

# Narzędzia Esri w projekcie SOPO

Ruchy masowe ziemi badane były już na przełomie lat 60. i 70. ubiegłego wieku. Od tamtego czasu powstało kilka opracowań na ten temat (m.in. katalogi osuwisk wydane na początku lat 70.), ale dopiero w ramach projektu Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej (SOP0) podjęto się rejestracji wszystkich osuwisk występujących na terenie całej Polski. Projekt realizowany jest od końca 2006 r., a jego całkowite zakończenie ma nastąpić w latach 2024–2025.

Podstawowym celem projektu SOP0 jest rozpoznanie, udokumentowanie i przedstawienie na mapach w skali 1:10 000 wszystkich osuwisk i obszarów zagrożonych ruchami masowymi, a także założenie systemu monitoringu na 100 wybranych osuwiskach stanowiących zagrożenie dla obiektów infrastruktury (budynków prywatnych i publicznych, dróg, mostów). Prace te wykonywane są we współpracy z licznymi przedsiębiorstwami (geologicznymi i geodezyjnymi) oraz instytucjami naukowymi i uczelniami, a PIG-PIB pełni funkcję głównego koordynatora całego projektu.

## Etapy projektu SOP0

W celu skuteczniejszego zarządzania projekt SOP0 został podzielony na cztery etapy.

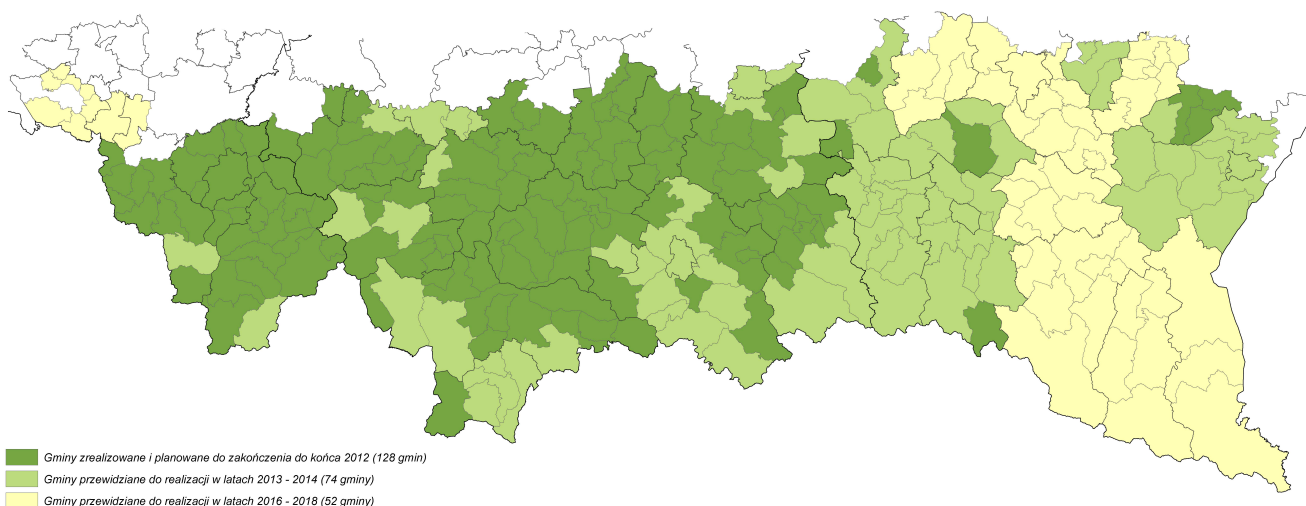
**Etap I** (2006–2008), już zakończony, był etapem przygotowawczym i obejmował rozpoznanie problematyki osuwiskowej w całej Polsce. Przygotowano mapy (w skali 1:50 000), na których przedstawiono zasięgi obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych oraz dotychczas udokumentowane osuwiska, badane w ciągu ostatnich 40 lat. Wydana została również *Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000*. Opracowano też

harmonogram czasowy wykonywania mapy osuwisk. Uruchomiono bazę danych, w której są gromadzone wszystkie zbierane informacje, i wykonano internetową aplikację do ich wprowadzania.

Kolejne etapy to już właściwe prace terenowe przy dokumentowaniu osuwisk i zakładaniu monitoringu. Z uwagi na to, że ponad 95 proc. osuwisk występujących na obszarze Polski znajduje się na terenie Karpat, działania rozpoczęto od południowych województw. Ze względu na logistykę i czasochłonność prac terenowych mapy osuwisk i terenów zagrożonych (MOTZ) wykonywane są tam w układzie gminnym. Polska pozakarpaska kartowana będzie w układzie powiatowym.

**Etap II** (2008–2015), trwający obecnie, obejmuje wykonanie map osuwisk dla rejonu Karpat (część pierwsza: województwa śląskie, małopolskie i część podkarpackiego) oraz założenie i prowadzenie monitoringu wybranych 60 osuwisk w Karpatach. Do końca 2012 roku opracowaniem zostanie objętych 128 gmin, a do końca etapu II – kolejne 74 (rys. 1.). Równocześnie w tym etapie realizowane są tzw. zadania interwencyjne. Z całej Polski do PIG-PIB spływają zgłoszenia o zniszczeniach i zagrożeniach, jakie stwarzają osuwiska, które uaktywniły się w ostatnim okresie (zwłaszcza po powodzi latem 2010 roku). Opracowywanie kart dokumentacyjnych osuwisk ma na celu ustalenie, czy obiekty uszkodzone lub zagrożone, zlokalizowane na aktywnym osuwisku lub w jego bliskim sąsiedztwie, mogą zostać skutecznie zabezpieczone przed dalszym zniszczeniem (a tym samym celowa i możliwa jest stabilizacja osuwiska), czy też należy je rozebrać i usunąć z obszaru osuwiska, ponieważ jego stabilizacja wydaje się ekonomicznie nieopłacalna (fot. 1.).

**Etapy III** (planowany na lata 2016–2019) i **IV** (planowany na lata 2020–2025) zakładają wykonanie map osuwisk dla dalszej części Karpat i obszaru Polski pozakarpackiej oraz prowadzenie monitoringu kolejnych wybranych 40 osuwisk.



Rys. 1. Zaawansowanie prac nad MOPZ na obszarze Karpat.



Fot. 1. Uszkodzenie budynku wywołane ruchami ziemi w powiecie strzyżowskim podczas powodzi w maju i czerwcu 2010 roku (zdjęcie dzięki uprzejmości starosty powiatu strzyżowskiego).

## Odbiorcy

Opracowane mapy osuwisk i terenów zagrożonych są na bieżąco przekazywane poszczególnym starostwom powiatowym, podobnie jak wyniki uzyskane z monitoringu wybranych osuwisk. Jak wspomniano wcześniej, uzyskane dane powinny być wykorzystywane przez lokalne władze w procesie planowania przestrzennego,

zwłaszcza w podejmowaniu decyzji o warunkach zabudowy (udzielania zgody na budowę różnych obiektów prywatnych i publicznych) oraz wytyczaniu przebiegu nowych inwestycji liniowych (np. komunikacyjnych, gazociągów, wodociągów). W miarę możliwości tego typu obiekty powinny być lokalizowane poza obszarami osuwisk lub – w przypadku braku takiej możliwości – budowane z wykorzystaniem specjalnych wzmocnień i zabezpieczeń przed negatywnymi skutkami rozwoju osuwiska. Dane te wykorzystywane są również na etapie planowania różnych prac geologicznych. Wiedza o lokalizacji osuwisk daje także możliwość zakupu ziemi (działki) poza obszarami zagrożonymi tymi procesami lub odpowiedniego ubezpieczenia swojego dobytku od tzw. zagrożeń naturalnych.

## **Zastosowanie GIS-u i narzędzi Esri**

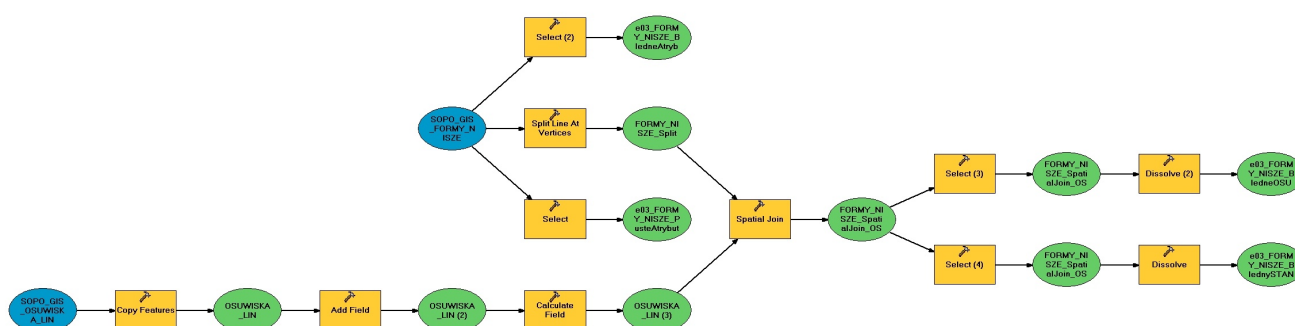
Narzędzia z rodziny ArcGIS obecne są w PIG-PIB od wielu lat. Znalazły one zastosowanie i w tym w projekcie, na większości etapów prac związanych z pozyskaniem, kontrolą i udostępnieniem danych.

### ***Pozyskanie i kontrola danych***

Część wykonawców, już na etapie kartowania terenowego, opracowuje dane w postaci cyfrowej. Pozostali, przy wektoryzacji materiałów terenowych, korzystają z kompozycji mapowej z odpowiednią symbolizacją, co w połączeniu z zastosowaniem słowników dla większości atrybutów, ułatwia prawidłowe kodowanie ich wartości. Dzięki zastosowaniu formatu geobazy i zdefiniowaniu topologii już na tym etapie autorzy mogą wykonać podstawową kontrolę spójności przestrzennej danych. Za pomocą zdefiniowanych w geobazie reguł topologicznych kontrolowane są głównie podstawowe zależności – rozłączność obiektów w ramach poszczególnych warstw, zawieranie się elementów rzeźby w obszarze osuwiska czy też konkretne umiejscowienie obiektów liniowych (np. skarp głównych na granicach osuwisk). Predefiniowane reguły pozwalają na kontrolę tylko ok. 40 proc. założonych warunków.

Pozostałe sprawdzane są za pomocą kombinacji analiz atrybutowych i przestrzennych. Z uwagi na powtarzalność procesu postanowiono zautomatyzować go za pomocą modeli geoprzetwarzania w narzędziu Model Builder.

Podstawowe funkcje kontroli zostały rozszerzone dzięki zbudowaniu narzędzi sprawdzających staranność wektoryzacji, np. niedokładne dociągnięcia linii, drobne przesunięcia obiektów względem siebie. Oczywiście, nie wyczerpało to wszystkich błędów możliwych do popełnienia na etapie digitalizacji danych, ale te pozostałe stanowią już niewielki procent. Udostępnienie modeli geoprzetwarzania poprzez ArcGIS Server mogłoby być pewnym rozwiązaniem – wtedy każdy wykonawca sprawdzałby poprawność danych sam, jeszcze przed przekazaniem ich do PIG-PIB (rys. 2.).



Rys. 2. Jeden z modeli kontrolujących dane.

## Prezentacja danych

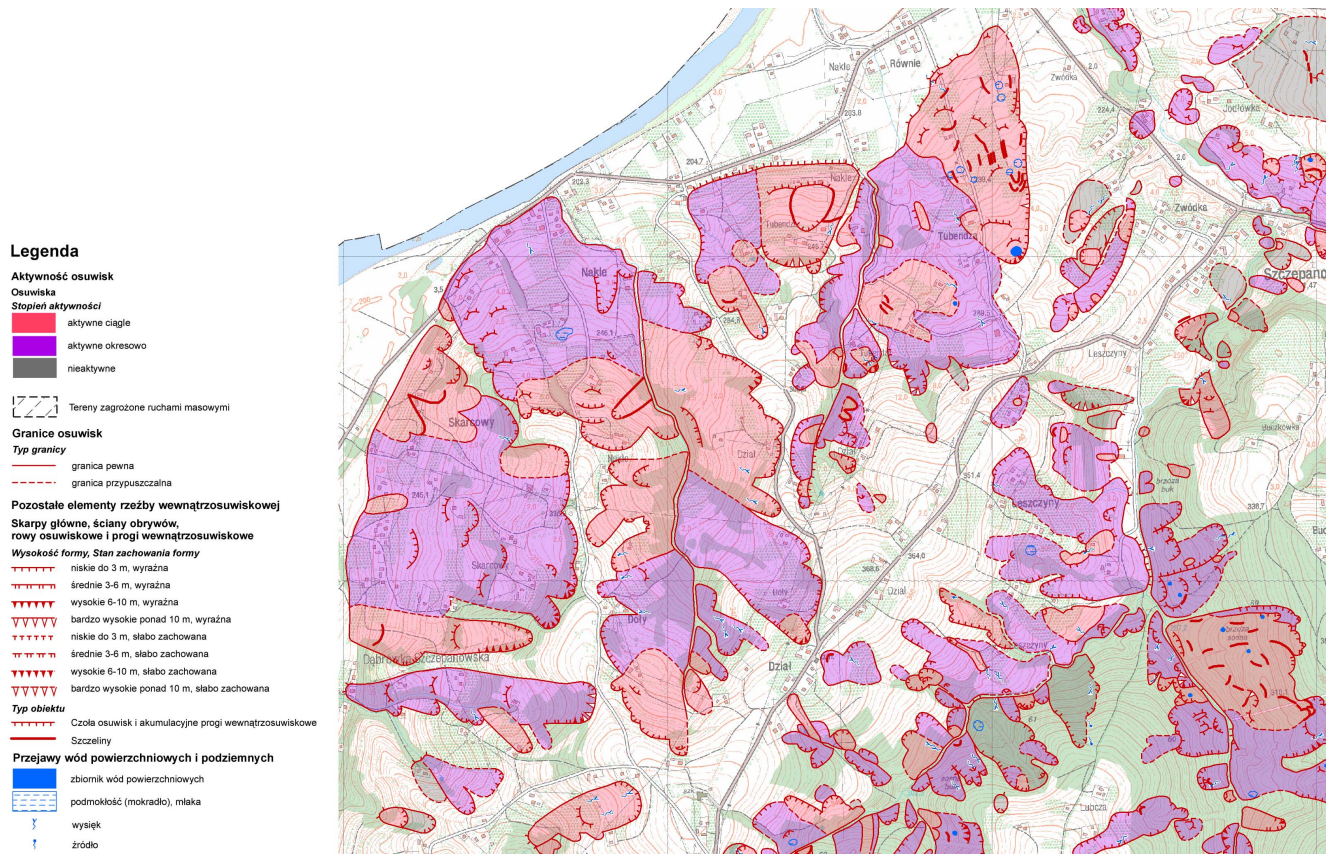
Jak wspomniano, jeden z produktów końcowych stanowią mapy. Przy wykorzystaniu oprogramowania [ArcGIS](#) przygotowywane są serie map dla gmin, powiatów i inwestorów (rys. 3.). Równoległe wszystkie dane umieszczane zostają w interaktywnym portalu mapowym. Jest to dość rozbudowana aplikacja, która w pierwotnym założeniu miała służyć głównie do wprowadzania i weryfikacji danych atrybutowych, ale obecnie rozbudowano również część prezentacyjną. Aplikacja, w zależności od rodzaju użytkownika, oferuje kilka poziomów dostępu. Użytkownik zewnętrzny (bez potrzeby logowania się) ma

możliwość:

- wyszukiwania i wyświetlania osuwisk oraz terenów zagrożonych na mapie,
- wyszukiwania i wyświetlania kart rejestracyjnych osuwisk i terenów zagrożonych,
- drukowania zarówno map, jak i kart rejestracyjnych.

Dla zarejestrowanych użytkowników (po zalogowaniu) dostępne są dodatkowe funkcje:

- edytora, która umożliwia dodawanie kart rejestracyjnych nowych osuwisk i terenów zagrożonych oraz modyfikację istniejących,
- weryfikatora, pozwalająca na sprawdzanie poprawności wprowadzanych informacji oraz ich późniejszą akceptację lub odesłanie do edytora w celu poprawienia.
- Aplikacja internetowa zbudowana została w oparciu na ArcGIS Server oraz interfejsie ArcGIS API for JavaScript. Wykorzystano tu także mechanizm buforowania dla tych danych, które zmieniają się bardzo rzadko (podkład rastrowy, granice), natomiast dane dotyczące osuwisk wyświetlane są poprzez serwis dynamiczny.



Rys. 3. Wizualizacja danych na podkładzie mapowym – fragment gminy Pleśna.

## Przyszłość

Pojawienie się aplikacji ArcGIS dla systemów iOS oraz Android otwiera nowe możliwości dla prezentowania danych w terenie: na smartfonach lub tabletach. Coraz więcej osób posiada takie urządzenia, wchodzi one też do wyposażenia administracji publicznej – taka forma prezentacji danych to najbliższa przyszłość.

Podobnie jak w innych dziedzinach związanych ze środowiskiem naturalnym, również w przypadku rozpoznania terenów osuwiskowych zastosowanie technologii GIS-owych stanowi duże ułatwienie na każdym etapie prac. Również dzięki GIS-owi dostęp do danych staje się coraz prostszy. Pozostaje mieć nadzieję, że będą one trafiały do coraz szerszego grona odbiorców, którzy wykorzystają je do sukcesywnego zmniejszania zagrożenia ze strony tych niebezpiecznych zjawisk.

**(PIG-PIB)** to najstarszy (powołany w 1919 roku) i największy polski instytut naukowy zajmujący się geologią. Na mocy ustawy *Prawo geologiczne i górnicze z dn. 9 czerwca 2011 r.* pełni on funkcję państwowej służby geologicznej i realizuje wiele zadań z dziedziny geologii i hydrogeologii. Należą do nich m.in. rozpoznanie i monitoring zagrożeń geologicznych, w tym osuwisk (art. 162, ust. 1, pkt 10).

### **Osuwiska w polskim ustawodawstwie**

Problematyka osuwiskowa poruszona jest w kilku obowiązujących aktach prawnych. *Prawo ochrony środowiska* (ustawa z 27 kwietnia 2001 roku) definiuje ruchy masowe ziemi jako „powstające naturalnie lub na skutek działalności człowieka osuwanie, splezywanie lub obrywanie powierzchniowych warstw skał, zwietrzliny i gleby” (art. 3, pkt 32 a). Ustawa ta wskazuje starostów jako odpowiedzialnych za prowadzenie rejestru zawierającego informacje o tych terenach (art. 110 a). Szczegółowe wytyczne na temat tego rejestru zawiera *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi*. Rejestr osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi jest prowadzony w konkretnym celu – dokumentacji tych procesów i zapobiegania zagrożeniom związanym z tymi zjawiskami. *Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dn. 27 marca 2003 r.* mówi że, zarówno na etapie wykonywania studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, jak i miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego należy obowiązkowo określić „obszary narażone na niebezpieczeństwo (...) osuwania się mas ziemnych” (art. 10, ust. 2, pkt 11 i art. 15, ust. 2, pkt 7).