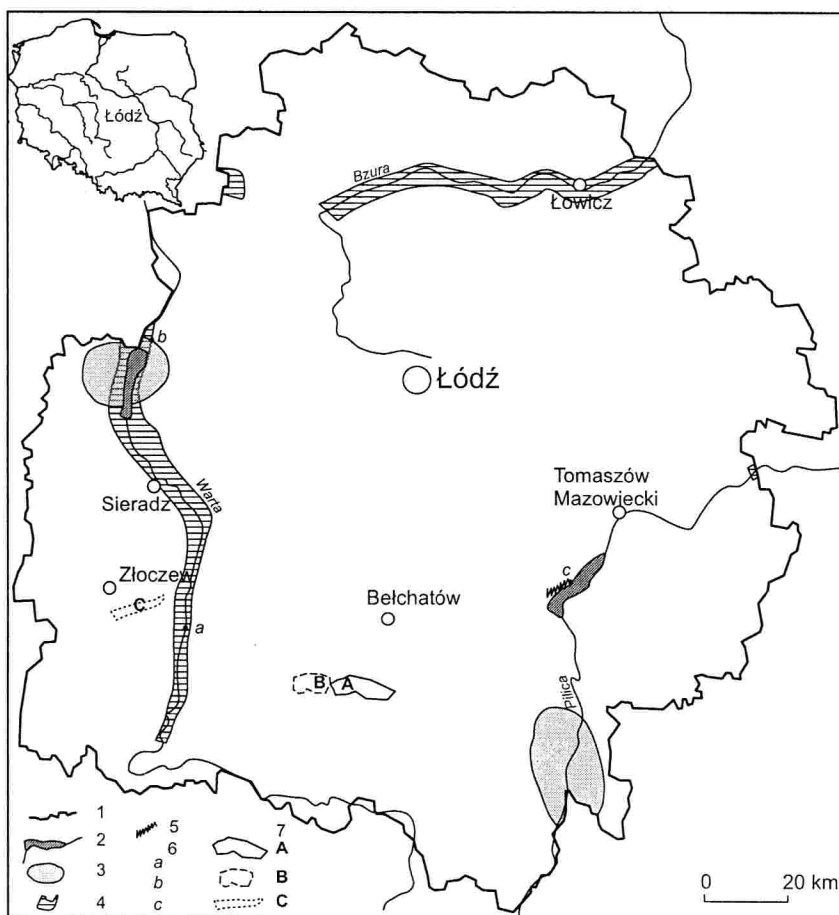
cze rzadziej podcinają tereny wysoczyznowe. Ta prawidłowość widoczna jest także w dolinach dwóch największych rzek regionu – Warty i Pilicy. W przebiegu tych dolin obserwuje się krótkie odcinki zwężeń i długie – rozszerzeń. Z reguły zwężenia występują w miejscach, gdzie doliny przecinają wypukłe formy terenu, utworzone jeszcze w paleogenie i neogenie i zbudowane ze stosunkowo odpornych skał mezozoicznych (piaskowców, wapieni). Stoki dolin bywają tam, zwłaszcza w miejscach podcięć rzecznych, silnie nachylone, lecz skały są mało podatne na procesy osuwiskowe.

W rozszerzeniach dolin Warty i Pilicy rzeki te, w nielicznych miejscach, podcinają tereny wysoczyznowe zbudowane z utworów czwartorzędowych. Budowa geologiczna tych utworów sprawia, że znaczna ich część jest podatna na procesy osuwiskowe. Jednak ze względu na krótkie odcinki z podciętymi osadami czwartorzędowymi częstość występowania osuwisk jest mała. Równocześnie niewielkie wysokości względne powodują, że stoki w miejscach podcięć są krótkie, a rozmiary osuwisk – małe. Tylko nieliczne osuwiska osiągnęły tam większe rozmiary.

W dolinie Warty, na odcinku przebiegającym przez województwo łódzkie, największe jest osuwisko w Konopnicy (rys. 1, 2, 3). Budowę geologiczną osadów widocznych w południowej ścianie stosunkowo świeżej niszy osuwiskowej przedstawił Dylik (1960). Natomiast analizą całego osuwiska zajął się, w ramach pracy magisterskiej, Fojcik (1960). Z jego wyników skorzystał Pietruszewski (1992), który po dodatkowych badaniach szczegółowiej przedstawił omawianą formę.

Z materiałów geologicznych wynika, że wysoczyzna jest tutaj zbudowana z dwóch glin morenowych, rozdzielonych w południowej części przez przesycone wodą, piaszczyste osady kopalnej doliny, zawierające też domieszkę materiału organicznego. Obecność tych osadów sprzyjała zainicjowaniu osuwiska, które jednak rozwinęło się głównie w obrębie glin.

Forma ta była również przedmiotem badań Bezkowskiej (2001), która określiła rozciągłość osuwiska wzdłuż kierunku ruchu na 60 m, a w kierunku prostopadłym do niego na 125 m (rys. 2). Z mapy opracowanej przez Fojcika (Pietruszewski 1992) wynika, że pierwsza z wymienionych wartości była wcześniej większa i wynosiła ok. 75 m. Zwężenie osuwiska nastąpiło w wyniku stałego podcinania go przez rzekę (fot. 1). Na podstawie tej samej mapy, a także przekroju oraz obserwacji własnych, można oszacować, że w 1959 r. powierzchnia osuwiska wynosiła ok. 6000 m², a miąższość koluwiów ok. 25 000 m³. Jest to osuwisko rotacyjne z dobrze wykształconymi skibami. Koluwia zbudowane są z dwóch warstw glin, których kolejność zachowała się w skibach (rys. 3). Korzenie drzew i krzewów utrwaliły osuwisko. Należy podkreślić, że silne podcinanie wysokiego brzegu doliny Warty nie ogranicza się do odcinka z osuwiskiem w Konopnicy.

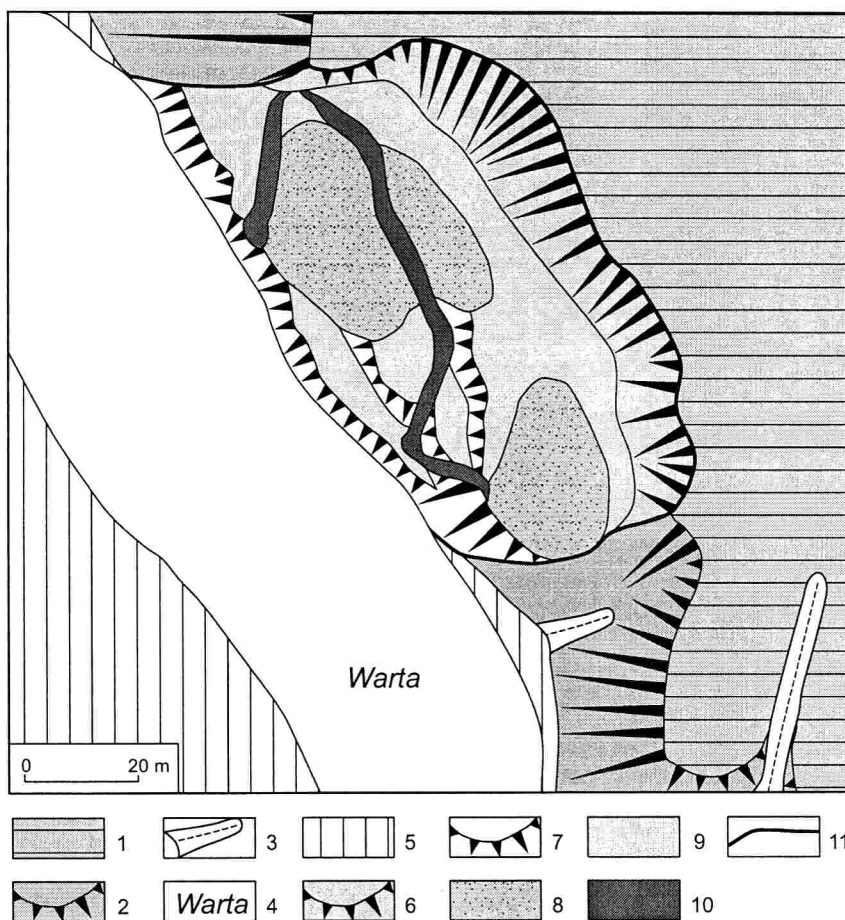


Rys. 1. Obszary zagrożeń osuwiskowych i lokalizacja większych osuwisk w województwie łódzkim

1 – granice województwa, 2 – ważniejsze rzeki, 3 – intensywne osuwiska wg Ilcewicz-Stefaniuk (2004), 4 – doliny rzeczne zagrożone osuwiskami wg Ilcewicz-Stefaniuk (2004), 5 – obszar zagrożony osuwiskami wg Rączkowskiego (2007), 6 – większe osuwiska w dolinach: a) Konopnica, b) Siedlątków, c) Barkowice Mokre, 7 – wyrobiska kopalń węgla brunatnego: A) kopalni „Bełchatów” z licznymi osuwiskami, B) budowanej kopalni „Szczerców” z pojawiającymi się osuwiskami, C) złożo projektowanej kopalni „Złoczew” zagrożonej osuwiskami

Fig. 1. Areas threatened with landslide processes and localization of greater landslips in Łódź district

1 – district borders, 2 – more important rivers, 3 – frequently occurring landslides by Ilcewicz-Stefaniuk (2004), 4 – river valleys endangered with landslides formation by Ilcewicz-Stefaniuk (2004), 5 – area endangered with landslide processes by Rączkowski (2007), 6 – greater landslides in river valleys: a) Konopnica, b) Siedlątków, c) Barkowice Mokre, 7 – brown coal opencast excavations: A) „Bełchatów” opencast with numerous landslides, B) a new built „Szczerców” opencast with forming landslides, C) deposits of a designed „Złoczew” opencast endangered with landslide processes

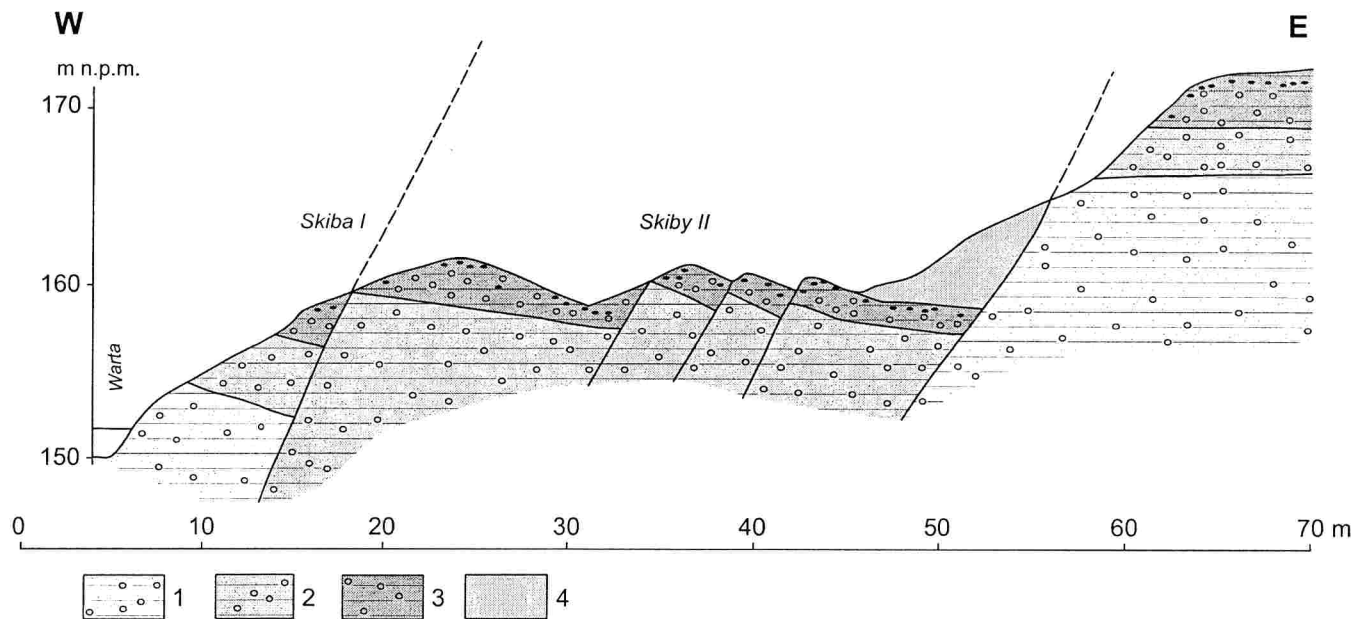


Rys. 2. Mikrorzeźba osuwiska koło Konopnicy wg Bezkowskiej (2001)

1 – wysoczyzna, 2 – stok wysoczyzny, 3 – niecki denudacyjne, 4 – rzeka, 5 – terasa zalewowa, 6 – ściana niszy osuwiskowej, 7 – stoki zerw, 8 – pagóry osuwiskowe, 9 – płaskie powierzchnie zerw, 10 – obniżenia wewnątrz osuwiskowe, 11 – granice osuwiska

Fig. 2. Microrelief of a landslide near Konopnica by Bezkowska (2001)

1 – interfluve, 2 – interfluve slope, 3 – dry valby, 4 – river, 5 – flood terrace, 6 – scarp of crown, 7 – minor scarps, 8 – landslide hillocks, 9 – landslide flat surfaces, 10 – intra-landsliding depressions, 11 – landslide borders



Rys. 3. Przekrój geologiczny osuwiska w Konopnicy wg Fojcika (1960), z uzupełnieniami Pietruszewskiego (1992) i Bezkowskiej (2001)
 1 – glina piaszczysta, zbita, o strukturze gnejsowej, 2 – glina piaszczysta z żyłkami marglistymi, w spągu z przewarstwieniami piasku, 3 – glina piaszczysta z licznymi gładzikami i żyłkami marglistymi, 4 – zwietrzelina piaszczysto-glinasta

Fig. 3. Geological cross-section of a landslide in Konopnica by Fojcik (1960) supplemented by Pietruszewski (1992) and Bezkowska (2001)
 1 – till, compact, of a gneiss structure, 2 – till with marly veinings, in bottom with sand interbreeding, 3 – till with numerous small pebbles and marly veinings, 4 – calluvium



Fot. 1. Osuwisko w dolinie Warty koło Konopnicy (fot. G. Bezowska)
 Photo 1. Landslide in Warta river valley near Konopnica (by G. Bezowska)



Fot. 2. Obrywy w klifie zbiornika Jeziorsko w Siedlątkowie (fot. J. Goździk)
 Photo 2. Falls of Jeziorsko reservoir cliff in Siedlątków (by J. Goździk)



Fot. 3. Osuwisko typu zewnętrznego w KWB „Bełchatów” (fot. L. Czarnecki)
Photo 3. Landslide of an external type in KWB „Bełchatów” (by L. Czarnecki)

Zjawiska takie występują dalej na południe w kierunku Mieściska, a także na północ – do Rychłolic, tworząc ciągłą strefę potencjalnych osuwisk (Bezkowska, Krzemiński 1987).

Następny dłuższy odcinek doliny Warty, w którym rzeka podcinała brzeg wysoczyzny, położony jest w okolicach Siedlątkowa (rys. 1). Na przełomie 1986/1987 r. powstał tu zbiornik Jeziorsko. Procesy intensywnej erozji bocznej rzeki zastąpiła abrazja, w wyniku której uformowany został klif. Ślady ewentualnych osuwisk związanych jeszcze z rzeczną erozją boczną nie zachowały się. Obecnie wzdłuż klifu, w zależności od jego budowy geologicznej, działają różne procesy stokowe. W klifie zbudowanym z gliny dominują obrywy (fot. 2), natomiast w części złożonej z piasków, żwirów i otoczków – przeważają osypiska. W odcinku klifu, w którym widoczne są wyraźne deformacje glaciektoniczne, w części zbudowanej z gliny morenowej powstało osuwisko. Jego powierzchnia wynosi 300 m^2 , zaś objętość koluwiów ok. 700 m^3 .

W odcinku doliny Pilicy, położonym w obrębie województwa łódzkiego, dłuższy fragment wysoczyzny zbudowany z utworów czwartorzędowych, który wyraźnie podcinany był przez rzekę, znajduje się w okolicach Barkowic Mokrych (rys. 1). Erozja boczna zachodziła tu do momentu oddania do eksploatacji Zbiornika Sulejowskiego w 1973 r. i zastąpiły ją procesy abrazyjne, chociaż nie tak intensywne jak w zbiorniku Jeziorsko. Skarpa jest zbudowana z piasków ze żwirami o miąższości 13–15 m, przykrytych warstwą gliny (2–5 m), której miąższość zwiększa się ku zachodowi. Na glinie tej spoczywa 1,5–3,0 m warstwa eolicznych piasków pylastych. Zmiany miąższości gliny i różny stopień zawodnienia spoczywających pod nią piasków spowodowały zróżnicowanie procesów stokowych.

W zachodniej części skarpy dominowały osuwiska rozwijające się w obrębie warstwy gliny. Niewielka miąższość gliny powodowała małe rozmiary osuwisk, o powierzchni rzadko przekraczającej 100 m^2 . Osuwiska przemieszczające się już po piaszczystym stoku utworzyły koluwalną pokrywę gliniasto-piaszczystą. W części wschodniej skarpy wiodącym procesem były obrywy, a przede wszystkim osypywanie, które doprowadziło do powstania stoku usypiskowego.

Obraz taki zanotowano w momencie powstania Zbiornika Sulejowskiego. Nie uległ on też większej zmianie, gdy w latach 1979–1980 prowadziła tu obserwacje Lucińska (1980). Późniejsze przekształcenia dotyczyły tylko niższej części stoku, podcinanej przez abrazję, która w tym miejscu jest mniej aktywna niż po przeciwnej stronie zbiornika (Lechowicz 2000). Należy zaznaczyć, że na silnie nachylonym tu stoku system korzeniowy drzew i krzewów bardzo mocno zahamował procesy osuwiskowe. Obecnie „ekoinżynieria” poszukuje odpowiednich roślin, których systemy korzeniowe wzmocniłyby wytrzymałość gruntów na ścinanie (Stokes i in. 2004). Być może warto rozpocząć w tym celu badania i obserwacje drzew i krzewów, które

odgrywałyby szczególną rolę w przeciwdziałaniu osuwiskom na omawianym stoku.

Ścisłejsze określenie częstości występowania osuwisk jest możliwe w przypadku pełniejszej ich inwentaryzacji. Dla Polski środkowej brak takich danych. Natomiast dla celów porównawczych można posłużyć się określeniem rozmiarów największych osuwisk. Przedstawione wyżej dane wskazują, że największe naturalne osuwiska na omawianej części Nizin Środkowopolskich są prawie o rząd wielkości mniejsze od obserwowanych w obszarze, na którym osiągają maksymalne rozmiary na Niżu Polskim, np. na prawym zboczu doliny Wisły, między Płockiem a Włocławkiem (Banach 1977). Natomiast w stosunku do osuwisk z obszaru Karpat fliszowych (Bober i in. 1997) różnice się zwiększają o jeszcze jeden rząd wielkości.

W województwie łódzkim istnieją liczne odkrywkowe kopalnie surowców mineralnych. Najwięcej jest kopalni kruszyw – 112, a tylko w nielicznych odkrywkach wydobywa się surowce ilaste – 13, piaskowce – 7, wapienie – 4, torfy – 2 i chalcedony – 1. Kopalnie kruszywa mineralnego są nie tylko najliczniejsze, ale wiele z nich zajmuje znaczne powierzchnie i prowadzi eksploatację na dużych głębokościach. Do niedawna w kopalni „Stoki” w Łodzi wydobywano kruszywo na głębokości 70 m p.p.t. Jest też w regionie kilka kopalń, w których głębokość eksploatacji waha się od 30 do 50 m p.p.t. Kopalnie kruszyw są lokalizowane w miejscach, gdzie złoża piasku i żwiru są względnie jednorodne z niewielkim udziałem wkładek mułu lub iłu. Osady te nie są więc podatne na osuwanie. Przy świeżych stromych ścianach skarp dochodzi niekiedy do obrywów o ograniczonym zasięgu poziomym, a następnie w wyniku procesów osypywania stosunkowo szybko powstaje stok usypiskowy. Jedynie w miejscach, gdzie pojawiają się deformacje glacictektoniczne, a równocześnie uczestniczą w nich muły i ily, występują zagrożenia osuwiskowe.

Znaczniejsze zagrożenia osuwiskowe występują w zakładach eksploatujących surowce ilaste, jeśli ich miąższość jest znaczna. Okręgowy Urząd Górniczy w Kielcach, któremu podlegają zakłady wydobywające surowce mineralne w województwie łódzkim, zarejestrował na tym obszarze, wśród wszystkich kopalń (poza KBW „Bełchatów”), tylko w jednej – „Chełsty” (pow. opoczyński) – występowanie osuwisk. Jest to kopalnia gliny ceramicznej. Największe z osuwisk w tej kopalni, z czerwca 2005 r., miało objętość ok. 10 000 m³. Osuwiska te mają „ograniczony zasięg, zaś po podjęciu stosownych działań wynikających z obowiązujących przepisów prawa geologicznego i górnictwa, nie stwarzają zagrożeń dla osób, ruchu zakładu górnictwa, jak również środowiska”³. Uwagę tę można odnieść także do innych zakładów górniczych w województwie, poza kopalnią „Bełchatów”.

³ Informacja z Okręgowego Urzędu Górniczego w Kielcach.

OSUWISKA W KWB „BEŁCHATÓW”

Główne zagrożenie geotechniczne w wyrobisku KWB „Bełchatów” stanowią osuwiska skarp, a przede wszystkim zboczy (Patrzyk 1995, Rybicki i in. 2000, Jończyk, Organiściak 2004). Wynikają one z możliwości utraty stateczności przez wymienione elementy wyrobiska w wyniku działania procesów geologicznych i geologiczno-inżynierskich, powodujących wzrost naprężeń w górotworze, mogących prowadzić do zachwiania w nim równowagi i powstania osuwisk. Zagrożenia geotechniczne powstają z różnych przyczyn, ale najważniejszą jest złożona budowa geologiczna rowu Kleszczowa.

Wyrobisko kopalni usytuowane jest w środkowej części rowu Kleszczowa, który rozciąga się na dystansie 80 km, między Pilicą i Wartą, tworząc łuk otwarty ku południowi. Rów w środkowej części ograniczają południkowo przebiegające uskoki brzeżne: południowy (USB nr 1 i 1a) i północne (UPB nr 2 i UPB nr 3), założone w utworach mezozoicznych (rys. 4). Dyslokacje te, wraz z towarzyszącymi im uskokami równoległymi, schodowo opadającymi ku osi rowu, nakładają się na ukośnie zorientowane systemy uskoków regionalnych. Wśród tych ostatnich regionalnych orientację NW–SE wykazują uskoki: Kleszczów–Kodrąb i Gomunice–Piaski, zaś kierunek NE–SW uskoki: Pajęczno–Kleszczów i Pajęczno–Bełchatów (Gotowała, Hałuszczak 2002). Kształtowanie się rowu rozpoczęło się na przełomie oligocenu i miocenu, a jego rozwój odbywał się etapami o zróżnicowanej przestrzennie intensywności procesów tektonicznych. Ostatecznie powstał rów, który został zdefiniowany przez Gotowałę i Hałuszczaka (2002) jako złożony, wielosegmentowy basen tektoniczny. Rów wypełniają osady kenozoiczne o miąższości 250–600 m.

Procesy tektoniczne w rowie Kleszczowa były głównym czynnikiem w tworzeniu różnych elementów budowy geologicznej, które przyczyniły się do powstawania osuwisk w wyrobisku kopalni. Procesy te bezpośrednio kształtowały złożony system uskoków, w którym duże powierzchnie uskokowe skrzydeł zawieszonych i złustrowań stały się później powierzchniami ślizgu osuwisk. Dotyczy to szczególne południowego skrzydła rowu, w którym występuje kilka stopni zrzutów, krzyżujących się z uskokami ukośnymi w stosunku do rowu. Jednocześnie procesy tektoniczne pośrednio wpłynęły na przebieg innych procesów geologicznych w rowie, których skutki okazują się istotne dla powstawania współczesnych osuwisk w wyrobisku.

Przebieg procesów sedymentacyjnych i ich zróżnicowanie w rowie determinowany był, w bardzo dużym stopniu, przez procesy tektoniczne. Nierównomierna subsydencja powodowała w neogenie powstawanie jezior, w których akumulowane były m.in. ropy. W plejstocenie, przy tworzeniu licznych

jezior, często współdziałały procesy glacialne i tektoniczne. W wielu z tych jezior osadzone były utwory ilaste, o miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów, podatne na działanie procesów osuwiskowych. Warstwy tych osadów były w przeszłości i są także obecnie powierzchniami ślizgu osuwisk. Przy południowym brzegu rowu, gdzie na skrzydle zawieszonym występowały mało odporne na erozję piaskowce kredowe, powstał rozległy stożek z warstwami pochyłymi ku osi rowu (Słomka i in. 2000). Takie samo pochylenie wykazują nadległe, eksploatowane warstwy kompleksu węglowego. Powoduje to tensję stropowej części pokładu głównego w kierunku osi rowu.

System uskoków poprzecznych do rowu Kleszczowa w przeszłości sprzyjał, w strefie przyległej do niego, powstaniu dolin (obecnie kopalnych) usytuowanych prostopadle do rowu. Osie tych dolin pochyłone są w kierunku rowu, a wypełniające je osady wykazują tensję w kierunku centrum rowu.

Obserwowana we współcześnie kształtujących się rowach tektonicznych tendencja do rozwoju w nich intensywnych procesów osuwiskowych zaznaczała się w neogenie i plejstocenie także w rowie Kleszczowa. Rozpoznane tutaj zostały duże paleosuwiska (Czarnecki, Kuszneruk 1993, Czarnecki 2004). Zdeformowane w paleosuwiskach grunty cechuje gęsta sieć zlustrowań i silne zbrekcjonowanie. To zaś powoduje ich bardzo niską wytrzymałość na ścinanie (Patrzyk 1996). Rozpoznanie struktur paleosuwiskowych jest zatem ważne dla wyznaczania w kopalni stref zagrożeń osuwiskowych.

W rowie Kleszczowa w plejstocenie różne osady uległy w wielu miejscach deformacjom w wyniku procesów glacitektonicznych, niejednokrotnie współdziałających z procesami tektoniki wgłębnej (Brodzikowski 1985, Goździk 2001).

Wspomniano już wcześniej, że w wyniku utraty stateczności skarp i zboczy może dojść do powstania osuwisk. Przez projektowanie odpowiednich kształtów i wymiarów zboczy i skarp wyrobiska można by niemal całkowicie wykluczyć powstawanie osuwisk, jednak z przyczyn ekonomicznych byłoby to nieuzasadnione. „Dlatego dąży się do rozwiązań, które zapewniają stateczność zboczy w rejonach, gdzie jest to konieczne ze względu na lokalizację ważnych obiektów, natomiast w pozostałych odcinkach dopuszcza się możliwość występowania osuwiska w ramach ryzyka górniczego” (Kasztelewicz 2004, s. 157).

Niemal od początku powstania wyrobiska kopalni prowadzono obserwację osuwisk. W latach 1977–1988 rejestrowano osuwiska o kubaturze nie mniejszej niż 2 tys m³. W tym okresie powstało 238 takich osuwisk⁴, w tym

⁴ Dodatek nr 1 do Kompleksowej Dokumentacji Złoza Węgla brunatnego Bełchatów – Pole Bełchatów w kat. C₁ + B – część geol. inż. Przeds. Geol. Wrocław. Wrocław, czerwiec 1989.

zdecydowana większość na zboczu zachodnim, będącym zboczem roboczym. Po 1988 r. rejestruje się i szczegółowiej bada tylko większe osuwiska. Pomijane są osuwiska na skarpach zbocza robczego ze względu na ich stosunkowo małe rozmiary, wynikające z odseparowania skarp rozległymi stopniami, i z uwagi na krótki czas istnienia skarp.

Dotychczas zarejestrowano i dokładniej zbadano 48 większych osuwisk na zboczach stałych, z których 25 wystąpiło na zboczu południowym, 11 – na północnym i 12 – na wschodnim. Charakterystykę znaczniejszych z tych form przedstawiono w tab. 1. Widoczna jest dominacja osuwisk na zboczu południowym i wyraźny związek z głównymi elementami tektonicznymi (rys. 4), które omówiono poprzednio. W oparciu o wieloletnie obserwacje pogrupowano osuwiska ze względu na ich podobieństwa. Wyznaczono cztery grupy osuwisk:

1. Osuwiska z powierzchnią poślizgu przebiegającą w obrębie konsekwentnie nachylonych przewarstwień ilów zawęglonych, występujących w spągowej partii kompleksu węglowego (np. osuwiska nr 15S, 16S, 17S, 19S).

2. Osuwiska z powierzchnią poślizgu przebiegającą w obrębie ilów zawęglonych kompleksu węglowego zaburzonych występowaniem licznych powierzchni ślizgowych struktur paleosuwiskowych (np. 18S, 22S).

3. Osuwiska z powierzchnią poślizgu przebiegającą w obrębie zwietrzelin ilastych zalegających na konsekwentnie nachylonym stoku podłoża mezo-zoicznego (np. 20S, 24S).

4. Osuwiska z powierzchnią poślizgu przebiegającą w obrębie ilów warwowych i mułków zastoiskowych, nachylonych konsekwentnie lub zaburzonych procesami paleosuwiskowymi (np. 10N, 11N).

Ze względu na usytuowanie osuwisk w stosunku do ram uskokowych rowu Kleszczowa wydzielono równocześnie dwa typy osuwisk:

1. Osuwiska zewnętrzne, zlokalizowane poza uskokami ramowymi USB nr 1 i UNB nr 3 (np. 18S, 20S i 24S) (rys. 4, fot. 3).

2. Osuwiska wewnętrzne, zlokalizowane wzdłuż powierzchni uskokowych ograniczających Rów Kleszczowa od południa i północy np. 15S, 16S, 17S, 19S, 22S (rys. 4, fot. 4).

W oparciu o powyższe klasyfikacje oraz na podstawie analizy geodynamicznych cech osuwisk opracowano model faz i stadiów zmian prędkości przemieszczania dużych osuwisk na zboczu południowym (Rybicki i in. 2000, Czarnecki i in. 2007). W miarę przybywania nowych danych, z kolejnych osuwisk, model ten jest korygowany.

Pierwsza faza powstawania osuwiska (początkowa), nazwana przedosuwiskową, trwa do 1 roku, a tempo przemieszczeń wynosi 1,7–17 mm na dobę. Drugą fazę – zasadniczego ruchu osuwiskowego – podzielono na 3 stadia. W stadium I (2–3,5 miesiąca) następuje stopniowy przyrost tempa

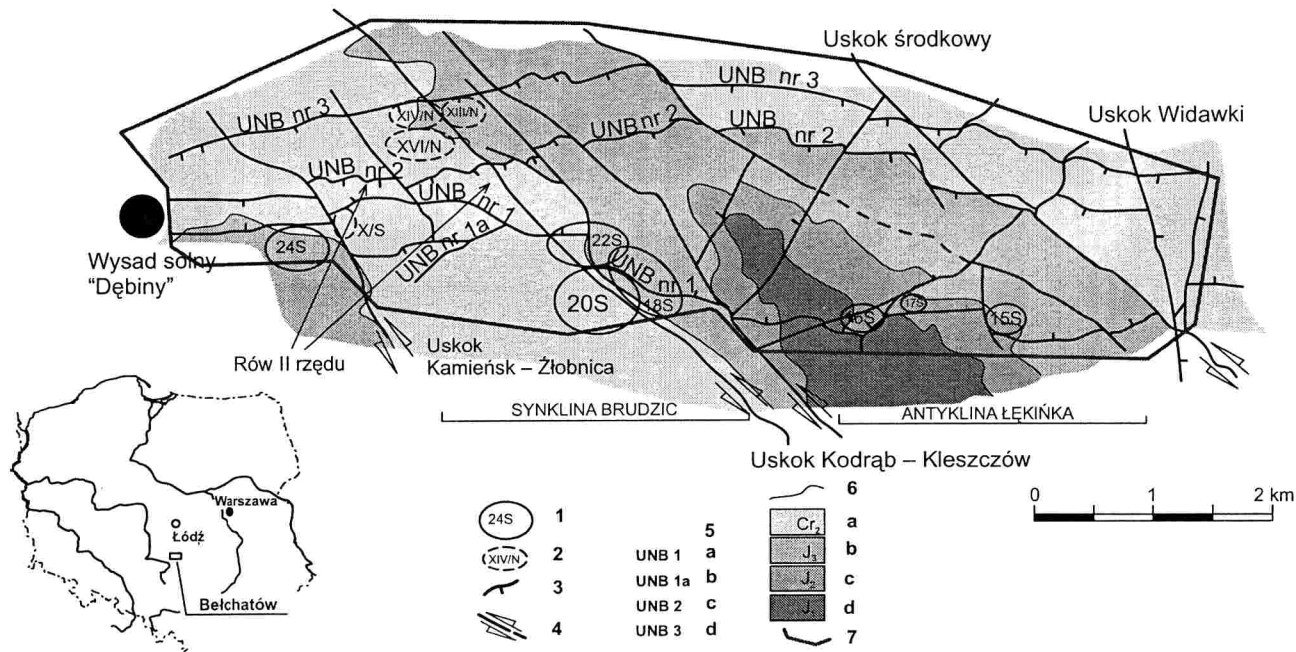
Tabela 1

Zestawienie niektórych danych o większych osuwiskach w KWB „Bełchatów”

List of some data about greater landslides in KWB „Bełchatów”

Nr osuwiska, zbrocze	Data powstania i kolejne etapy rozwoju	Typ osuwiska	Kubatura w tys. m ³	Lokalizacja powierzchni poślizgu	Rodzaje osuwających się gruntów	Zagrożenia dla Zakładu Górniczego lub otoczenia Zakładu
E	1980	strukturalne	15	ił w spągu III pokładu węgla	piaski, gliny, iły neogeńskie + czwartorzęd.	–
8N	23.06.1989	odprężeniowo-strukturalne	20	przerost ilasty w pokładzie węgla	węgiel	–
9N	5.04.1992	strukturalne	30	seria paleosuwiskowa	osady neogeńskie + czwartorzędowe	zagrożenia dla przenośnika B 73, słupa wysokiego napięcia
10N	12.04.1992	konsekwentno-strukturalne	3,5	warstwa iłów warwowych	gliny, piaski i iły czwartorzędowe	Zagrożenie dla pochylni drogowej +132/+105 m n.p.m.
11N	26.05.1995	strukturalne	10	seria paleosuwiskowa	ił warwowe, piaski	deformacje pod przenośnikiem B 53 objęły drogę po stronie N przenośnika; wykonano wymianę gruntów w związku z lokalizacją platformy III pochylni
15S	2.06.1988	konsekwentno-strukturalne	1 500	utwory węglanowo-węglowe i przerosty ilaste, w spągu pokładu węgla	osady neogeńskie	zniszczeniu uległo 10 studni, kolektory rurowe o długości ok. 800 m, rowy betonowe, rurociągi zrzutowe o dł. ok. 500 m, drogi; zagrożenia pożarami endogenicznymi węgla, zagrożenia dla prowadzenia eksploatacji węgla w tym rejonie
16S	12.09.1990	odprężeniowo-strukturalne	800	uskok brzeżny – przewarstwienia ilaste	osady neogeńskie	zagrożenia dla prowadzenia eksploatacji węgla poniżej rzędnej +40 m n.p.m., zagrożenia powstania pożarów endogenicznych węgla

17S	20.08.1991	konsekwentno- strukturalne	95	iłły neogeńskie	osady neogeńskie	zagrożenia dla prowadzenia eksploatacji węgla poniżej rzędnej +4 m n.p.m., zagrożenia wystąpienia pożarów endogenicznych węgla
18S	9.02.1992	tektoniczno- strukturalne	1 500	iłły neogeńskie	osady neogeńskie + czwartorzędowe	zagrożenie stateczności dla części zbocza południowego, w rejonie zejścia z eksploatacją do rowu II rzędu, przebudowa kanału nr 2, linii WN
19S	22.11.1992	konsekwentno- strukturalne	70	iłły neogeńskie	osady neogeńskie + czwartorzędowe	—
20S	26.02.1997	konsekwentno- strukturalne-	2 500	zwietrzelina margli kredowych	osady neogeńskie + czwartorzędowe	zagrożenie stateczności dla części zbocza południowego, konieczność przebudowy kanału nr 2, linii WN, zmiana lokalizacji pompowni 156S
22S	15.03.2005	strukturalne	~1 000	iłły oliwkowe o zniszczonej strukturze wewnętrznej	głównie węgiel kompleksu węglowego	zagrożenie stateczności dla części zbocza południowego, w rejonie zejścia z eksploatacją do rowu II rzędu, zagrożenia wystąpienia pożarów endogenicznych węgla
24S	09.12.2005	strukturalne	3 500	iłły zielone, iłły zwietrzelinowe	piaski, gliny i iłły czwartorzędu oraz piaski i iłły kompleksu ilasto-piaszczystego	zagrożenie stateczności dla części zbocza południowego, konieczność przebudowy kanału nr 9, linii WN, przerwanie trasy prowadzenia maszyn, zniszczenie studni podstawowego systemu odwodnienia węgłbnego



Rys. 4. Większe osuwiska i ważniejsze strefy zagrożeń osuwiskowych w KWB „Bełchatów” na tle zasadniczych elementów tektonicznych
1 – osuwiska, 2 – strefy zagrożeń osuwiskowych, 3 – uskok, 4 – uskok przesuwczy, 5 – numeracja uskoków brzeżnych: a) uskok południowy brzeżny nr 1, b) uskok południowy brzeżny nr 1a, c) uskok północny brzeżny nr 2, d) uskok północny brzeżny nr 3, 6 – granice wydzieleni stratygraficznych: a) osady kredy górnej, b) osady jury górnej, c) osady jury środkowej, d) osady jury dolnej

Fig. 4. Greater landslides and more important landslide hazard zones in KWB „Belchatów”, on the background of fundamental tectonic elements 1 – landslides, 2 – landslide hazard zones, 3 – fault, 4 – strike-slip fault, 5 – numeration of marginal faults: a) the no 1 Southern Marginal Fault, b) the no 1a Southern Marginal Fault, c) the no 2 Northern Marginal Fault, d) the no 3 Northern Marginal Fault, 6 – boundary of stratigraphic units: a) Cretaceous deposits, b) Upper Jurassic deposits, c) Middle Jurassic deposits, d) Lower Jurassic deposits, 7 – border of the open-pit



Fot. 4. Osuwisko typu wewnętrznego w KWB „Bełchatów” (fot. L. Czarnecki)

Photo 4. Landslide of an internal type in KWB „Bełchatów” (by L. Czarnecki)

przemieszczeń od ok. 10 do ok. 33 mm na dobę. W stadium II szybkości przemieszczeń są jeszcze większe, lecz zróżnicowane w poszczególnych typach osuwisk i osiągają wartości od 50 do 1500 mm na dobę. Wartość 50 mm na dobę jest przyjmowana za alarmową.

W osuwiskach typu wewnętrznego w stadium II prędkości przemieszczeń wzrastają, ale nie osiągają tak dużych wartości, jak w osuwiskach typu zewnętrznego. Stadium III rozpoczyna się tu bowiem nagle, a prędkości wynoszą w nim nawet kilka tysięcy mm na dobę. Stadium to trwa też stosunkowo krótko, np. w osuwisku 15S zaledwie 0,5 godz. Dla tych krótkotrwałych i gwałtownych przemieszczeń nie można było uzyskać dokładniejszych informacji o ich tempie.

W typie osuwisk zewnętrznych przejście od stadium II do III jest płynne i nieostre. W stadium II tempo przemieszczeń narasta, a po osiągnięciu wartości maksymalnych, sięgających nawet 1500 mm na dobę, następuje przejście do stadium III, w którym wartości zbliżone do maksymalnych z poprzedniego stadium utrzymują się przez okres 0,5–2,5 miesiąca.

Trzecią i ostatnią jest faza wygasania ruchu osuwiskowego, w której zwykle można wyróżnić dwa stadia. Stadium I, nazwane stadium hamowania, trwa od 2,5 do 16 miesięcy, a tempo przemieszczeń zmniejsza się do 8–100 mm na dobę. W stadium II zaś występuje stabilizacja osuwiska.

Na zboczu północnym występowały głównie osady czwartorzędowe, wypełniające głęboką dolinę erozyjno-tektoniczną. Wśród tych osadów znaczny udział stanowiły ilaste utwory zastoiskowe, w których powstawały mniejsze osuwiska, ograniczające się do pojedynczych skarp. Aktualnie eksploatacja złoża wkroczyła do segmentu rowu Kleszczowa o orientacji WSW–ENE (wcześniej prowadzono ją w segmencie WNW–ESE). Z tego powodu kształtowane obecnie zbocze północne biegnie wzdłuż linii północnego uskoku brzeżnego – UNB nr 3 (rys. 4). Równocześnie głębokość wyrobiska będzie wzrastała do rzędnej –80 m n.p.m., z powodu eksploatacji węgla w tzw. rowie II rzędu. W wyniku tych działań istotnie zwiększy się stopień zagrożenia osuwiskowego na zboczu północnym. Problem jest o tyle ważny, że na zboczu tym zlokalizowane są drogi transportowe oraz taśmociągi przesyłające węgiel oraz masy nadkładu (Czarnecki i in. 2007).

Rów Kleszczowa charakteryzuje się swoistą budową geologiczną warunkującą specyfikę powstających tu osuwisk. Z tego powodu bardzo ważne są doświadczenia lokalne nabywane w toku wieloletnich obserwacji dotychczasowych osuwisk. Dlatego systematycznie prowadzony jest monitoring deformacji skarp, stref zagrożeń osuwiskowych i osuwisk. Powierzchniowe deformacje śledzone są za pomocą pomiarów geodezyjnych sieci reperów oraz makroskopowych obserwacji i pomiarów szczelin, stref wypierania itd.

Natomiast odkształcenia i naprężenia w głębi górotworu rejestrowane są za pomocą inklinometrów i poduszek hydraulicznych Glötzla. Wyniki obserwacji i pomiarów gromadzone są w bazie danych deformacyjnych. Dane te, wraz z informacjami o budowie geologicznej, pozwalają ustalić pewne prawidłowości w przebiegu procesów osuwiskowych w różnych warunkach geologicznych w kopalni. Ogólne postępy badań osuwisk, a w szczególności zdobywane własne doświadczenia oraz doskonalenie i rozbudowa monitoringu wyrobiska, pozwalają na coraz dokładniejsze prognozowanie zagrożeń osuwiskowych i przebiegu procesów deformacyjnych. Dzięki temu można przeciwdziałać powstawaniu przynajmniej części osuwisk, a jeśli wystąpią, istotnie ograniczać ich negatywne skutki.

W związku z faktem, że stopień zagrożeń osuwiskowych w kopalni jest wysoki, podejmowane są szerokie działania aby im zapobiegać lub przynajmniej je ograniczać. Dokonuje się modyfikacji prowadzonych robót górniczych oraz technologii pracy z użyciem sprzętu pomocniczego, dostosowując je odpowiednio do warunków panujących w danym rejonie wyrobiska. Przykładem takich rozwiązań są przedstawione ostatnio działania w rejonie zbocza północnego (Czarnecki i in. 2007), na którym, jak wspomniano, wraz z postępem prac górniczych wyraźnie zwiększa się ryzyko zagrożeń osuwiskowych. W rejonie zagrożeń XIII/N (por. rys. 4), w celu zapewnienia stateczności zbocza, budowana jest przypora zwałowa. W wyniku realizacji tego projektu będzie możliwe dodatkowe wydobycie ok. 1 mln ton węgla brunatnego.

WNIOSKI

1. Województwo łódzkie położone jest w strefie zaliczanej do najmniej zagrożonych osuwiskami powstającymi z przyczyn naturalnych w Polsce. Wynika to przede wszystkim z małego udziału mocno nachylonych stoków. Równocześnie niewielka z reguły ich wysokość powoduje, że osuwiska mają nieduże rozmiary.

2. Z punktu widzenia zagrożeń osuwiskowych budowa geologiczna województwa jest mniej korzystna niż jego morfologia. Warunki geologiczne w wielu miejscach mogą sprzyjać tworzeniu się osuwisk, jeśli powstaną zbocza o dostatecznym nachyleniu i odpowiedniej długości. W warunkach naturalnych zbocza takie występowały niemal wyłącznie na podcinanych przez rzeki stokach dolin. Obecnie na coraz większą skalę pojawiają się w wyrobiskach kopalń i w wykopach związanych z różnymi pracami inżynierskimi. Tereny zagrożone osuwiskami zbudowane są najczęściej z ilów lub mułów oraz z utworów zaburzonych glacytektonicznie.

3. W województwie łódzkim najwyższy stopień zagrożeń osuwiskowych występuje w stosunkowo wąskich strefach rowów tektonicznych. W rowie Kleszczowa usytuowane jest wyrobisko kopalni „Bełchatów”, w którym częstotliwość i rozmiary osuwisk należą do największych w Polsce. Podobne procesy pojawiają się w usytuowanym w tym samym rowie wyrobisku budowanej kopalni „Szczerców”. Z analogicznymi zagrożeniami osuwiskowymi należy się także liczyć w projektowanej kopalni węgla brunatnego w rowie Złoczewa.

4. Prowadzone od 1977 r., z użyciem coraz nowszych metod pomiarowych, obserwacje osuwisk w kopalni „Bełchatów” pozwoliły uzyskać bogatą bazę danych. Materiały te umożliwiły opracowanie modelu procesów przemieszczeń na południowym zboczu kopalni, szczególnie zagrożonym osuwiskami. W miarę pozyskiwania nowych danych model ten jest korygowany.

5. Doświadczenia wynikające z obserwacji dotychczasowych osuwisk pozwalają na ustalanie stref zagrożeń osuwiskowych w kopalni i podejmowanie działań, które im przeciwdziałają. W przypadku niemożliwości uniknięcia osuwania górotworu, znajomość procesu rozwoju osuwiska często umożliwia kontrolowanie jego przebiegu.

6. Analizy dotychczasowych negatywnych oddziaływań osuwisk na przebieg robót górniczych pozwalają na modyfikację robót i stosowanych technologii pracy oraz dostosowanie sprzętu pomocniczego, odpowiednio do warunków panujących w danej części wyrobiska.

LITERATURA

- Banach M., 1977, *Rozwój osuwisk na prawym zboczu doliny Wisły między Dobrzyniem a Włocławkiem*, Pr. IGiPZ PAN, 124: 101.
- Bezkowska G., 2001, *Osobliwości obszaru pomiędzy Strobinem i Konopnicą. Przewodnik sesji terenowych konferencji „Park krajobrazowy i co dalej?”*, Załącz. Wielkie, Zakł. Gleboznawstwa i Geoekologii UŁ, Łódź: 56–58.
- Bezkowska G., Krzemiński T., 1987, *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000. Arkusz Widawa (698)*, Wyd. PIG, Warszawa: 3–119.
- Bober L., Thiel K., Zabuski L., 1997, *Zjawiska osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych. Geologiczno-inżynierskie właściwości wybranych osuwisk*, Wyd. IBW PAN, Gdańsk.
- Brodzikowski K., 1985, *Glacial deformation environment in subsiding zone with the Kleszczów tectonic graben as an example*, Quaternary Stud. Pol., 6: 6–22.
- Czarnecki L., Kuszneruk J., 1993, *Struktury paleosuwiskowe odsłonięte w KWB Bełchatów*, Przegl. Geol., 41, 12.
- Czarnecki L., Jończyk W., Organiściak B., 2007, *Zagrożenia osuwiskowe w Zakładzie Górniczym KWB „Bełchatów”. Prognozowanie, monitoring oraz ograniczenia zagrożeń na przykładzie rejonu XIII/N na zboczu transportowym*, „Górnictwo i Geoinżynieria”, 31, 2: 189–202.
- Dylik J., 1960, *Sur le système triparti de la stratigraphie du Pléistocène dans les pays d'accumulation glaciaire*, Biul. Peryglac., 9: 25–39.

- Goździk J., 2001, *Stratygrafia i paleogeografia osadów czwartorzędowych w środkowo-zachodniej części kopalni Bełchatów z wykorzystaniem morfoskopii ziaren kwarcowych*, [w:] E. Mycielska-Dowgiałło (red.), *Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzędu*, Prac. Sedym. Wydz. Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa: 93–124.
- Fojcik R., 1960, *Osuwiska nad środkową Wartą w okolicy Konopnicy i Strobina*, mpis pracy magisterskiej w Inst. Geogr. UŁ, Łódź.
- Ilcewicz-Stefaniuk D., Lemberger M., Magiera J., Rybicki S., Słomka T., Stefaniuk M., 2004, *Cataloguing natural geological hazards over Poland's territory*, Pol. Geolog. Inst. Special Papers, 15: 53–60.
- Jończyk W., Organiściak B., 2004, *Zagrożenia naturalne związane z eksploatacją złoża w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”*. Materiały z „Warsztatów górniczych” z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”, Bełchatów 2–4 czerwca 2004, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków: 169–186.
- Kaszelewicz Z., 2004, *Polskie górnictwo węgla brunatnego*, Wyd. „Związek Pracodawców Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego” w Bełchatowie, Bełchatów–Wrocław.
- Lechowicz M., 2000, *Procesy brzegowe Zalewu Sulejowskiego*, mpis pracy magisterskiej w Zakł. Geomorf. UŁ, Łódź.
- Lucińska A., 1980, *Współczesne procesy w strefie brzegowej Zbiornika Sulejowskiego w rejonie Barkowic Mokrych*, mpis pracy magisterskiej w Zakł. Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu UŁ, Łódź.
- Łukasik S., 2002, *Degradacja terenu wywołana procesami naturalnymi. Materiały konferencji Zagospodarowanie gruntów zdegradowanych. Badania, kryteria, oceny, rekultywacja*, Mrągowo, 6–8 listopada 2002.
- Olbrich M., 2004, *Landslide damage recovery: creation of the landslide management system*, Pol. Geolog. Inst. Special Papers, 15: 9–12.
- Patrzyk J., 1995, *Warunki geologiczno-górnice eksploatacji węgla brunatnego ze złoża Bełchatów w zakresie niektórych zagrożeń geotechnicznych*, „Węgiel Brunatny”, 3 (12): 19–23.
- Patrzyk J., 1996, *Zagrożenia osuwiskowe w KWB Bełchatów*, Miesięcznik WUG, 2: 13–16.
- Pietruszewski J., 1992, *Osuwisko w dolinie Warty pod Konopnicą*, [w:] *Środowisko przyrodnicze i ewolucja rzeźby środkowej Polski*, Acta Univ. Lodz., Folia Geogr., 15: 174–183.
- Poprawa D., Rączkowski W., 2003, *Osuwiska Karpat*, Prz. Geol., 51, 8: 685–692.
- Rączkowski W., 2007, *Zagrożenia osuwiskowe w polskich Karpatach*, Referat na konferencji „GEOZAGROŻENIA – zmniejszenie ryzyka, podnoszenie świadomości”, Państwowy Inst. Geologiczny, Warszawa.
- Rybicki S., Czarnecki L., Organiściak B., 2000, *Zagrożenia geotechniczne w KWB Bełchatów, ich uwarunkowania, możliwości prognozy oraz zapobieganie*. Sympozjum 25 lat doświadczeń KWB Bełchatów, Bełchatów 2000.
- Sassa K., 2004, *The International Programme on Landslides (IPL)*, „Landslides”, 1: 95–99.
- Stokes A., Miskovski S. B., Thomas B. R., 2004, *Eco-engineering for the long-term protection of unstable slopes in Europe: developing management strategies for use in legislation*, [w:] W. Lacedra, M. Ehrlich, S. A. B. Fontoura, A. S. F. Sayao (eds.), *Landslides: Evaluation & Stabilization*, Balkema Publ., 2: 1685–1690.

Leopold Czarnecki, Jan Goździk

LANDSLIDES IN ŁÓDŹ DISTRICT AND THEIR SPECIAL CHARACTER IN KWB „BEŁCHATÓW” OPENCAST MINING

An increase of the intensity of landslide processes and threats, which they cause, resulted in growth of interest in rock slides. Łódź district is located in the area, where the frequency of slide processes caused by natural factors is the lowest in Poland. It is due to lack of natural long slopes of big inclinations. However, the geological structure of some areas potentially favours landslides formation, especially there, where great slopes are created by humans (Fig. 1, 2, Photos 2, 3, 4).

There are many mineral resources mines in Łódź district, hence the probability of steep escarpments and hillsides formation creation increase the chance of landslides danger. However, the type of extracted ores, with a few exceptions, do not favour landslides formation. If they are formed there are of small sizes. One, but a very important exception is KWB „Bełchatów” opencast excavation and a new adjacent, similar „Szczerców” opencast. Because of particular depth of the first excavation and its very complicated geological structure, landslides processes are here frequent and intensive. The sizes of formed landslips are comparative with the greatest natural landslides in Poland (Tab. 1, Fig. 4, Photos 3, 4). They are a great threat for machines and workers of mining factory. The analysis of current landslide processes, establishing the reasons of their formation and their dynamics, as well as continuous monitoring of the zones endangered by these phenomena are basic for controlling landslide processes and limiting danger.