

Andrzej Drągowski, Zbigniew Frankowski, Joanna Pinińska

Rozwój geologii inżynierskiej w strategii Ministerstwa Środowiska

Development of engineering geology in the strategy of the Ministry of Environment

Streszczenie: W artykule przedstawiono i omówiono główne kierunki badań inżyniersko-geologicznych określone w polityce Ministerstwa Ochrony Środowiska do roku 2010 oraz przedstawiono uwarunkowania realizacji tych celów w pracach Komisji Dokumentacji Geologiczno-Inżynierskich. Wskazano na znaczenie współpracy geologów inżynierskich z geotechnikami.

Słowa kluczowe: geologia inżynierska, kierunki badań, polityka Ministerstwa Środowiska, geotechnika

Abstract: The paper presents and describes main engineering-geology research directions listed in the policy of the Ministry of Environment till 2010. Conditions influencing attaining the specified goals in the activities of the Commission on Engineering Geology Documentation are discussed. The importance of cooperation between engineering geologists and geotechnologists is highlighted.

Key words: engineering geology, research directions, policy of the Ministry of Environment, geotechnology

Badania geologiczno-inżynierskie pełnią istotną rolę przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych związanych z planowaniem przestrzennym, lokalnym zagospodarowaniem terenu, zastosowaniem właściwych technik wydobywania surowców lub w budownictwie tak w skali państwa, jak i na szczeblu lokalnym.

Diagnozy geologiczne zebrane w dokumentacjach geologiczno-inżynierskich, zgodnie z prawem geologicznym i górnictwem i odpowiednimi rozporządzeniami

Andrzej Drągowski, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Katedra Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych, 02-089 Warszawa, al. Żwirki i Wigury 93, e-mail: kos.geol@uw.edu.pl

Zbigniew Frankowski, Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, e-mail: zbigniew.frankowski@pgi.gov.pl

Joanna Pinińska, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Zakład Geomechaniki, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, e-mail: joanna.pininska@uw.edu.pl

Ministra Środowiska są podstawą rozpoczęcia procesu inwestycyjnego, a zatem prawidłowego rozwoju gospodarki państwa. Konieczna jest integracja wysiłków zarówno rządu, jak i władz administracyjnych różnego szczebla oraz samorządów w zrozumieniu istotnej roli badań geologiczno-inżynierskich na wszystkich etapach decyzji inwestycyjnych. Od poprawności oceny warunków geologiczno-inżynierskich zależą bowiem koszty i powodzenie podejmowanych działań oraz minimalizacja ingerencji w środowisko.

Przez badania geologiczno-inżynierskie należy rozumieć zespół czynności terenowych, laboratoryjnych i kameralnych, wykonywanych w celu określenia rodzajów gruntów, ich genezy, właściwości fizycznych, wytrzymałościowych, chemicznych i innych, warunków hydrogeologicznych, oceny procesów geodynamicznych oraz prognozowania wpływu budowli na środowisko. Wymogi ochrony środowiska powodują, że posadowienie obiektu budowlanego wymaga nie tylko zapewnienia bezpieczeństwa budowli, ale również zminimalizowania wpływu tej budowli na środowisko przyrodnicze, a w szczególności geologiczne.

Dla spełnienia tych zadań przez geologię inżynierską niezbędne są opracowania wyprzedzające, prognostyczne w skali regionalnej, do których można dostosować perspektywiczne plany działania. Priorytety te winny być realizowane przy udziale państwa głównie ze środków Ministerstwa Środowiska, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz z projektów Unii Europejskiej. Ważne jest więc określenie, na jakie cele winny być przede wszystkim kierowane te fundusze.

Na podstawie dyskusji plenarnej w Komisji Dokumentacji Geologiczno-Inżynierskich oraz Rady Geologicznej przyjęte zostały do realizacji priorytetowe kierunki polityki Ministerstwa Środowiska w zakresie geologii inżynierskiej na lata 2004–2010 obejmujące:

1. Informatyzację – rozumianą jako likwidowanie zaległości w archiwizacji danych geologiczno-inżynierskich poprzez stworzenie regionalnych i centralnej bazy danych, niezbędnych dla celów kartografii geologiczno-inżynierskiej, monitoringu dynamiki zmian przestrzeni geologicznej, dokumentowania geologiczno-inżynierskiego i podejmowania lokalnych decyzji inwestycyjnych, a także zaspokojenia potrzeb planowania przestrzennego.
2. Prognozy i oceny niekorzystnych zjawisk geologiczno-inżynierskich zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych, zagrożeń katastrofami osuwiskowymi i powodzią, zatem stworzenie systemu informacji o terenach zagrożonych w skali lokalnej, regionalnej i globalnej, niezbędnych do realizacji zadań wynikających z potrzeb budownictwa, ochrony środowiska, sposobów remediacji terenów przeobrażonych lub zdegradowanych.
3. Przygotowanie odpowiednich regulacji prawnych dążących do pełnej kontroli uprawnień zawodowych, poprawności dokumentowania oraz umocnienia systemowego geologii inżynierskiej w strukturach administracji rządowej i samorządowej oraz powiązania z odpowiednimi strukturami Unii Europejskiej.
4. Kartografię geologiczno-inżynierską, rozumianą jako syntetyczna informacja o terenie w ujęciu warstwowym, zintegrowaną z geoprzestrzennym systemem baz danych.

5. Klasyfikację oraz syntetyczne oceny skał i gruntów, ujmujące wskaźnikowo ich parametry na tle regionalnej budowy geologicznej Polski w nawiązaniu do nowoczesnych ujęć klasyfikacyjnych i wskaźnikowych rekomendowanych przez praktykę światową i standardy UE.
6. Edukację uczestników procesów inwestycyjnych różnego szczebla poprzez szczegółowe instrukcje wykonawcze, zalecenia, opracowania metodyczne, współpracę międzyinstytucjonalną.

W nowoczesnej geologii inżynierskiej bazy danych są niezbędnym elementem do realizacji prac związanych z zagospodarowaniem przestrzennym, prawidłowym posadowieniem obiektów budowlanych, minimalizacją szkód w środowisku oraz ekonomicznym wykorzystaniem środków finansowych.

Konieczne jest upowszechnienie w geologii inżynierskiej technologii geograficznego systemu informacji (GIS) do gromadzenia danych przez upowszechnienie specjalistycznego oprogramowania umożliwiającego przetwarzanie i prezentowanie informacji geologiczno-inżynierskich, w tym o cechach gruntów i skał tak, aby mogły być dowolnie łączone i drukowane. Pilne jest podjęcie prac archiwizujących dane.

Oprogramowanie stosowane w systemie GIS pozwala na integrację danych geologiczno-inżynierskich z innymi systemami kartograficznymi związanymi z projektowaniem, infrastrukturą podziemną itp. Ułatwia również obróbkę danych ze zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz opracowanie numerycznego modelu terenu, co pozwala wykonać rysunki i mapy z dużą dokładnością oraz połączyć je z projektami obiektów budowlanych.

W dokumentach wytyczających „Politykę Ministerstwa Środowiska w dziedzinie geologii inżynierskiej” opracowywanych przez kolejne zespoły (Drągowski 1997; Pinińska, Frankowski 2005) skupiono się szczególnie nad doskonaleniem metodyki sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich w systemie GIS. Przykładem są opracowane techniką cyfrową atlasy geologiczno-inżynierskie Warszawy i Katowic w skali 1:10 000 (ryc. 1). Obecnie wykonywane są atlasy dla kilku miast wojewódzkich. Należy podkreślić, że już w roku 1974 zespół geologów inżynierskich z udziałem J. Liskowskiego przedstawił modelowy przykład waloryzacji geologiczno-inżynierskiej dla miasta Słucka. Dalsze prace na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego i w Państwowym Instytucie Geologicznym umożliwiły opracowanie metodyki sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich dla dużych aglomeracji miejskich najpierw metodami tradycyjnymi, a następnie przy wykorzystaniu techniki komputerowej.

Ważnym zadaniem geologii inżynierskiej jest prognoza i ocena zagrożeń naturalnych i antropogenicznych, głównie ruchów osuwiskowych, procesów i zjawisk krasowych oraz gruntów ekspansywnych i lessów podlegających osiadaniu zapadawemu. Regionalnie jest to szczególnie złożony problemem w Karpatach, gdzie powstają nowe lub uaktywniają się stare osuwiska. Wyprzedzająca rejestracja tych procesów pozwala eliminować zagrożone tereny, oceniać skalę zagrożeń obiektów budowlanych i projektować rozwiązania zapobiegawcze.

Katastrofalne zjawiska i procesy geodynamiczne o charakterze osuwiskowym oraz powódzie w latach 1997–2000 wymusiły działania legislacyjne. Równocześnie rozpoczęto prace nad tworzeniem banku informacji geologiczno-inżynierskiej o

naturalnych zagrożeniach środowiskowych związanych z czynnymi procesami egzogeodynamicznymi i antropogenicznymi.

Temu celowi służy opracowana w latach 2003–2004 przez Akademię Górniczo-Hutniczą rejestracja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie kraju (Lemberger, 2004) oraz rejestracja osuwisk na terenie Karpat (Rączkowski i in., 2004, Proc. Conf., 2004). Również takie prace są prowadzone w ramach programów międzynarodowych – International Union of Geological Sciences Working Group on Landslides (Popescu, 2001).

Zagrożenia geologiczno-inżynierskie należą do istotnych elementów informacji o terenie. Jeżeli informacja o zagrożeniach nie stanowi elementu bazy danych,



Ryc. 1. Mapa warunków budowlanych – Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji katowickiej

Fig. 1. Map of building conditions – engineering-geological atlas of Katowice agglomeration

dostępnych dla inwestora oraz organu decyzyjnego, jest często lekceważona. Bezpośrednie skutki zagrożeń katastrofalnymi procesami naturalnymi i antropogenicznymi mają najczęściej charakter lokalny, aczkolwiek czynniki geologiczne generujące te zagrożenia sięgają znacznie dalej niż wymaga tego obszar dokumentowania. Niezmiernie istotne jest, aby przy waloryzacji terenów dla celów planowania przestrzennego uwzględnić strefy generujące zagrożenia, korzystając z oceny geologiczno-inżynierskiej.

Problemu tego nie ujmują przepisy i instrukcje dokumentacyjne. Można znaleźć jedynie określenie wymiarów obszaru, który należy poddać badaniom, ale na ogół nie uwzględnia się usytuowania obiektu na tle całej strefy zagrożenia i w odniesieniu do źródeł zagrożeń regionalnych, a liczne katastrofy budowlane wynikają właśnie z tego zaniechania geologiczno-inżynierskiej oceny terenów otaczających (Dobak, Pinińska, 2003).

Stąd dla potrzeb planistycznych konieczne jest posługiwanie się obrazami cyfrowymi o charakterze regionalnym, uzyskanymi przy zastosowaniu nowych, efektywnych i relatywnie tanich metod nowoczesnej kartografii. Metody te zależą od upowszechnienia postępu w informatycznym przedstawianiu danych. Przy obecnych technikach umożliwiają one analizę lokalnych czynników geologiczno-inżynierskich w dowolnej konfiguracji wzajemnej i w dowolnie wybranym tematycznie kontekście regionalnym.

Poczynając od etapu planowania przestrzennego, niezbędne jest wydzielenie obszarów o różnym stopniu kolizyjności wobec środowiska i oszacowanie ich wartości. Nie jest to możliwe bez geologiczno-inżynierskiej waloryzacji terenów inwestycyjnych opartej na prognozach zmian warunków geologiczno-inżynierskich. Powodzenie tych rozwiązań i ich właściwe przygotowanie dla procesów inwestycyjnych wiąże się z rozwojem informatyzacji i krajowego bloku informacji geologiczno-inżynierskiej.

Synteza informacji geologiczno-inżynierskiej o terenie jest jego waloryzacja. Tok postępowania w tym zakresie określa instrukcja sporządzania map warunków geologiczno-inżynierskich (Instrukcja, 1999).

Mapy są kartograficznym odwzorowaniem warunków geologiczno-inżynierskich z określeniem na wydzielonych obszarach dominującego czynnika geologicznego. Materiały przedstawione na mapie i zebrane w bazie danych stanowią optymalne źródło informacji o rozpatrywanym obszarze inwestycyjnym i środowisku przyrodniczym, istotne przy opracowaniu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, dokumentu obligatoryjnego przy sporządzaniu planu zagospodarowania przestrzennego obszaru gminy, powiatu lub województwa.

Zadaniem geologii inżynierskiej jest więc przedstawienie ogólnokrajowego stanu zagrożeń w powierzchniowej strefie zagospodarowania geologiczno-inżynierskiego obejmującego zagrożenia naturalne i antropogeniczne, przedstawione modułowo (warstwy informacyjne) na mapach przeglądowych sporządzonych elektronicznie. Wynikiem realizacji tego zadania będzie zunifikowana ocena zagrożeń geologiczno-inżynierskich w skali kraju, przedstawiona na mapach cyfrowych, wyznaczająca strefy zagrożenia, ich hierarchizację i rejonizację na podstawie

jednolitej skali ocen. Daje to możliwość wyznaczenia stref szczególnie zagrożonych konfliktami kilku generacji.

Istotna dla celów planowania przestrzennego waloryzacja terenów, ze względu na warunki podłoża budowlanego, jest prezentowana na arkuszach seryjnej Mapy Geologiczno-Gospodarczej Polski (MGGP), a obecnie Mapy Geośrodowiskowej Polski. Wszystkie te dokumenty winny opierać się na wydanych przez Ministerstwo Środowiska publikacjach (Bażyński i in., 1999, Instrukcja, 1999).

Problematyka geologiczno-inżynierska jest prezentowana na MGGP z pominięciem terenów objętych ochroną zasobów przyrodniczych. Ze względu na małą skalę opracowania, określane są tylko dwie kategorie obszarów: korzystnych dla budownictwa oraz niekorzystnych, na których wznoszenie obiektów budowlanych napotyka na istotne utrudnienia.

Zgodnie z wytycznymi Komisji Energetycznej Unii Europejskiej i „Założeńmi polityki energetycznej Polski do 2020 roku” istotnie wzrośnie w najbliższych latach udział energii ze źródeł odnawialnych. Projektowana jest budowa kilkunastu farm elektrowni wiatrowych w strefie przybrzeżnej morza (wody terytorialne) oraz w różnych rejonach kraju. Budowa dużych elektrowni wiatrowych jest nowym problemem w zakresie badań podłoża gruntowego, a także określenia wpływu na środowisko. Związana jest z tym realizacja zadań określonych w „Strategii ochrony brzegu morskiego w Polsce do 2020 roku”. Konieczne będzie wykonanie różnych obiektów. W najbliższym czasie zostaną podjęte prace nad zasadami dokumentowania geologiczno-inżynierskiego dla morskich budowli hydrotechnicznych, zabezpieczeń brzegu morskiego oraz posadowienia elektrowni wiatrowych na lądzie i na morzu.

Ważnym zagadnieniem jest przygotowanie oceny wpływu istniejących zbiorników wodnych na różne elementy środowiska. Obiekty hydrotechniczne powodują często istotne przekształcenie warunków naturalnych w ich otoczeniu, między innymi podwyższenie zwierciadła wód podziemnych, podtopienia, uruchomienie procesów geodynamicznych itp. Opracowanie syntezy problemów geologiczno-inżynierskich, jakie wystąpiły podczas budowy i eksploatacji zbiorników wodnych, będzie podstawą oceny stanu tych obiektów, określenia kierunków ich dalszej eksploatacji oraz wielkości wpływu na środowisko. Zebrane doświadczenia umożliwią pełne opracowanie prognoz dla nowo projektowanych zbiorników.

Za kontrolę nad poprawnością procedur dokumentacyjnych w zakresie geologii inżynierskiej, jakoś opracowywanych projektów prac geologicznych i dokumentacji geologiczno-inżynierskich oraz ustanawianie standardów dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich odpowiada powołana 21 grudnia 1955 r. przez prezesa Centralnego Urzędu Geologicznego prof. Andrzeja Bolewskiego Komisja Dokumentacji Geologiczno-Inżynierskich (KDGI). Po likwidacji CUG działa przy Ministrze Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (MOŚZNiL), a obecnie Ministrze Środowiska (MŚ) od ponad 50 lat. Od dawna, mimo zmieniających się zasad i zarządzeń Ministerstwa, najważniejszym zadaniem Komisji jest ocena projektów, dokumentacji oraz innych opracowań geologicznych dotyczących prawidłowości ustalania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb budownictwa.

W 1991 r. na przewodniczącego Komisji powołany został prof. dr hab. A. Drągowski, pełniący tę rolę do chwili obecnej. Spośród licznych znanych specjalistów z zakresu geologii inżynierskiej aktywnym członkiem Komisji przez wiele lat był prof. Jerzy Liszkowski.

Problematyka rozpatrywanych i ocenianych przez KDGI opracowań odzwierciedla główne kierunki prac geologiczno-inżynierskich. Rozwój kraju, nowe przedsięwzięcia związane z rozbudową miast i osiedli, jak również infrastruktury przesyłowej i komunikacyjnej spowodowały wyjątkowo dynamiczny rozkwit tej stosowanej dziedziny geologii. Problematyka badawcza stale się poszerza ze względu na wykorzystywanie coraz nowszych technik i technologii, a także rozwój problematyki oddziaływania przedsięwzięć na środowisko, szczególnie zaś uwzględnianie w praktyce zasad zrównoważonego rozwoju. Badania geologiczno-inżynierskie, którym patronuje Komisja, umożliwiają rozpoznanie i diagnozę czynników decydujących o optymalnym wykorzystaniu technik inżynierskich z jednoczesnym zminimalizowaniem ujemnego wpływu przedsięwzięć na środowisko geologiczne. Zadania Komisji jako organu doradczego Ministra Środowiska określa ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze z późniejszymi zmianami oraz przepisy szczegółowe.

Główne kierunki prac Komisji w pełni odpowiadają profilowi działań geologii inżynierskiej. Rozpatrywane są projekty dotyczące:

- zagospodarowania przestrzennego kraju,
- ochrony środowiska geologicznego i przekształceń antropogenicznych,
- rozpoznania warunków eksploatacji złóż surowców kraju,
- realizacji różnych inwestycji budowlanych,
- negatywnego oddziaływania na środowisko.

Przyjęte wysokie wymagania stawiane zarówno projektom prac, jak i dokumentacjom były stopniowo i konsekwentnie wdrażane. Wymagało to dopracowania metodyki badań, zakresu i sposobu przedstawiania wyników badań, szczególnie w formie graficznej i kartograficznej dla obiektów o długości wielu kilometrów. W pierwszym okresie wiele opracowań wymagało poprawy lub uzupełnienia. W miarę upływu czasu liczba ta wyraźnie się zmniejszyła. Osiągnięto między innymi dobry poziom dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla autostrad, a także innych dróg krajowych rozpatrywanych w Komisji.

Specyfika badań geologiczno-inżynierskich wymaga udziału w opracowaniu wymienionych zadań specjalistów z instytutów badawczych, uczelni i przedsiębiorstw geologicznych. Ważna jest współpraca geologów inżynierskich i geotechników w rozwiązywaniu przedstawionych zadań, gdyż obie te grupy wykonują badania geologiczno-inżynierskie.

Z analizy wynika (Drągowski, 2003), że wspólne działania geotechników i geologów rozwinęły się już w Polsce w okresie międzywojennym. Współpraca ta wiązała się z projektowaniem i realizacją inwestycji, między innymi w Porąbce i Rożnowie, obiektów Centralnego Okręgu Przemysłowego, portu w Gdyni. W roku 1936 powstał w Polsce, z inicjatywy Polskiego Związku Inżynierów Budowlanych, Komitet Badań Gruntów. Po II wojnie światowej nastąpił dalszy rozwój geotechniki, którą zajmowali się lub zajmują przede wszystkim: R. Piątkowski, Z. Wiłun, S.

Hueckel, I. Kisiel, K. Thiel, W. Wolski, E. Dembicki i inni. Współpracowali z nimi lub współpracują geolodzy: K. Guzik, J. Gołąb, R. Krajewski, Z. Pazdro, S.Z. Różycki, W.C. Kowalski, Z. Glazer. Wspólnie prowadzono badania geologiczne, geologiczno-inżynierskie i geotechniczne dla wielkich obiektów okresu powojennego, np. zapory w Solinie, Myczkowcach, Czorsztynie, Huty Warszawa, Częstochowa, Nowej Huty, elektrowni szczytowo-pompowych Porąbka-Żar, Żarnowiec, kopalni odkrywkowych Turoszów, Machów, Bełchatów, Centralnej Magistrali Kolejowej i elektrowni wielkich mocy.

Wyniki badań geologiczno-inżynierskich i opracowań geotechnicznych stanowiły podstawę do projektowania fundamentów i konstrukcji budowlanych, wykonawstwa budowli nadziemnych i podziemnych, lądowych i wodnych. Obecnie z inicjatywy obu grup zawodowych, reprezentowanych przez Polski Komitet Geotechniczny oraz Polski Komitet Geologii Inżynierskiej i Środowiska, powołano Wspólną Komisję Geologów Inżynierskich i Geotechników. Komisja ta prowadzi prace mające na celu wprowadzenie zmian do istniejących przepisów i przygotowanie nowych. Jest to konieczne, gdyż w obowiązującej strukturze prawnej brakuje uporządkowania pojęć i kompetencji oraz regulacji prawnych. Prace Komisji oceniane są wysoko, wpływa ona na coraz lepsze współdziałanie obu środowisk. Komisja poparła inicjatywę i działanie Polskiego Komitetu Geotechniki, aby utworzyć Izbę Geotechników i Geologów Inżynierskich, zrzeszającą specjalistów z obu dziedzin, w nawiązaniu do ustawy o samorządach zawodowych z dnia 15.12.2000 r. (Dz. U. nr 5, poz. 42).

Wyprzedzające, interdyscyplinarne oddziaływanie geologii inżynierskiej na rzecz planowania i zagospodarowania kraju, ochrony środowiska jest niezbędne do poprawnego realizowania inwestycji zarówno w skali kraju, jak i na szczeblu lokalnym.

Literatura

- Bażyński J., Drągowski A., Frankowski Z., Kaczyński R., Rybicki S., Wysokiński L., 1999. Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Drągowski A., 1997. Podstawowe kierunki badań i prac geologiczno-inżynierskich w Polsce – polityka resortu w dziedzinie geologii inżynierskiej. Przegląd Geologiczny 3.
- Drągowski A., 2003. Geotechniczne aspekty geologii inżynierskiej (referat tematyczny). Inżynieria Morska i Geotechnika 3/4.
- Dobak P., Pinińska J., 2003. Zagrożenia geologiczno-inżynierskie jako element planowania przestrzennego. Symp. 120-lecia Wydz. Geografii Uniwersytetu Lwowskiego: „Modern problems and tendencies of the geography science development”. Wydawnictwa Uniwersytetu Lwowskiego.
- Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Lemberger M. (red.), 2004. Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych). Arch. CAG, AGH.

- Pinińska J., Frankowski Z., 2005. Significance of geological cartography in priority problems of engineering geology. *Przegląd Geologiczny* 10/2, 53.
- Popescu M. 2001. A suggested method for reporting landslide remedial measures. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 60, 1.
- Rączkowski W., Wójcik A., Mrozek T., Nescieruk P., Zimnal Z., Janicki T., Kowalski Z., 2004. Opracowanie dokumentacji na podstawie prac geologicznych dla tematu: „Rejestracja osuwisk na terenie Karpat (monitoring zdarzeń katastrofalnych na obszarze polskich Karpat fliszowych)” p. pl. 2.14.0102.00.0. Opracowanie końcowe. Archiwum OK. PIG, Kraków.

