MINISTERSTWO ŚRODOWISKA

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

METODYKA PRAC ANALITYCZNYCH I KARTOGRAFICZNYCH W PROBLEMATYCE OSUWISK KARPACKICH W POLSCE

(w ramach projektu Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej SOPO)

Wojciech Ozimkowski, Jacek Rubinkiewicz, Michał Śmigielski, Andrzej Konon

Warszawa 2010

Wykonano na zamówienie Ministra Środowiska
Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Zespół autorski:
dr Wojciech Ozimkowski* (upr. geol. VIII-143), dr Jacek Rubinkiewicz* (upr. geol. VIII-144), dr Michał Śmigielski*, dr hab. Andrzej Konon*
*Uniwersytet Warszawski, Zakład Tektoniki i Kartografii Geologicznej Wydziału Geologii

Projekt okładki: Marta Tomaszczyk

Wszystkie wykorzystane podkłady topograficzne zostały dostarczone przez PIG PIB, który jako zleceniodawca posiada prawo do powielania i kopiowania materiałów w ramach projektu SOPO

Zdjęcie na stronie tytułowej okładki: osuwisko w Lachowicach.
Fotografia Wojciech Rączkowski
Na ostatniej stronie okładki wykorzystano fragment mapy osuwisk i terenów zagrożonych z gminy Brzesko. *Stoiński i Wieczorek, 2009*

ISBN: 978-83-7206-162-1

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2010

Wydawnictwo LIBER Sp. z o.o. wydało niniejszą publikację na zlecenie z powierzonych materiałów

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP ... 5

2. SPRZĘT I MATERIAŁY ... 6

3. WSTĘPNE PRACE ANALITYCZNE ... 9
3.1. ANALIZA MAPY TOPOGRAFICZNEJ ... 9
3.2. ANALIZA BUDOWY GEOLOGICZNEJ I TEKTONICZNEJ ... 35
3.2.1. **Uwarunkowania litologiczne** ... 35
3.2.2. **Uwarunkowania tektoniczne** ... 37
3.2.3. **Uwarunkowania wodne** ... 42
3.3. ANALIZA ZDJĘĆ LOTNICZYCH ... 43
3.4. ANALIZA INNYCH MATERIAŁÓW TELEDETEKCYJNYCH ... 43
3.5. ANALIZA NUMERYCZNEGO MODELU TERENU ... 44
3.6. STUDIUM PUBLIKACJI ... 44
3.7. MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA INNYCH NARZĘDZI ... 45

4. PRAKTYCZNE ASPEKTY DOKUMENTOWANIA OSUWISK ... 45
4.1. ORGANIZACJA PRACY TERENOWEJ ... 45
4.1.1. **Sezon prac terenowych** ... 46
4.1.2. **Zakwaterowanie, warunki pogodowe i czas trwania pojedynczego wyjazdu** ... 46
4.1.3. **Pozyskanie materiałów archiwalnych od terenowych jednostek administracji** ... 47
4.1.4. **Rekonesans samochodowy** ... 47
4.1.5. **Wywiady z ludnością miejscową** ... 47
4.2. OPTYMALIZACJA PRAC KARTOGRAFICZNYCH POD WZGLĘDEM CZASOWYM ... 48
4.2.1. **Organizacja pojedynczego dnia pracy** ... 48
Wybór poligonu kartowania i przebiegu marszrut ... 48
Prowadzenie marszruty w terenie ... 51

4.3. IDENTYFIKACJA OSUWISKA ... 52
4.3.1. **Identyfikacja elementów osuwiska** ... 53
4.3.2. **Ocena aktywności i wieku osuwiska** ... 64

4.3.3. **Co nie jest osuwiskiem?** ... 66
4.4. KARTOWANIE OSUWISKA I POMIAR PARAMETRÓW ... 66
4.4.1. **Skarpa główna** ... 66
4.4.2. **Formy wewnątrzosuwiskowe** ... 67
4.4.3. **Jęzor osuwiska** ... 67
4.4.4. **Analiza położenia warstw w terenie** ... 68
4.4.5. **Wypełnianie SKRO, szkice małych osuwisk** ... 68
4.4.6. **Dokumentacja fotograficzna** ... 69
4.5. CODZIENNA ARCHIWIZACJA ZEBRANYCH DANYCH ... 69
4.5.1. **Przerysowywanie osuwisk na podkład zbiorczy** ... 71
4.5.2. **Archiwizacja zdjęć** ... 71
4.5.3. **Punkty GPS** ... 71

5. PRZYGOTOWANIE DANYCH DO WPROWADZENIA DO BAZY ... 72
5.1 ARKUSZ DO OBLICZANIA PARAMETRÓW MORFOMETRYCZNYCH OSUWISKA ... 72

6. LITERATURA ... 73

1. WSTĘP

Niniejszy skrypt został opracowany przez pracowników Zakładu Tektoniki i Kartografii Geologicznej Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego (UW) w konsultacji z Zespołem Koordynacyjnym SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB). W skrypcie opisane są doświadczenia pracowników UW i PIG-PIB nabyte w trakcie kilkuletniej realizacji Projektu SOPO. Skrypt stanowi uzupełnienie i rozszerzenie metodyki kartowania osuwisk zawartej w *Instrukcji opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000* (Grabowski i in., 2008). Skrypt sporządzono głównie dla uczestników Projektu SOPO realizowanego od 2006 r na zlecenie Ministra Środowiska i finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, ale może posłużyć wszystkim zainteresowanym problematyką osuwiskową.

Dwa podstawowe cele niniejszego opracowania to:

1. przedstawienie pełnego zakresu analitycznych prac przygotowawczych z wykorzystaniem wszystkich możliwych materiałów, metod i narzędzi;
2. omówienie praktycznych aspektów dokumentowania osuwisk w terenie z uwzględnieniem właściwej organizacji i optymalizacji prac kartograficznych.

Celem nadrzędnym jest wskazanie najbardziej pomocnych i skutecznych metod rozpoznawania i dokumentowania osuwisk (w warunkach kameralnych i terenowych), które pozwolą na uzyskanie wysokiej jakości wyników końcowych.

Opracowanie składa się z 4 części. W pierwszej omówiono sprzęt i materiały, które powinny być na wyposażeniu geologa kartującego osuwiska. W drugiej części omówiono wstępne prace analityczne, prowadzone przed wyjazdem w teren, niezbędne przy typowaniu i wyznaczaniu obszarów potencjalnych osuwisk. Szczególną uwagę poświęcono analizie rzeźby terenu na mapach topograficznych. Następnie przedstawiono praktyczne aspekty organizacji pracy terenowej oraz identyfikacji form wchodzących w skład osuwiska. W czwartej części zaproponowano sposób przygotowania i zestawienia uzyskanych danych w celu wprowadzenia ich do bazy SOPO.

Niniejsze opracowanie nie wyczerpuje bogatej i skomplikowanej problematyki osuwiskowej, a ma na celu jedynie zapoznanie czytelnika z najbardziej typowymi sytuacjami, związanymi z kartografią osuwisk.

Użyta terminologia jest zgodna z *Instrukcją opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000* (Grabowski i in. 2008), stąd w większości przypadków nie była definiowana.

Do skryptu dołączono płytę CD z przykładami map topograficznych z czytelną rzeźbą osuwisk, krótkimi filmami oraz dodatkowymi zdjęciami form osuwiskowych, programem do obliczania parametrów morfometrycznych oraz Skróconą Kartę Rejestracyjną Osuwisk (SKRO).

2. SPRZĘT I MATERIAŁY

Przed wyjazdem w teren należy odpowiednio się przygotować i zaopatrzyć w sprzęt, zarówno ten niezbędny przy kartowaniu i dokumentacji osuwisk, jak i dodatkowy – mogący ułatwić i przyspieszyć pracę.

Do niezbędnego wyposażenia geologa kartującego osuwiska należą: podkład topograficzny, notatnik, podkładka formatu A4 (typu „clipboard”), ołówek, gumka, linijka, odbiornik GPS, kompas geologiczny i cyfrowy aparat fotograficzny (Fig.1).

Fig. 1. Podstawowy zestaw sprzętu do kartowania osuwisk.

Podstawowym elementem wyposażenia jest zestaw **podkładów topograficznych**, obejmujących obszar badań. Najlepiej zaopatrzyć się przynajmniej w dwa, a najlepiej trzy zestawy podkładów obejmujących ten sam fragment terenu – ilość powinna być dwukrotnie większa od liczby zespołów kartujących. Podkłady należy podzielić i skopiować kserograficznie, najlepiej w formacie A3 – po ich złożeniu na pół będą pasować do podkładki o formacie A4, a jednocześnie zapewni to dwukrotnie mniej arkuszy do porządkowania. Każdy zestaw podkładów powinien być oznaczony osobnym symbolem, co ułatwi ich sortowanie. Nie zaleca się wydruków z drukarek atramentowych, gdyż w razie nawet niewielkiego zalania wodą stają się one zupełnie nieczytelne. Kopie podkładów w układzie współrzędnych 1992 powinny być kolorowe, aczkolwiek bardzo

dobrze pracuje się na mapach przetworzonych cyfrowo na jasny odcień sepii, tak by rysunek poziomicowy był jeszcze dobrze czytelny, a jednocześnie wyraźnie widoczne były elementy osuwisk nanoszone ołówkiem. Można pracować bezpośrednio na mapach w układzie 1992 wydanych drukiem – ich arkusze są tańsze niż koszty kolorowej odbitki kserograficznej, równie odporne na deszcz, a ponadto dobrze wytrzymują ścieranie gumką – ich wadą jest słabo widoczna treść nanoszona ołówkiem. Podkłady w układzie współrzędnych 1965 są często czarno-białe, dlatego szczególnie wskazane jest przetworzenie ich na jasny odcień sepii. Podkłady w układzie 1965 powinny mieć dodatkowo naniesioną siatkę kilometrową układu 1992. Do celów bieżącej archiwizacji danych, po przyjściu z terenu, przydadzą się dodatkowo całe arkusze podkładów, w przypadku układu 1965 najlepiej również w kolorze sepii. Zespół kartujący powinien w terenie posiadać kopię podkładu topograficznego w celu wykluczenie sytuacji, w której z powodu przypadkowego zagubienia podkładu zachodzi konieczność przerwania wykonywanej marszruty.

Ołówki mogą być zarówno zwykłe (konieczna temperówka, najlepiej obrotowa), jak i automatyczne. W obydwu przypadkach nie powinny być zbyt twarde, gdyż takie łatwo niszczą papier, a dodatkowo rysowane nimi linie są jasne, słabo widoczne i trudne do wytarcia gumką. Dobrze sprawdzają się ołówki klasyczne HB lub B, a także automatyczne 0,5 mm o rysikach 2B i 3B (należy pamiętać o większej ilości zapasowych wkładów, gdyż miękkie wkłady łatwo się łamią). Ołówek – zwłaszcza automatyczny – powinien być w kolorze umożliwiającym jego odnalezienie wśród roślinności.

Gumka powinna być miękka, aby nie niszczyła podkładu (gumki stosowane w ołówkach są najczęściej zbyt twarde). Najlepiej gumkę pociąć na kilka niewielkich fragmentów, gdyż jest to najczęściej gubiony element wyposażenia.

Linijka ma umożliwić nanoszenie współrzędnych topograficznych w siatce kilometrowej, dlatego dla skali 1:10 000 jej długość powinna wynosić minimum 10 cm.

Opisane powyżej drobne wyposażenie kreślarskie, które jest najbardziej narażone na zagubienie w trakcie wykonywania zdjęcia geologicznego powinien posiadać (dodatkowo zdublowane) każdy z dwuosobowej grupy kartografów.

Jako niezbędny należy również traktować **odbiornik GPS** do lokalizacji osuwisk i siebie w terenie. Najlepsze są aktualnie odbiorniki z modułem SiRFstarIII, współpracujące z systemem poprawek różnicowych WAS/EGNOS, umożliwiające bardzo szybką i dokładną lokalizację. Odbiorniki starsze w celu poprawy osiągów warto wyposażyć w antenę zewnętrzną. Odbiornik GPS należy ustawić na układ współrzędnych 1992 (wprowadzić jego parametry – patrz płyta CD).

Należy zaopatrzyć się także w komplet akumulatorków na wymianę, choć na ogół w nowszych modelach GPS jeden komplet wystarcza przynajmniej na cały dzień pracy.

Dobrze, jeśli odbiornik GPS ma możliwość wczytania mapy – nawet stosunkowo prosta mapa wektorowa bywa przydatna do orientacji w terenie. Droższe, profesjonalne modele GPS mają możliwość wczytania osadzonej mapy rastrowej (w tym wypadku zeskanowanego podkładu w skali 1:10 000), co znacznie zwiększa szybkość pracy i podnosi jej dokładność.

Niezbędny jest **kompas geologiczny**, który powinien umożliwiać pomiar położenia warstw oraz kąta nachylenia stoku, czyli posiadać klizymetr, jak np. busola geologiczna Meridian. W przypadku prostszych kompasów, bez wbudowanego klizymetru, należy się zaopatrzyć w osobny przyrząd do pomiaru kątów nachylenia stoku (klizymetr lub klinometr).

Do dokumentacji osuwisk konieczny jest cyfrowy **aparat fotograficzny** – jego parametry nie grają istotnej roli, gdyż zdjęcia wprowadzane do bazy SOPO i tak muszą być poddane silnej kompresji.

Oprócz przedstawionego wyposażenia przydatny jest **młotek geologiczny**, który jest pomocny przy rozpoznaniu litologii skał oraz przy czyszczeniu odsłonięć w celu pomierzenia położenia warstw.

Bardzo istotnym elementem wyposażenia jest odpowiedni **strój terenowy** zapewniający komfort pracy w różnych warunkach atmosferycznych. Przydatny często okazuje się parasol – trzymany nad przechowywaną w „clipboardzie" mapą znacznie zwiększa możliwości pracy przy zmiennej pogodzie. Ponadto należy pamiętać o konieczności zaopatrzenia się w środki chemiczne zabezpieczające przed ukąszeniami owadów, a w szczególności kleszczy.

Przydatne okazują się **zestawy łączności radiowej** krótkiego zasięgu (Fig.1). Umożliwiają one stały kontakt między osobami wykonującymi zdjęcie kartograficzne na sąsiednich poligonach lub w tych wszystkich przypadkach, gdy celowe jest rozdzielenie się pracującej pary kartografów. Dostępne na rynku zestawy radiowe cechują się niewielką wagą, długim czasem działania i zasięgiem do 10 km w otwartym terenie, co przekłada się na odległość od kilkuset metrów do kilku kilometrów w zalesionym terenie górzystym i jest wystarczające dla celów kartograficznych. Koszt zestawu złożonego z dwóch urządzeń odbiorczo nadawczych zwykle nie przekracza 300 złotych.

Ważnym elementem wyposażenia kameralnego jest **laptop** wraz z odpowiednim oprogramowaniem i dostępem do Internetu. Z użytecznych aplikacji należy tu wymienić oprogramowanie GIS (np. *Global Mapper, ArcView* itp.), za pomocą którego możemy osadzić mapy topograficzne. Można również zageokodować odpowiednie arkusze SMGP. Do archiwizacji punktów GPS można użyć programu *MapSource Trip and Waypoint Manager*, dołączanego zwykle do odbiorników firmy Garmin.

3. WSTĘPNE PRACE ANALITYCZNE

3.1. ANALIZA MAPY TOPOGRAFICZNEJ

Jedną z najważniejszych metod badania potencjalnych obszarów występowania osuwisk jest analiza rzeźby terenu na podstawie rysunku poziomicowego oraz sieci hydrograficznej. Metoda ta polega na zaznaczeniu na mapie obszarów, gdzie możemy spodziewać się osuwisk. Mogą to być zarówno obszary o powierzchni kilkudziesięciu hektarów jak również mniejsze, do kilku ha. Jest oczywiste, że na mapach widoczne są jedynie te osuwiska, które powstały przed wykonaniem danego podkładu topograficznego, czyli zwykle duże i mające minimum kilkadziesiąt do kilkuset lat, a nawet starsze, plejstoceńskie.

Analiza rysunku poziomicowego polega na znajdowaniu miejsc, w których sąsiadujące ze sobą poziomice mają zaburzony, nierówny przebieg (czyli nie są do siebie równoległe – tzw. „tańczące poziomice", powyginane w różne strony). Taki „niespokojny" obraz poziomicowy wskazuje na istnienie obszarów o zaburzonej morfologii powierzchni terenu, która może – **ale nie musi** – oznaczać występowania osuwisk. Na mapach należy analizować przede wszystkim stoki, zarówno te strome (blisko siebie narysowane poziomice) jak i umiarkowanie oraz łagodnie nachylone. Należy również zwrócić uwagę na obszary źródliskowe potoków. Ponadto osuwiska często towarzyszą wysokim skarpom tarasów rzecznych.

Podejrzenia powinny wzbudzać miejsca zagęszczenia poziomic na stoku (zestromienie), poniżej których poziomice ulegają rozrzedzeniu. Jednak w wielu przypadkach taki układ poziomic odzwierciedla jedynie różnice w odporności skał związane ze zróżnicowaniem litologii (skarpy strukturalne).

W Karpatach analizujemy dwa rodzaje map topograficznych w skali 1: 10 000: starsze, w układzie 1965 oraz nowsze, w układzie współrzędnych 1992. Te pierwsze zostały wykonane w kolorystyce czarno-białej (początkowo z poziomicami w kolorze sepii) dla obszaru całej Polski w latach 1970-tych i 80-tych. Ich podstawowe cięcie poziomicowe wynosi 10 m, a pomocnicze 2,5 m. Na mapach tych występuje mniej szczegółów topograficznych, możliwe jest za to zamówienie warstwy rastrowej zawierającej samą rzeźbę, która niezmiernie ułatwia jej analizę. Z drugiej strony, ponieważ mapy te były wykonywane za czasów cenzury, niektóre z obszarów (szczególnie bliskie instalacjom strategicznym) mogą mieć zupełnie zmienioną i zafałszowaną topografię. Mapy te nie posiadają siatki współrzędnych geograficznych, a jedynie lokalne współrzędne topograficzne.

Mapy w układzie 1992 są wykonane w wersji kolorowej, ale tylko dla obszarów szczególnie gęsto zaludnionych i atrakcyjnych turystycznie. Niemal cała wschodnia część polskich Karpat nie jest pokryta tymi mapami. Mają one nieco inne cięcie poziomicowe (podstawowe 20 m lub 10 m, pomocnicze 5 m lub 2,5 m), lecz zawierają więcej szczegółów topograficznych, a ponadto posiadają współrzędne geograficzne i topograficzne. Lokalizacja na nich jest łatwiejsza, ale analiza przebiegu poziomic wymaga większego doświadczenia.

Poniżej przedstawiono na schematycznych rysunkach najbardziej typowe sytuacje w przebiegu poziomic, które informują analizującego mapę topograficzną o zaburzeniach w morfologii:

A. Układ poziomic „przeciwstawny" (Fig. 2) – w górnej części poziomice wygięte są w stroną wyższych wartości bezwzględnych wskazując na obecność formy erozyjno-denudacyjnej; w dolnej części poziomice wygięte są w stronę przeciwną (ku niższym wartościom bezwzględnym) wskazując obecność formy akumulacyjnej. Przy takim układzie poziomic profil stoku jest wklęsło--wypukły.

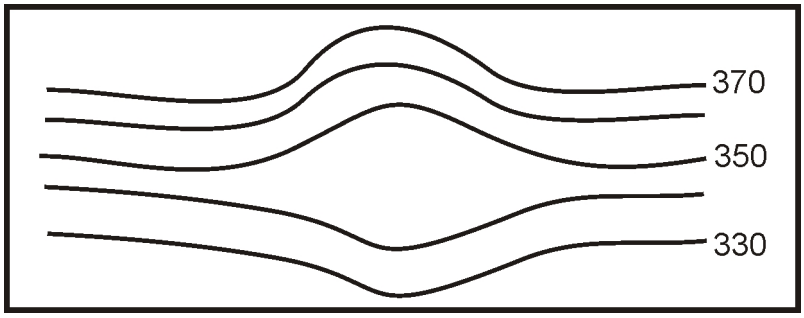


Fig. 2. Układ poziomic „przeciwstawny".

Interpretacja takiego układu może być następująca:

– osuwisko (z widocznymi w obrazie poziomicowym skarpą główną i jęzorem);
– niecka denudacyjna ze stożkiem deluwialnym;
– dolinka okresowo erozyjna z akumulacyjnym stożkiem napływowym

B. Układ poziomic „falujący" – w pewnej części stoku poziomice na jakimś odcinku ulegają bardzo licznym wygięciom w różne strony.

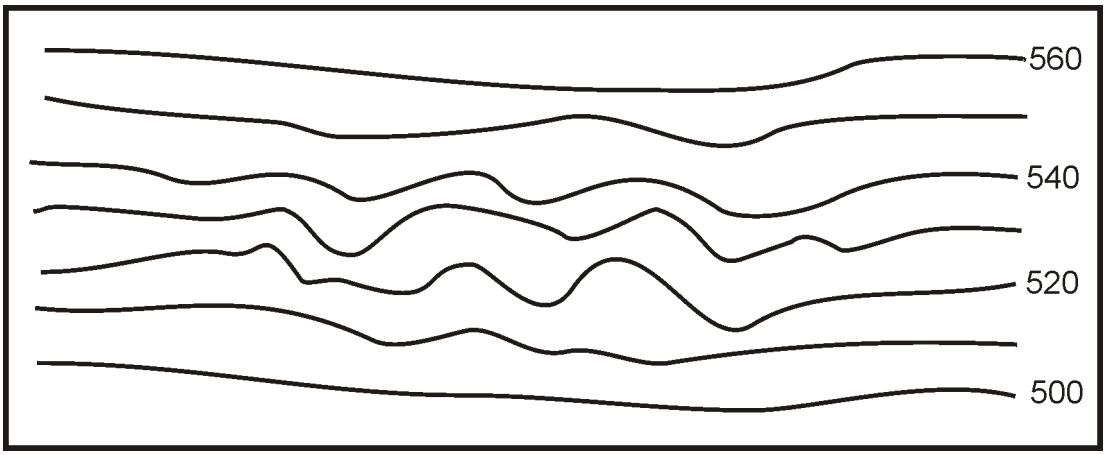


Fig. 3. Układ poziomic „falujący”.

Interpretacja takiego układu może być następująca:

– osuwisko (na ogół w takich przypadkach mamy do czynienia ze środkową, niejednokrotnie aktywną lub okresowo aktywną, częścią osuwiska. Skarpa główna i jęzor znajdują się najczęściej odpowiednio powyżej i poniżej tego układu poziomic „falujących”);
– niewielkie i płytkie niecki denudacyjne rozdzielone niewysokimi grzbietami (wyniesieniami).

C. Układ poziomic „złożony” – połączenie układu poziomic „przeciwstawnych” i „falujących” z widocznymi w obrazie poziomicowym formami wklęsłymi (zagłębienia, dolinki) oraz formami wypukłymi (niewysokie wzniesienia, ostańce).

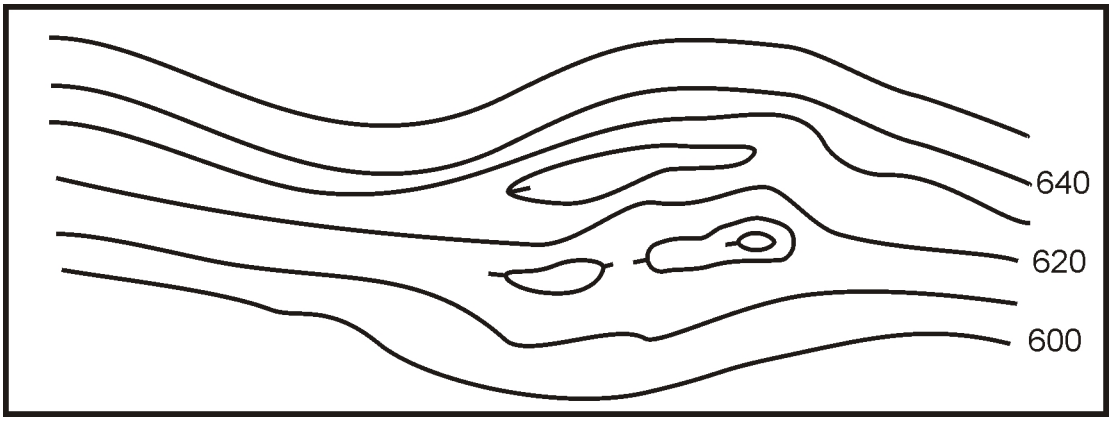


Fig. 4. Układ poziomic „złożony”.

Interpretacja takiego układu może być następująca:

– osuwisko, na ogół duże i bogate w formy wewnątrzosuwiskowe takie jak: zagłębienia (bezodpływowe), rowy osuwiskowe, skarpy wtórne, progi akumulacyjne;
– ostańce denudacyjne i obniżenia denudacyjne zachowane na skutek różnic w odporności skał fliszowych (jeśli zagłębienia mają odpływy).

D. Układ poziomic „wymuszający" wyraźne odchylenie przebiegu koryta rzecznego na pewnym odcinku doliny.

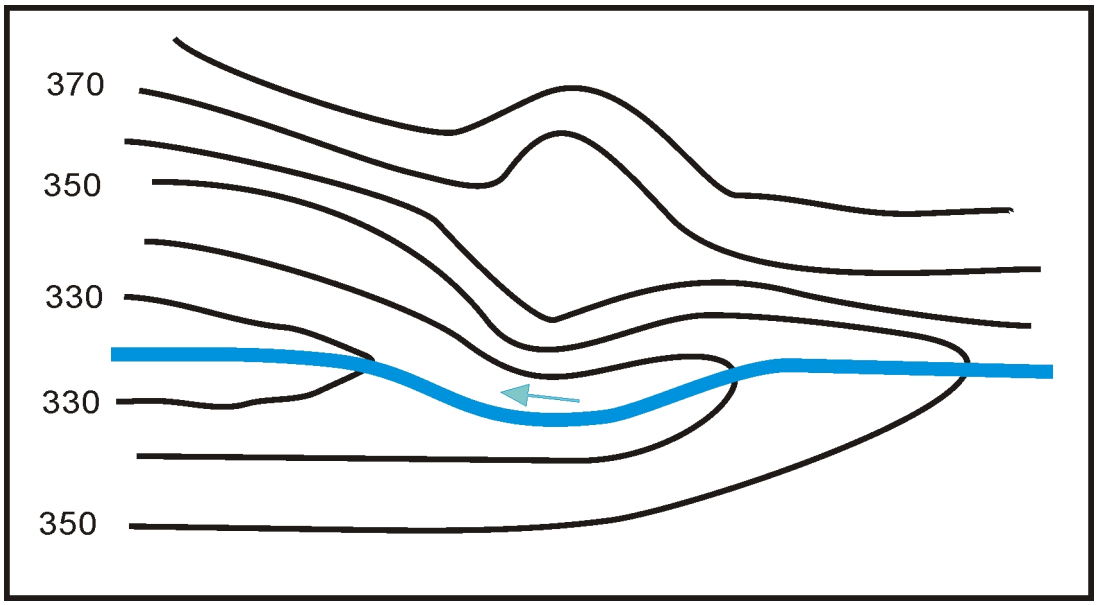


Fig. 5. Układ poziomic „wymuszający" odchylenie koryta rzecznego.

Interpretacja takiego układu może być następująca:

– osuwisko z wyraźnie zaznaczonym jęzorem schodzącym do koryta rzeki/potoku;
– akumulacyjny stożek napływowy.

Na mapach topograficznych z reguły obraz osuwisk jest dużo bardziej złożony niż w omówionych powyżej typowych sytuacjach. Najlepiej widoczne i najłatwiejsze do identyfikacji są osuwiska o dużej powierzchni, przekraczającej kilkanaście – kilkadziesiąt ha. Przykładem mogą tu być osuwiska na stokach gór Beskidu Wyspowego (Fig. 6, 7). Najwyraźniej widoczna jest tu zwykle skarpa główna, gdzie występuje duże zagęszczenie poziomic. Małe skarpy przedstawiane są schematycznie (sygnaturami). Wiele osuwisk ma skarpy główne nieczytelne w rysunku poziomicowym – za niskie, lub o kącie nachylenia niewiele większym od nachylenia stoku. Skarpy osuwiskowe są czasem przetwarzane przez uprawy w skarpy rolne (tarasy z zaorywania), na ogół

przedstawiane na mapie sygnaturami skarp. Można również w przybliżeniu określić przebieg skarp bocznych osuwiska, czyli wyznaczyć te miejsca, gdzie zaburzone poziomice zaczynają mieć spokojny przebieg. Obszar koluwium jest generalnie terenem o mniejszym spadku, czyli rozrzedzonych poziomic, choć lokalnie zdarzają się ich zagęszczenia, związane np. ze skarpami wtórnymi.

Wewnątrz takiego ograniczonego skarpami obszaru poziomice mają „niespokojny" i na ogół skomplikowany przebieg, spowodowany występowaniem form wewnątrzosuwiskowych – większe formy (garby, niecki) są widoczne w rysunku poziomicowym, częściej jednak jedynie jako wygięcia poziomic. Koluwia są zwykle zawodnione i często na ich powierzchni występują podmokłości, młaki, a nawet niewielkie zbiorniki wodne, czasami zaznaczane na mapach.

Trudniejszy do określenia jest dolny zasięg jęzorów osuwiskowych, gdyż, ze względu na stosunkowo niewielką wysokość względną czoła, oraz szybkie niszczenie występujących na jego powierzchni form wewnątrzosuwiskowych, są słabo widoczne na mapie. Stąd dolny zasięg osuwisk jest zwykle większy, niż to wynika z rysunku poziomicowego. Niekiedy boczne granice jęzora są ograniczone ciekami. Cieki mogą rozcinać również sam jęzor. Są one wtedy mocno wcięte w miękkie koluwia i płyną wciosowymi dolinkami o bardzo stromych zboczach, na mapach zaznaczanymi jako skarpy. Czoło jęzora tylko czasami ma wyraźnie zaznaczoną krawędź. Częściej jęzor się wypłaszcza i nie zaznacza wyraźnie w rzeźbie. Przed czołem jęzora czasami występują podmokłości, a nawet zaznaczane na mapach źródła, wyznaczające dość dobrze jego zasięg.

Na mapach topograficznych można znaleźć również małe osuwiska, o powierzchni rzędu 1 ha (Fig. 19). Rysunek poziomicowy wygląda w ten sposób, że sąsiadujące ze sobą poziomice wskazują na stoku obszar wklęsły (nisza, skarpa osuwiskowa) w wyższej części i wypukły (jęzor) w części niższej, czyli mają układ poziomicowy „przeciwstawny".

Dalej przedstawiono i omówiono przykłady obszarów potencjalnego występowania osuwisk widocznych w rysunku poziomicowym na mapie topograficznej, wraz ze szczegółowym obrazem kartograficznym tych osuwisk po wykonaniu prac terenowych. Znajdując na mapie potencjalne obszary występowania osuwisk należy pamiętać, że ich granice „widoczne" w obrazie poziomicowym niemal nigdy nie pokrywają się z rzeczywistymi granicami osuwisk skartowanymi w terenie.

Uwaga:

Prezentowane w skrypcie przykłady map osuwisk z różnych gmin karpackich zawierają osuwiska w wersji „terenowej", stąd niektóre szrafy i symbole odnoszące się głównie do wysokości czół osuwisk i zasięgu jęzorów koluwialnych mogą odbiegać od oznaczeń stosowanych w *Instrukcji opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych w skali 1:10 000* (Grabowski i inni, 2008).

Na przedstawionych materiałach terenowych skarpy jęzorów mają zróżnicowaną wysokość (tak jak skarpy główne i wtórne), lecz przez to dolny zasięg osuwiska wyznacza nie linia ciągła, lecz „obwiednia" ząbków oznaczających skarpę.

Fig. 6. Osuwisko na NE zboczach Szczebla (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Duże osuwisko (nr 72) na północno-wschodnich stokach Szczebla. W rysunku poziomicowym widać następujące elementy:

- wyraźnie zaznaczoną układem poziomic „falujących" dolną część osuwiska. Bardzo wyraźnie można wyodrębnić z obrazu poziomicowego niewielką obszarowo część północną (na N od miejscowości Zapotocze), która może być odrębnym małym osuwiskiem (nr 71). Koluwia w tej części są wyraźnie porozcinane siecią potoków, które w większości mają początek w środkowej części osuwiska (poniżej skarpy wtórnej);
- wyraźnie zaznaczoną skarpę główną w części południowo-zachodniej, która przebiega pomiędzy poziomicami silnie zagęszczonymi a poziomicami mniej zagęszczonymi. W części północno-zachodniej przebieg skarpy głównej jest znacznie mniej czytelny w obrazie poziomicowym, ale dosyć zgodny z granicą kompleksu leśnego (generalnie przebieg skarpy głównej jest bardziej skomplikowany, niż wynika to z rysunku poziomicowego);
- bardzo wyraźnie zaznaczoną przebiegiem serii zagęszczonych poziomic wysoką skarpę wtórną (między poziomicami 520–540 m n.p.m.) w środkowej części osuwiska. Na długim odcinku linia wyznaczająca skarpę pokrywa się z granicą lasu, który rośnie na bardziej stromej części osuwiska (podobnie jak w przypadku odcinka skarpy głównej);
- wyraźnie widoczne progi wewnątrzosuwiskowe zachowane poniżej skarpy wtórnej, zaznaczone układem poziomic „przeciwstawnych";
- dosyć dobrze czytelne czoło osuwiska, które bezpośrednio kontaktuje z tarasem rzecznym.

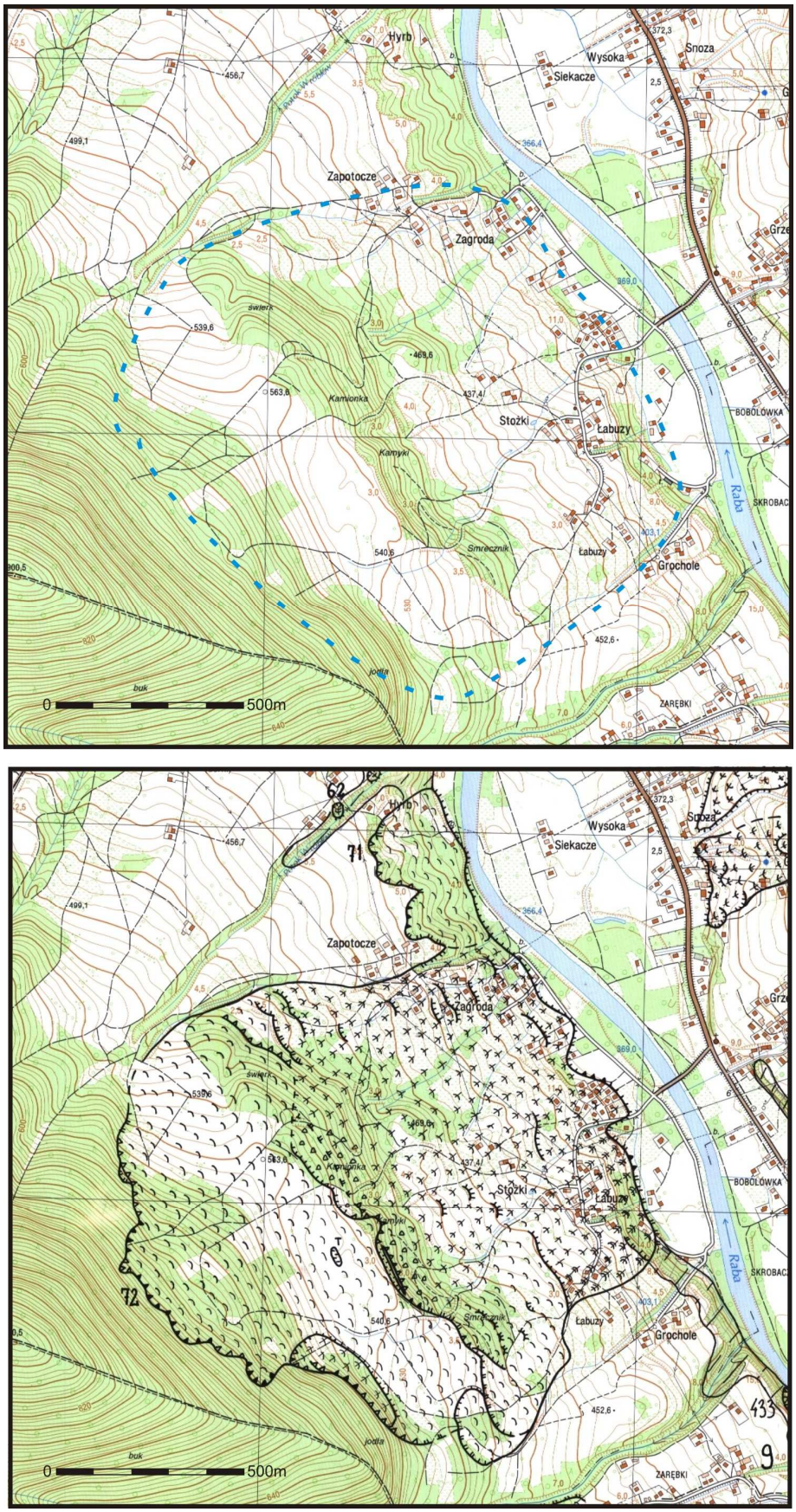


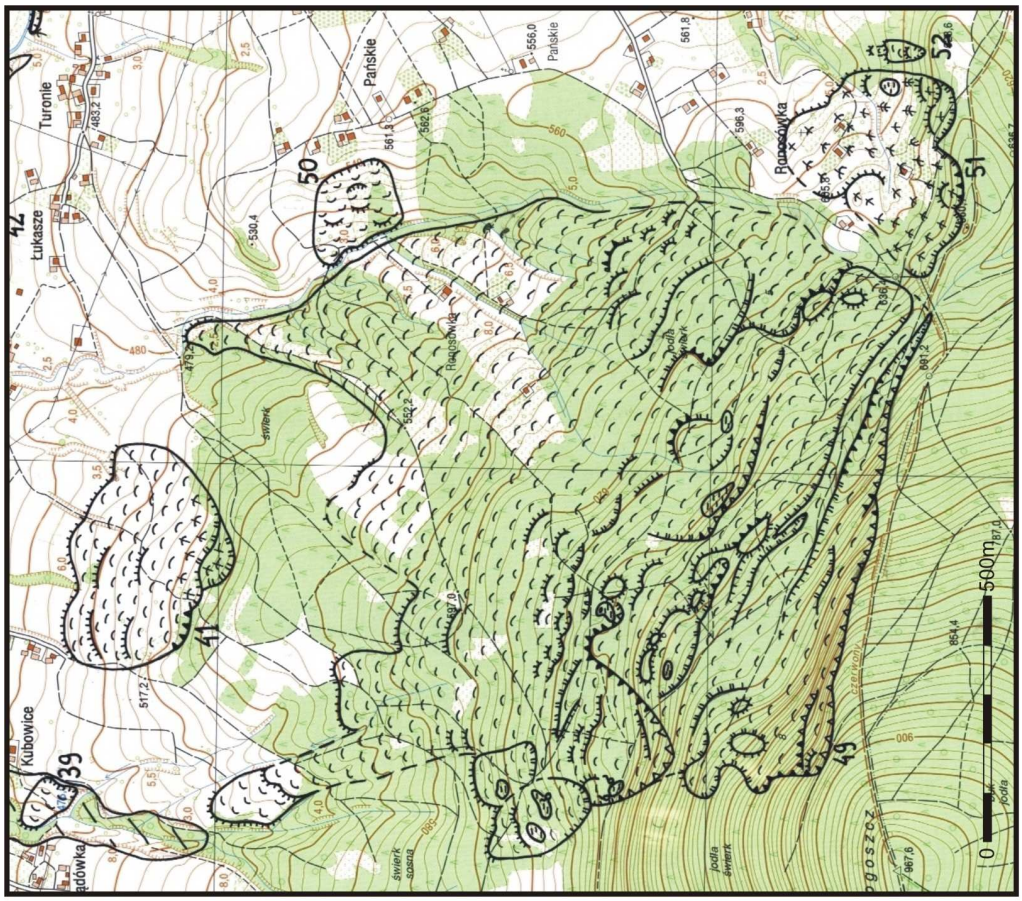
Fig. 6. Osuwisko na NE zboczach Szczebla – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Fig. 7. Osuwisko na NE stokach Lubogoszczy (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Duże osuwisko (nr 49) z następującymi elementami widocznymi w obrazie poziomicowym i hydrograficznym:

- bardzo wyraźnie zaznaczoną w postaci zagęszczonych poziomic skarpą główną (zwłaszcza w części zachodniej). Poniżej skarpy widoczny odkłuty pakiet skał (strzałka), oddzielony od skarpy głównej rowem osuwiskowym, bardzo dobrze czytelnym w układzie poziomic;
- formami rzeźby wewnątrzosuwiskowej – skarpami wtórnymi i progami akumulacyjnymi – zaznaczonymi mniej lub bardziej czytelnie w środkowej części osuwiska (na ogół w postaci układu poziomic „przeciwstawnych" oraz zagęszczenia poziomic na pewnych odcinkach);
- potencjalnym zasięgiem jęzora mało czytelnym w przebiegu poziomic ze względu na silną erozję. Niemniej najbardziej ku NE wysunięty wąski pas jęzora (punkt wysokościowy 479,2) wyraźnie przesuwa koryto potoku (układ poziomic „wymuszający"). Równie wyraźnie, ale bez przesunięcia biegu potoku, widać w obrazie poziomicowym wypukły jęzor w części NW;
- wschodnia granica boczna osuwiska w całości wzdłuż potoku.

W dolnej części analizowanego obszaru układ poziomicowy „falujący" wskazuje na znacznie większy zasięg niż faktycznie obejmuje osuwisko. W części południowo-wschodniej oraz na północ od jęzora oddzielne mniejsze osuwiska (nr 51 i 41), które przy analizie poziomic można było zaliczyć w obręb jednego dużego. W obrazie poziomicowym wyraźnie zaznacza się garb (grzbiet boczny w miejscowości Ronosówka) oddzielający osuwisko 49 od osuwiska 51.



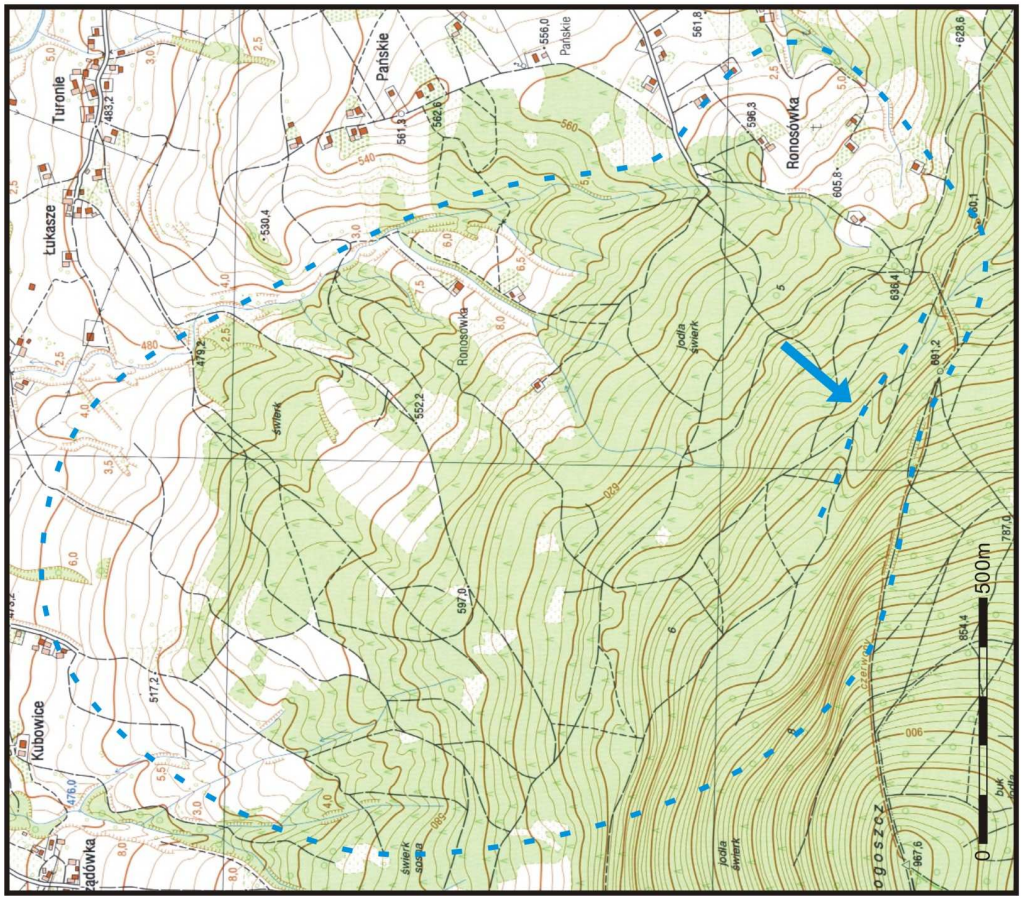
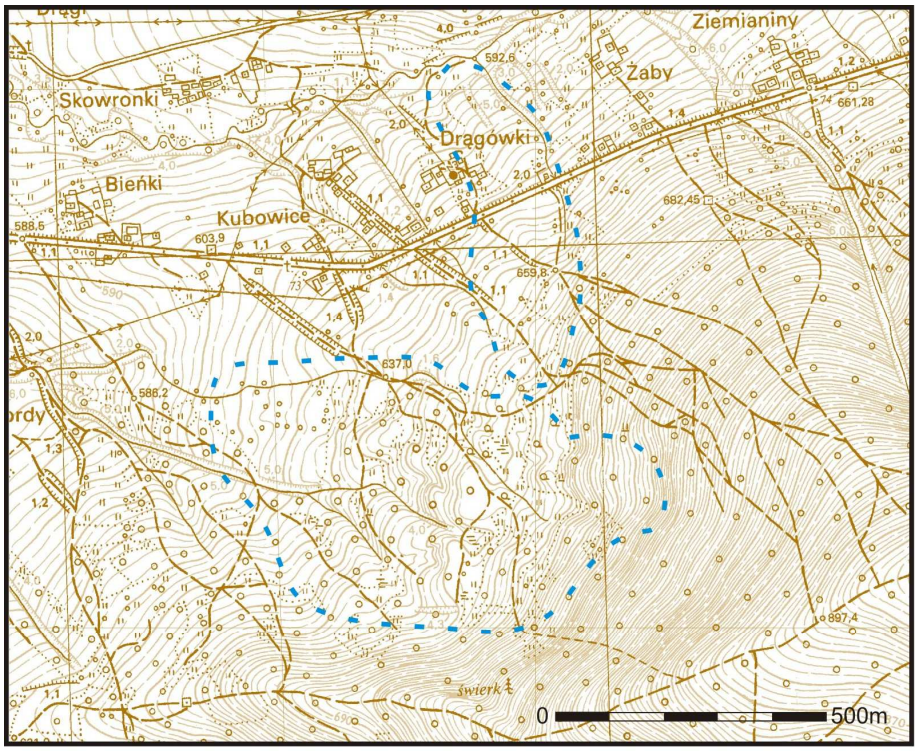


Fig.7 Osuwisko na NE stokach Lubogoszcza - Beskid Wyspowy-gmina Mszana Dolna (Jurewicz i in 2009)

Fig. 8. Zespół osuwisk na W zboczach Ćwilina (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Dobrze widoczne w rysunku poziomicowym duże osuwisko (nr 129) i dwa mniejsze. Mniejsze osuwiska (nr 130 i 131) mają wyraźny układ poziomicowy „przeciwstawny", chociaż analiza podkładu wskazuje raczej na obecność jednego, wydłużonego osuwiska. Osuwisko nr 129 najlepiej widoczne jest w części środkowej, gdzie mamy do czynienia z układem poziomic „złożonym" i „falującym". Po badaniach terenowych stwierdzono większy zasięg dużego osuwiska w części dolnej. Również zasięg tego osuwiska w górnej części stoku oraz zarys skarpy głównej są na mapie topograficznej mało czytelne, ponieważ występują w miejscu niezaburzonego rysunku poziomicowego. Natomiast dosyć wyraźnie na podkładzie widać dwie wysokie skarpy wtórne – podkreślone zagęszczeniem poziomic. Osuwiska nr 128 i 132 nie są widoczne na mapie topograficznej.



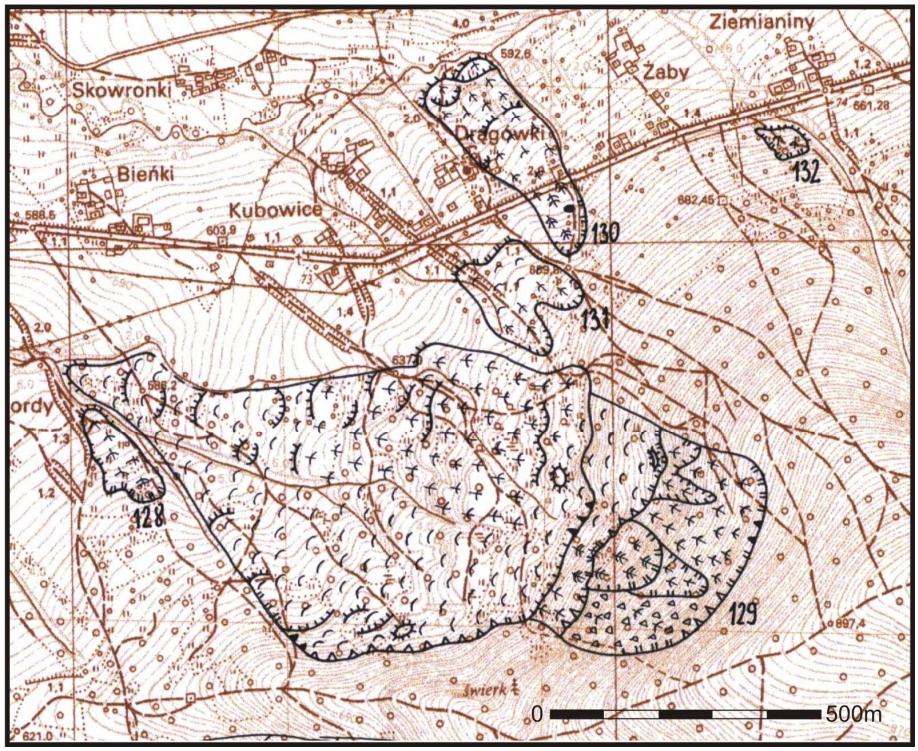


Fig. 8. Zespół osuwisk na W zboczach Ćwilina (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Fig. 9 Zespół osuwisk na N stokach góry Zabawa (Beskid Śląski) – gmina Milówka (Cempura i in. 2009).

Przykład osuwisk dobrze widocznych na rysunku poziomicowym. Granice osuwisk są niemal zgodne z interpretacją w terenie. Osuwisko nr 82 ma dobrze czytelny wypukły jęzor wychodzący poza granice stoku. Bardzo wyraźnie zaznaczona poprzez „zagęszczenie" poziomic jest wysoka skarpa boczna tego osuwiska (od strony wschodniej). Osuwisko nr 99 ma dobrze widoczną rzeźbę wewnątrzosuwiskową (układ poziomicowy „przeciwstawny"). Pomimo niewielkich rozmiarów w obrazie poziomicowym widoczne jest także osuwisko nr 97, wyraźnie ograniczone dwoma grzbietami bocznymi.

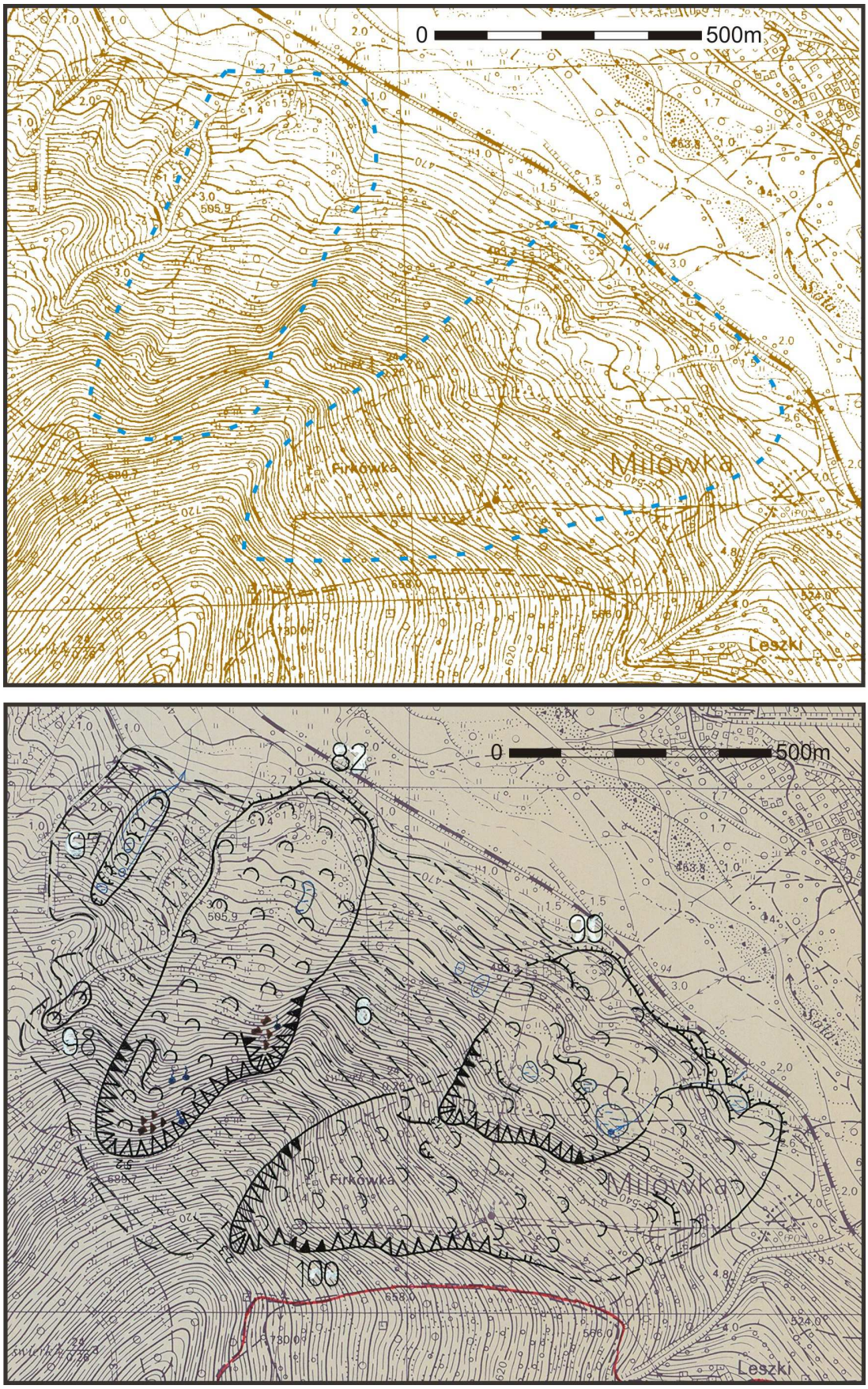


Fig. 9. Zespół osuwisk na N stokach góry Zabawa – gmina Milówka

(Cempura i in. 2009)

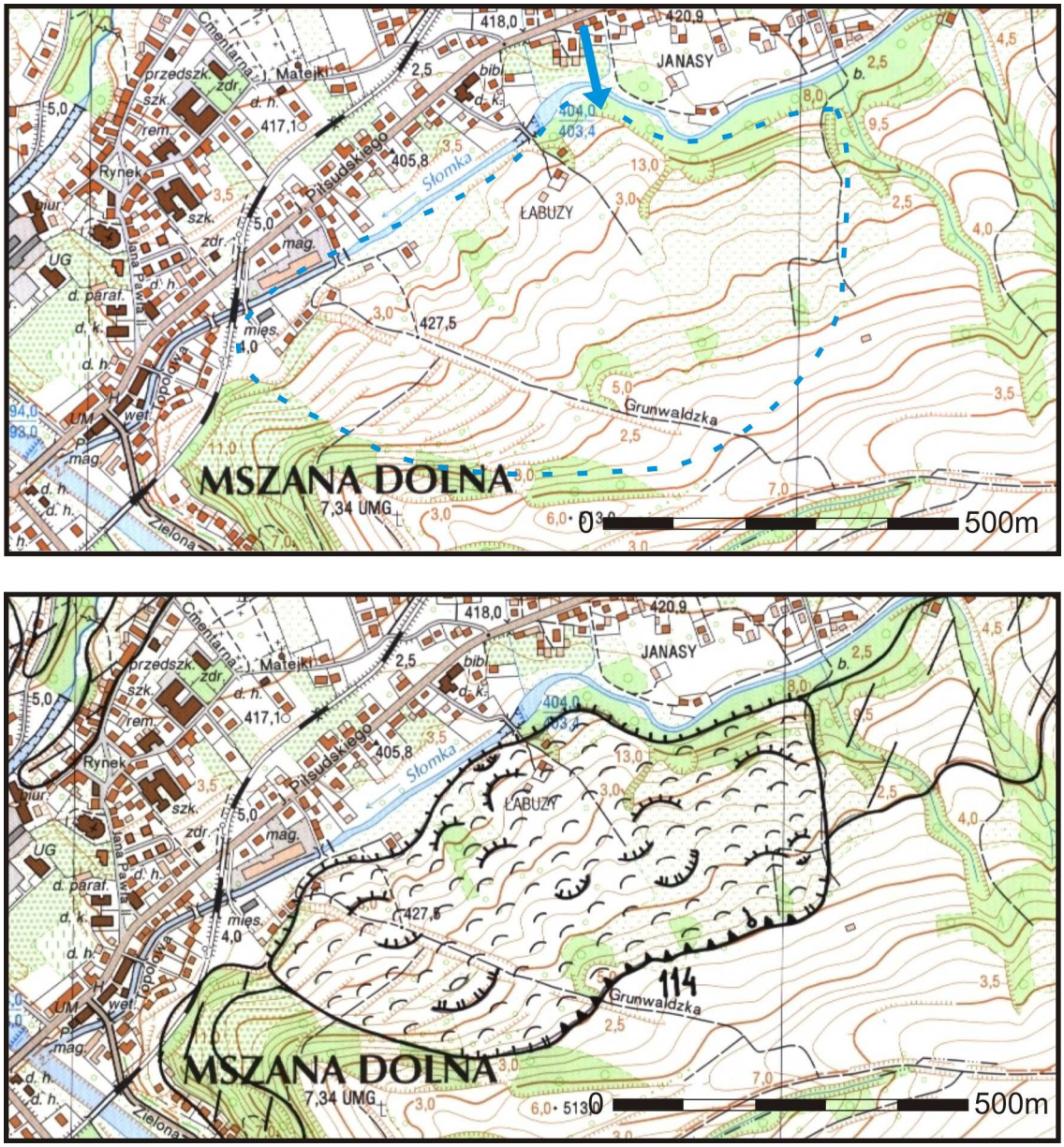


Fig. 10. Osuwisko na zboczu doliny rzeki Słomka (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Osuwisko bardzo dobrze widoczne w formie wcięć (dolinek) i rozdzielających je grzbietów dających charakterystyczny obraz poziomic „falujących”. Jęzor osuwiskowy zmienił na krótkim odcinku bieg rzeki (strzałka). Mniej czytelna w podkładzie jest skarpa główna, chociaż ma dosyć prostoliniowy przebieg, ale powyżej niej zanika „falujący” układ poziomic.

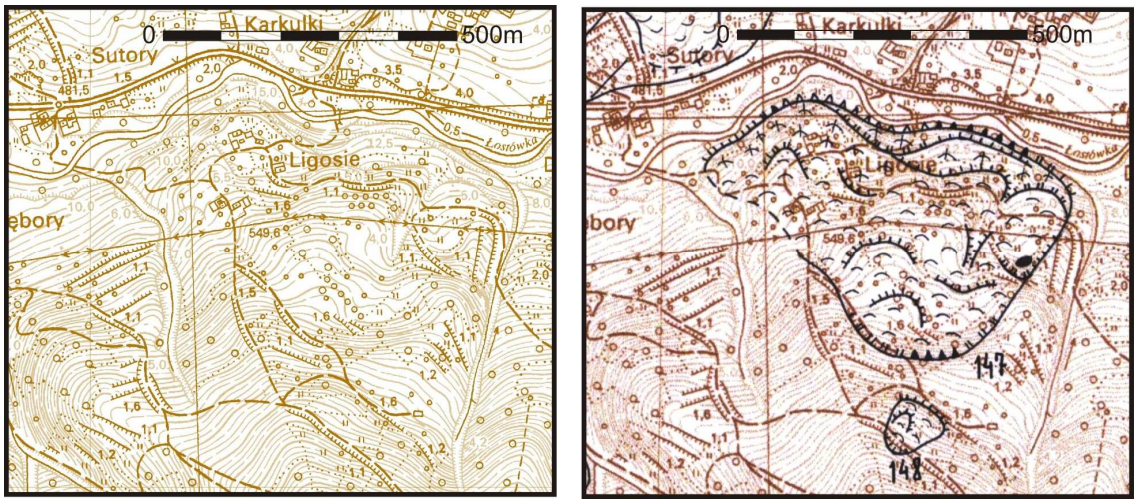


Fig. 11. Osuwiska w miejscowości Łostówka (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Osuwisko z bardzo dobrze widoczną na mapie skarpą główną (o klasycznym półkolistym kształcie zamkniętą stokami o większym nachyleniu) oraz skarpami wtórnymi (podkreślonymi zagęszczeniem poziomic). Jęzor zmienił bieg potoku. Zarys osuwiska na podkładzie prawie zgodny ze stanem faktycznym.

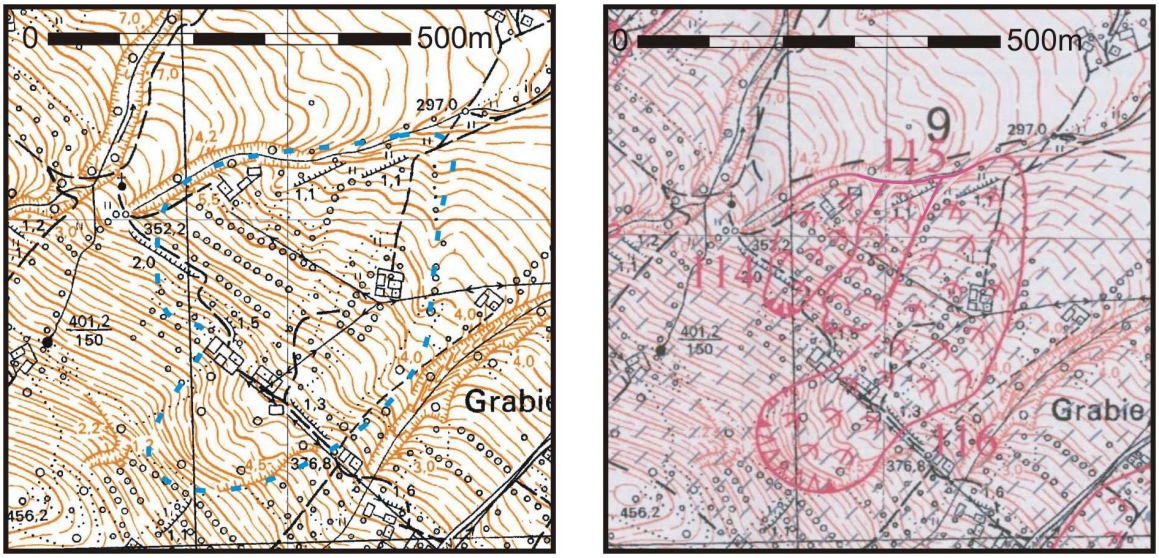


Fig. 12. Zespół osuwisk w przysiółku Grabie – gmina Iwkowa (Sydow, Dobrzański 2009).

Rysunek poziomicowy wskazuje na obecność osuwiska (nr 116) z górną wklęsłą częścią i dolną wypukłą – układ poziomic „przeciwstawny”. Granica skarpy głównej i bocznej osuwiska nr 116 bardzo dobrze czytelne – w części górnej podkreślona wyraźnym wygięciem poziomic i skarpą widoczną w podkładzie, a w części dolnej zgodna z dolinką okresowego cieku. Dodatkowo na stoku na NW od osuwiska 116 widoczny subtelny „niepokój” w przebiegu poziomic i możliwość występowania mniejszych osuwisk (nr 114, 115).

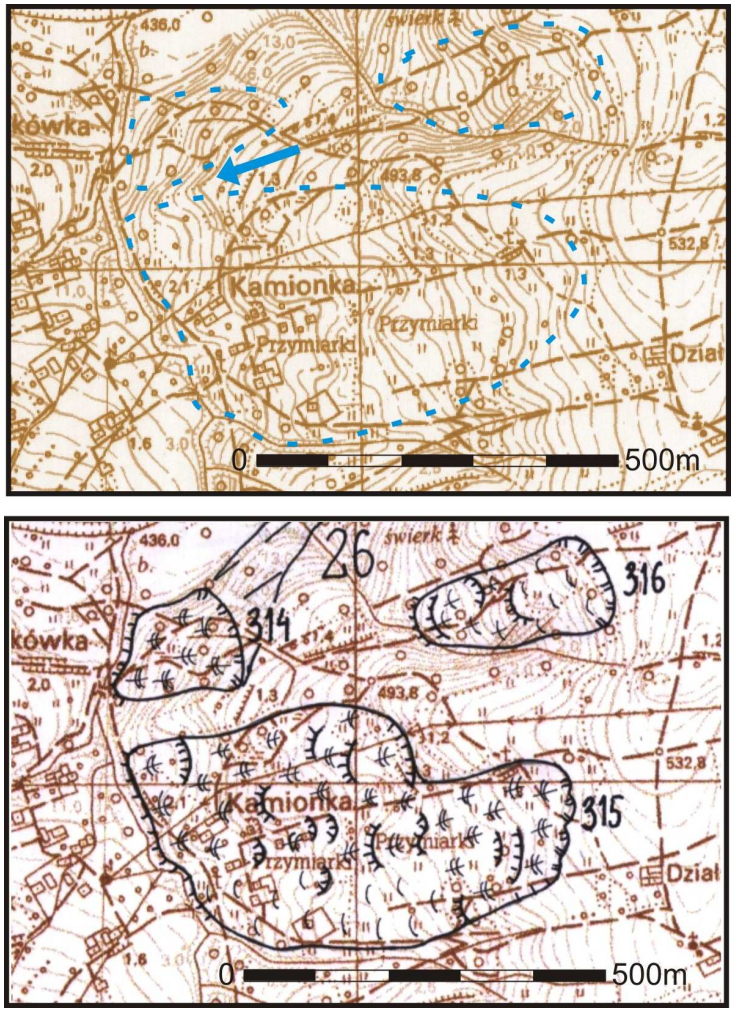


Fig. 13. Zespół osuwisk w przysiółku Kamionka
(Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna
(Rubinkiewicz i in. 2009).

Dobrze widoczne w rysunku poziomicowym (układ „przeciwstawny”) osuwisko 315. Na obecność osuwisk 314 i 315 wskazuje „wypukło-wklęsły” rysunek poziomicowy obejmujący fragment stoku. Widoczny fragment nie przemieszczonego grzbietu (strzałka) pomiędzy osuwiskami 314 i 315. Przebieg skarpy głównej i kierunek zsuwu koluwium (osuwisko 314) nie zawsze musi być zgodny z rzeźbą, wynikającą z mapy.

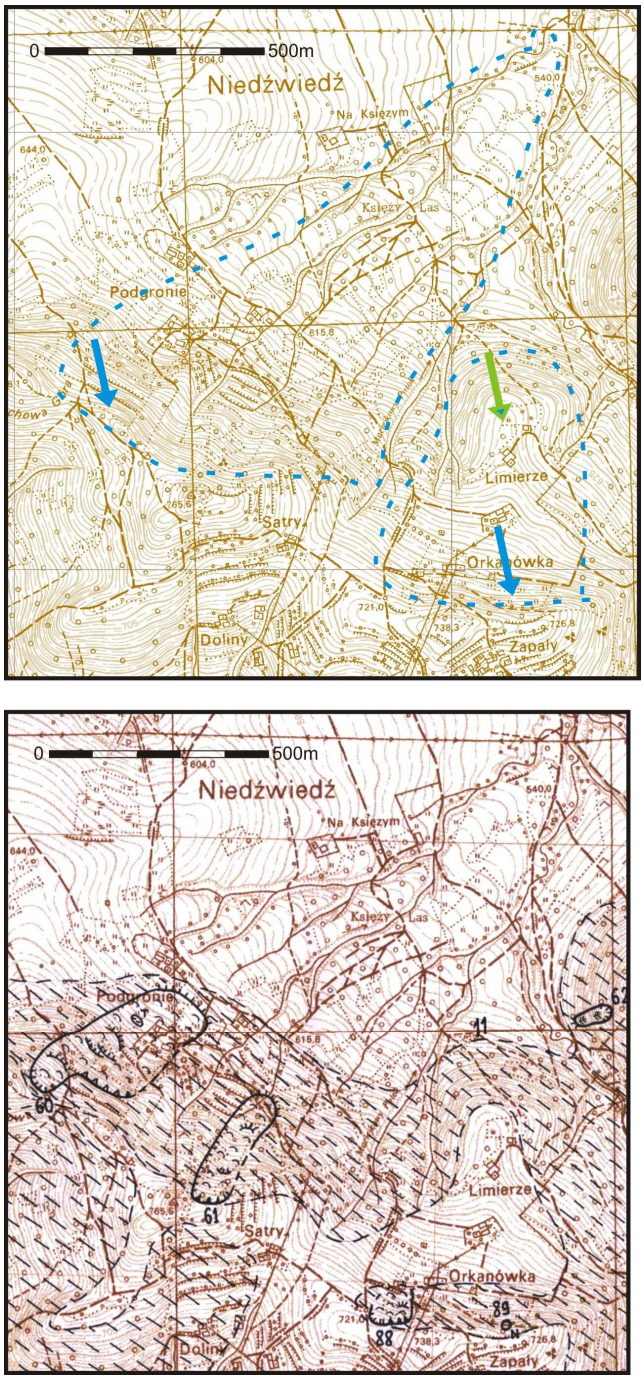


Fig. 14. Zespół osuwisk w Orkanówce (Gorce)
– gmina Niedźwiedź (Ozimkowski i in. 2009).

Analiza przebiegu poziomic może wskazywać na istnienie dużych osuwisk z dość wyraźną skarpą główną oraz jęzorem obejmującym dopływy potoku. W rzeczywistości mamy do czynienia z dużą skarpą strukturalną (niebieskie strzałki) i niewielkimi zsuwami wzdłuż niej. Forma wypukła we wschodniej części (zielona strzałka) nie musi wskazywać na istnienie jęzora. W tym przypadku

jest to prawdopodobnie przemieszczony uskokami pakiet skał odpornych na wietrzenie. Osuwiska nr 60, 61 i 88 wykartowane w terenie nie są widoczne w obrazie poziomicowym jako pojedyncze formy.

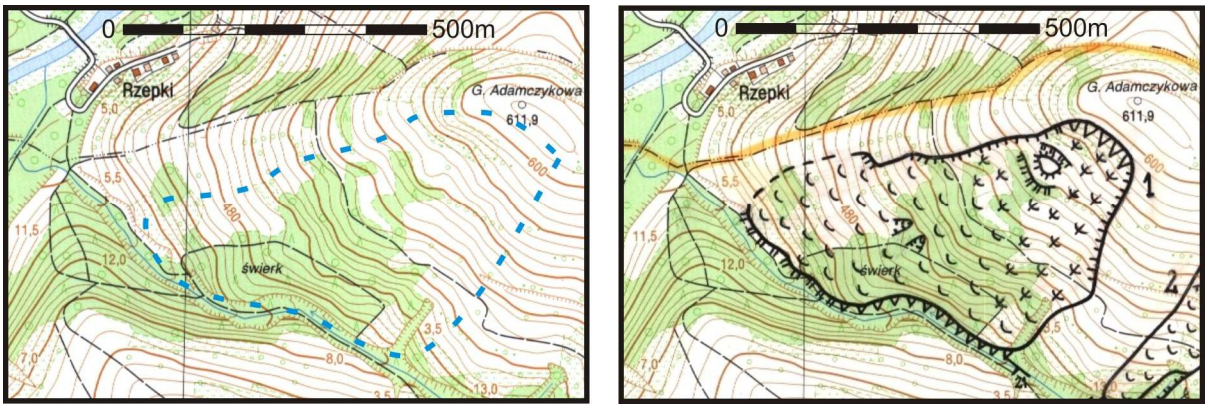


Fig. 15. Osuwisko na SW zboczu góry Adamczykowej (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Osuwisko dobrze czytelne w rysunku poziomicowym. Niewielka obszarowo górna część wklęsła oraz środkowa i dolna wypukła. Jęzor zmienił we fragmencie przebieg potoku.

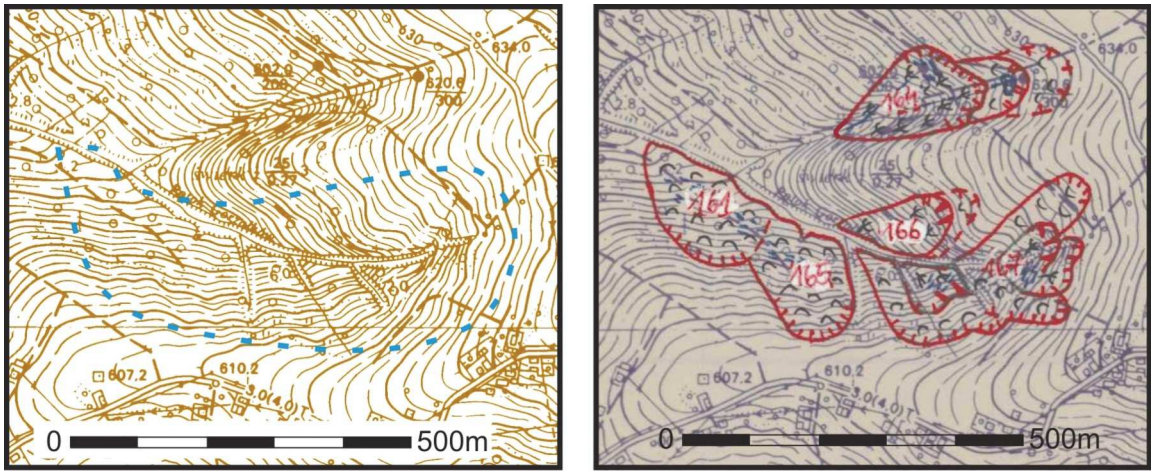


Fig. 16. Zespół osuwisk w rejonie Zapasiek Dolnych (Beskid Śląski) – gmina Istebna (Rycio, Karwacki 2009).

Zespół osuwisk występujących w źródliskowym obszarze potoku. Na takich obszarach osuwiska nie są zbyt czytelne w rysunku poziomicowym, chociaż skarpy główne i ogólny zarys osuwisk w części południowej są dosyć wyraźnie zaznaczone zasięgiem „falujących” poziomic. Osuwiska w obszarach źródliskowych są dość powszechne, ale zwykle zajmują niewielkie powierzchnie i nie stanowią zagrożenia dla infrastruktury (choć niekiedy bywają zagrożone drogi przebiegające tuż powyżej lejów źródłowych).

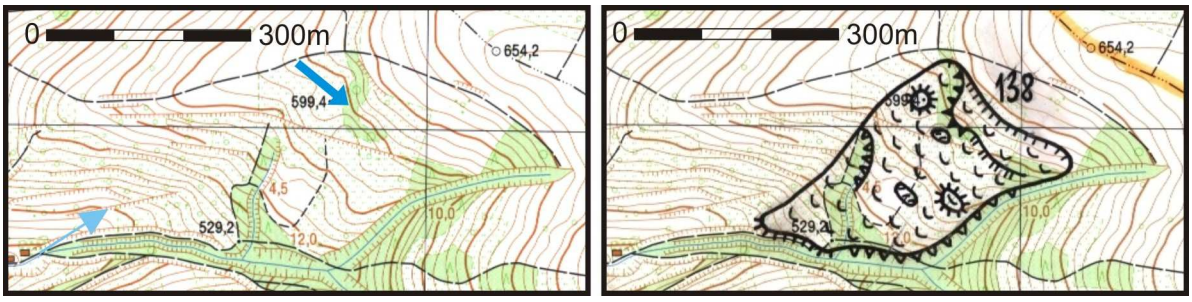
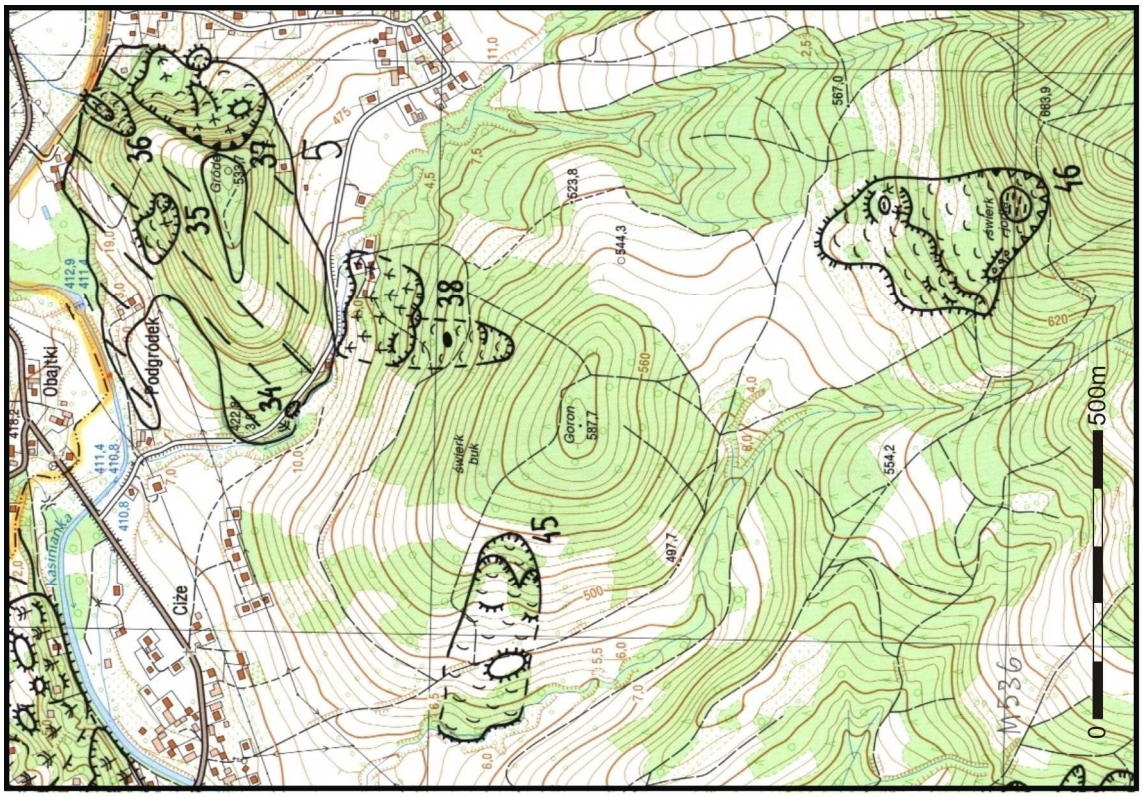


Fig. 17. Osuwisko na NW zboczu góry Spyrkowej (Beskid Wyspowy) – gmina Niedźwiedź (Ozimkowski i in. 2009).

Osuwisko obejmujące fragment obszaru źródłowego potoku, czytelne na mapie poziomicowej. Jest to przykład osuwiska o nieregularnych formach wewnątrzosuwiskowych i skarpą wtórną o dość znacznej wysokości. Skarpa ta nie jest widoczna w postaci zagęszczonych poziomic, jednakże na jej obecność może wskazywać nieregularny pas lasu (strzałka), mogący porastać stromszy fragment stoku nie nadający się pod uprawy rolne (porównaj z osuwiskiem na Szczeblu – Fig. 6).

Fig. 18. Zespół niewielkich obszarowo osuwisk w rejonie gór Gródek i Goroń (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Na podkładzie topograficznym można wyznaczyć kilka miejsc o morfologii wypukło--wklęsłej, gdzie mogą występować niewielkie obszarowo osuwiska. Potwierdziły to badania terenowe (osuwiska nr 38, 45 i 46). Warto zwrócić uwagę na wschodnie zbocze góry Gródek, które na rysunku poziomicowym jest wklęsłe. Są to częste przykłady osuwisk w formie zsuwów na bardzo stromych fragmentach izolowanych wzniesień. W przypadku osuwiska nr 45 jęzor wymusił przesunięcie koryta potoku.



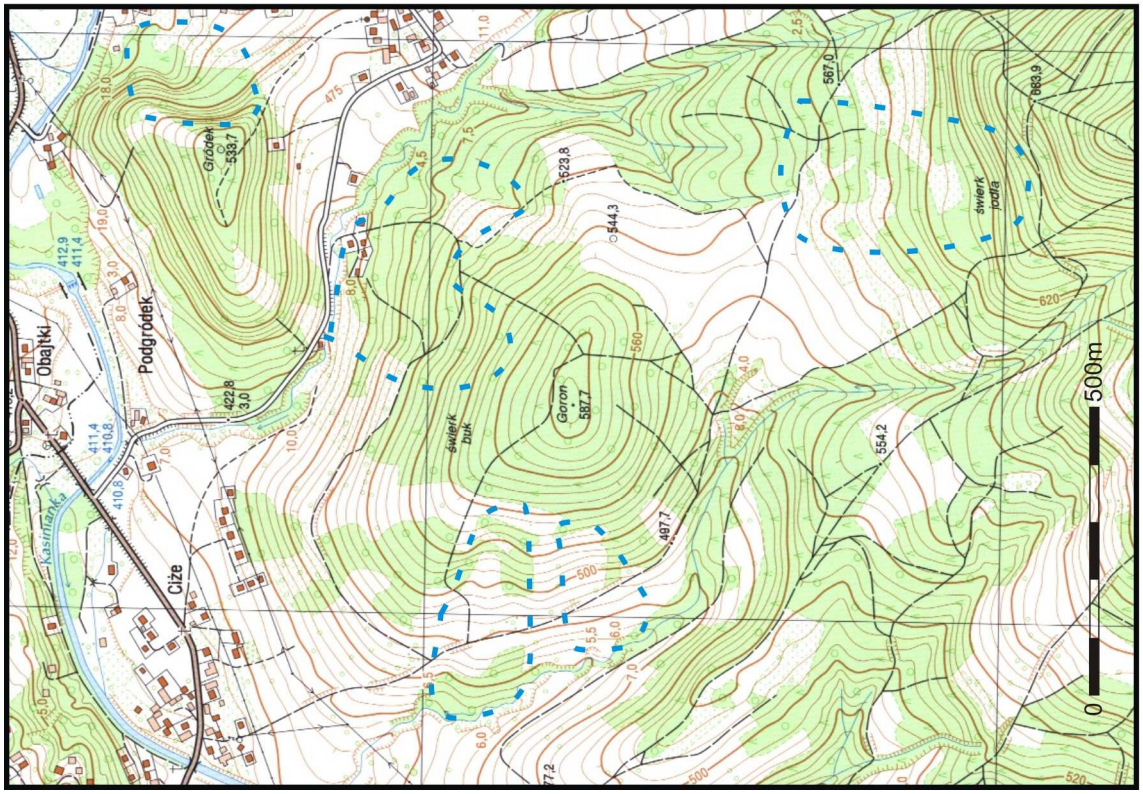


Fig.18. Zespół niewielkich obszarowo osuwisk w rejonie góry Gródek i Goroń (Beskid Wyspowy)-gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009)

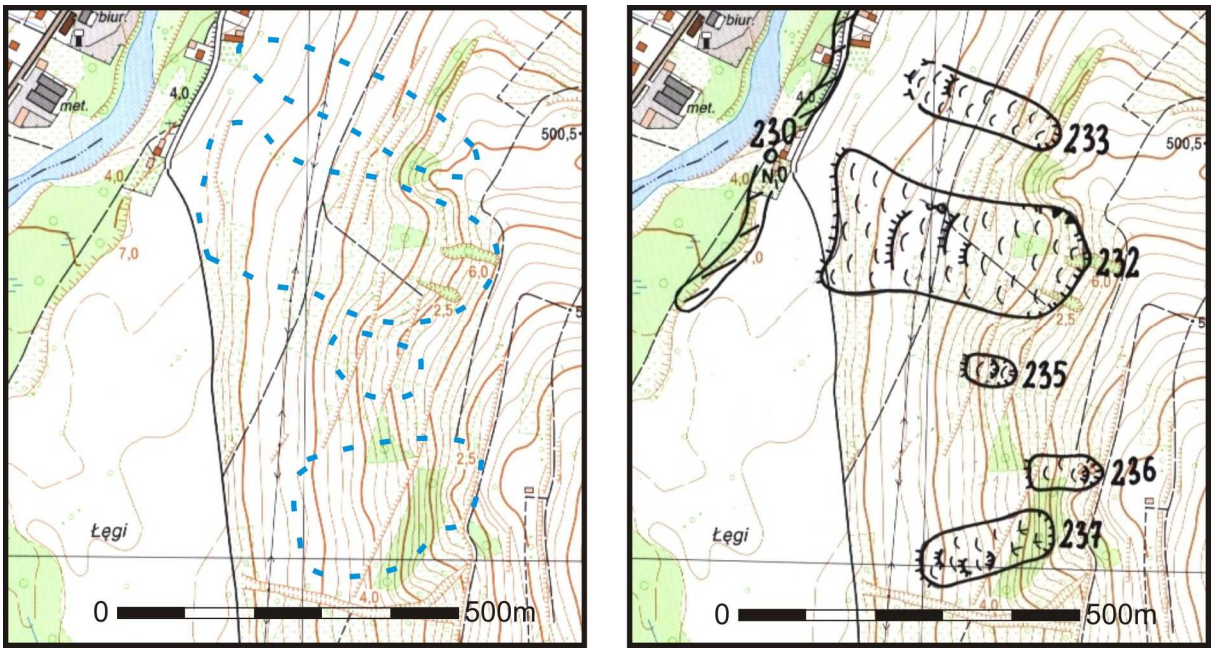


Fig. 19. Niewielkie osuwiska na W zboczu Kociej Górki (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Na podkładzie widoczne są czasem bardzo subtelne wygięcia poziomic, które mogą wskazywać na obecność niewielkich osuwisk (nr 233, 235–237). Dodatkowo widoczny fragment stoku wypukło-wklęsłego z dobrze czytelnym zasięgiem osuwiska nr 232.

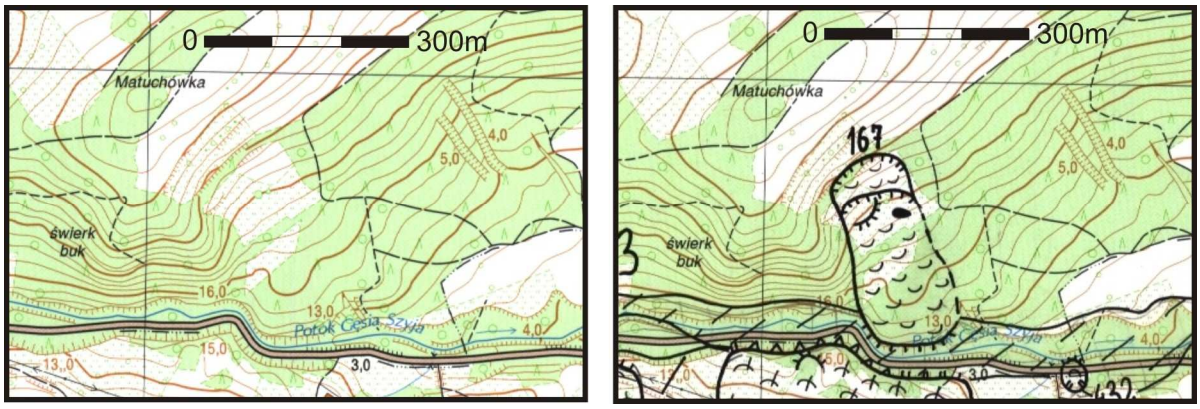


Fig. 20. Osuwisko na zboczu góry Matuchówka (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

W rysunku poziomicowym (układ „przeciwstawny”) dobrze czytelne osuwisko z wypukłym jęzorem powodującym zmianę biegu potoku.

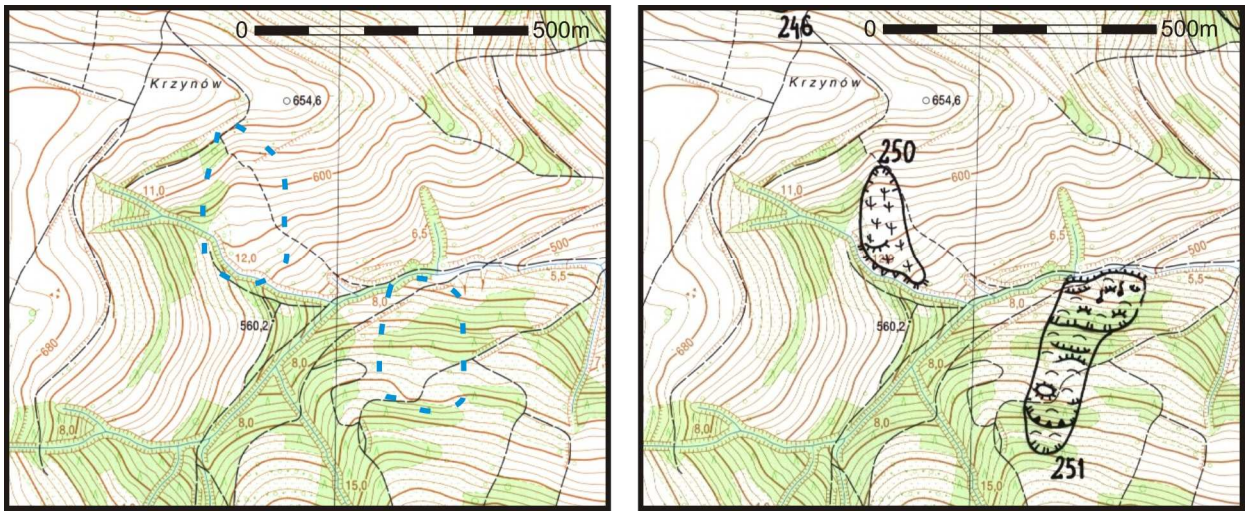


Fig. 21. Niewielkie osuwiska na E zboczach góry Spyrkowej (Beskid Wyspowy) – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

W rysunku poziomicowym dobrze czytelne osuwisko, zwłaszcza nr 250 (układ poziomicowy „przeciwstawny”) z jęzorem powodującym zmianą biegu potoku.

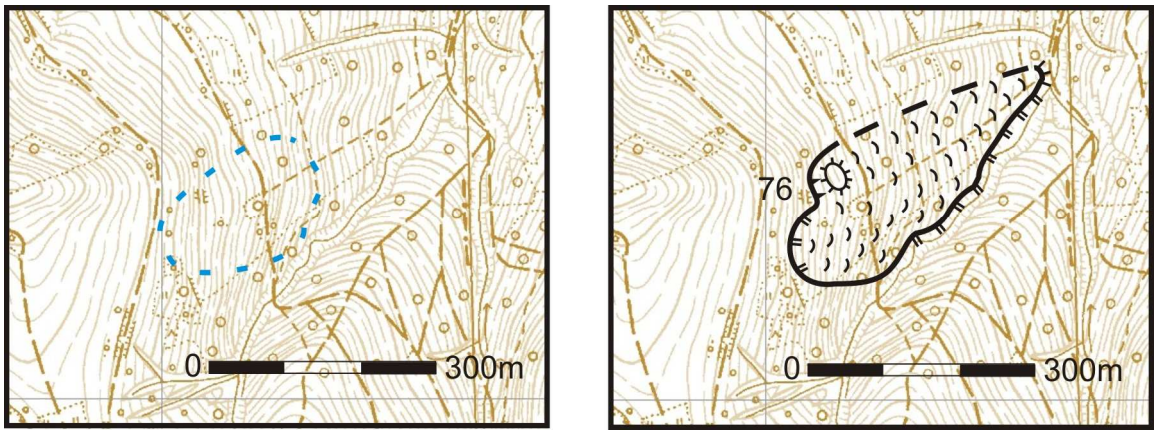


Fig. 22. Osuwisko na E zboczu góry Pieronka (Gorce) – gminy Niedźwiedź i Mszana Dolna (Ozimkowski i in. 2009, Rubinkiewicz i in. 2009).

Rysunek poziomicowy pokazuje obecność niewielkiego wklęsło-wypukłego fragmentu stoku. W terenie występuje osuwisko o zdecydowanie większym zasięgu.

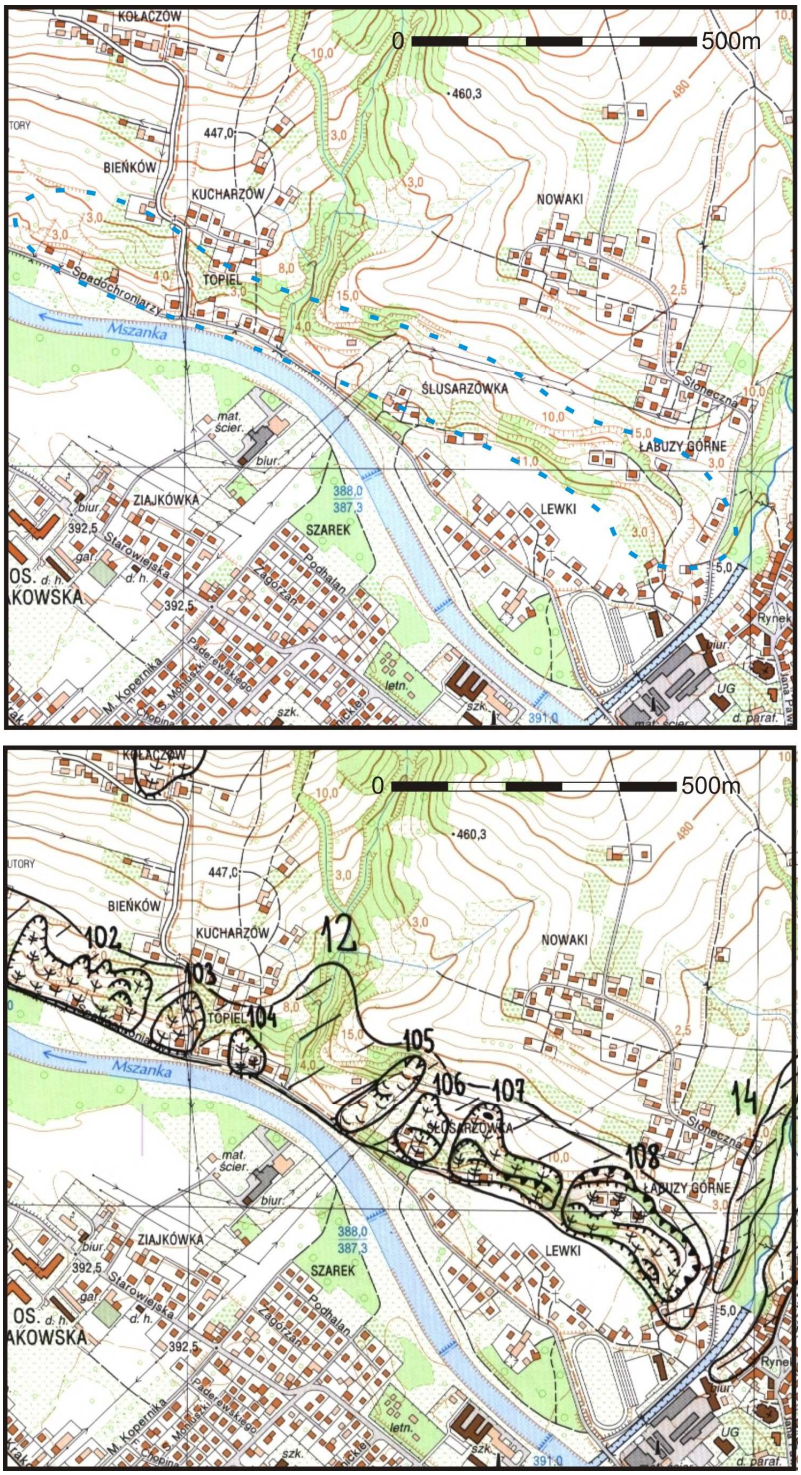


Fig. 23. Zespół osuwisk na w dolnej części zbocza doliny rzeki Mszanki w Mszanie Dolnej (Rubinkiewicz i in. 2009).

Na mapie topograficznej widoczna jest zbocze doliny, na którym rysunek poziomicowy jest „falujący”. Wskazuje to na obecność szeregu niewielkich obszarowo osuwisk, co potwierdziły badania terenowe. Granice osuwisk (nr 102–104 i 106–108) zagrażających infrastrukturze budowlanej lub drogowej muszą być skartowane wyjątkowo dokładnie.

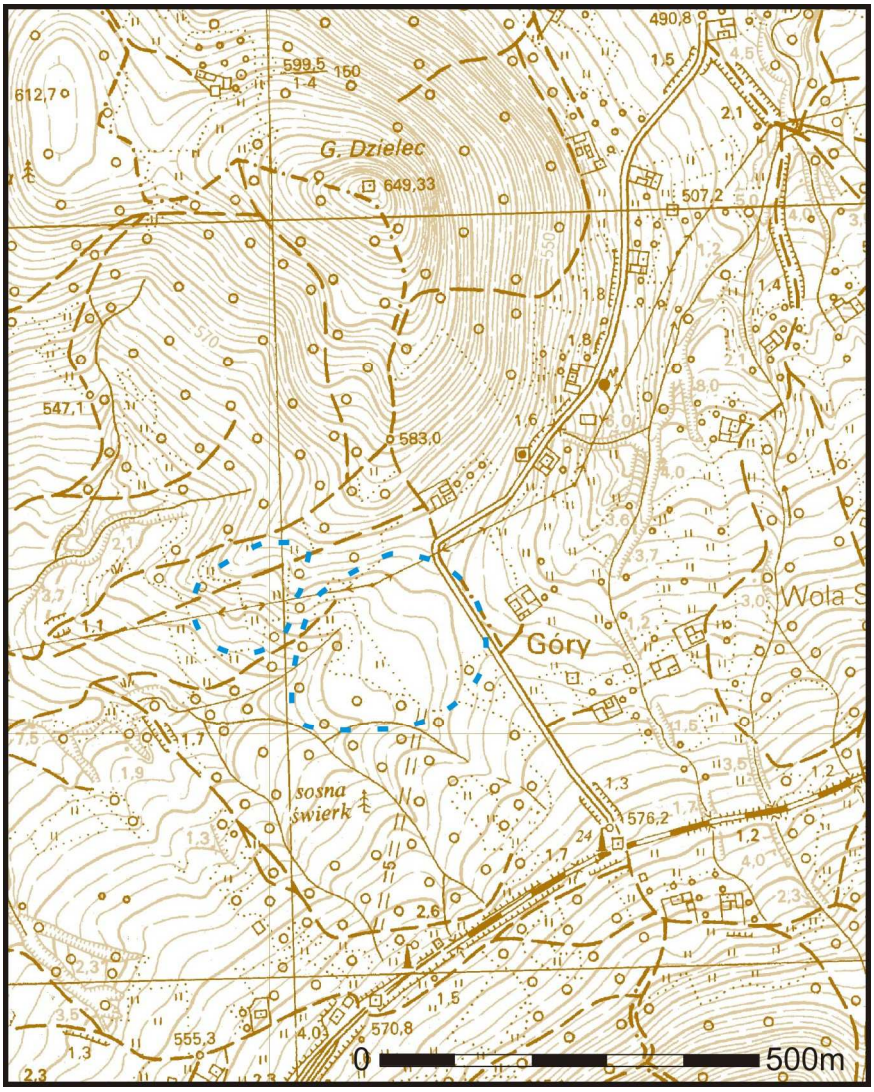


Fig. 24. Fragment mapy topograficznej na NE od Kasiny Wielkiej – gmina Mszana Dolna (Rubinkiewicz i in. 2009).

Analiza poziomic na mapie wskazuje na obecność przynajmniej dwóch miejsc, gdzie można się spodziewać osuwisk. W trakcie badań terenowych stwierdzono, że obraz poziomicowy nie w pełni zgadza się z rzeczywistą morfologią terenu. Dodatkowo formy wypukłe są związane z występowaniem pakietów skał odpornych na wietrzenie.

Analizując podkład topograficzny należy także zwrócić uwagę na symetryczność lub asymetryczność zboczy dolin rzecznych. Zbocza asymetryczne wskazują na:

– różną litologię skał na przeciwległych zboczach doliny, co może wynikać zarówno ze zmienności litologicznej, jak i kontaktu tektonicznego wzdłuż uskoku lub nasunięcia;
– różny układ skał w przypadku dolin na obszarach o budowie monoklinalnej (jedno zbocze konsekwentne, przeciwne obsekwentne względem upadu warstw);
– różną aktywność neotektoniczną przeciwległych zboczy, zwłaszcza w dolinach większych rzek karpackich.

W dolinach o wyraźnej asymetrii zdarzają się często sytuacje, że na jednym ze zboczy występuje znacznie więcej osuwisk niż na zboczu przeciwnym (Fig. 25). Nie ma stałej reguły – zboczem bardziej podatnym na procesy osuwiskowe może być zbocze stromsze lub łagodniejsze.

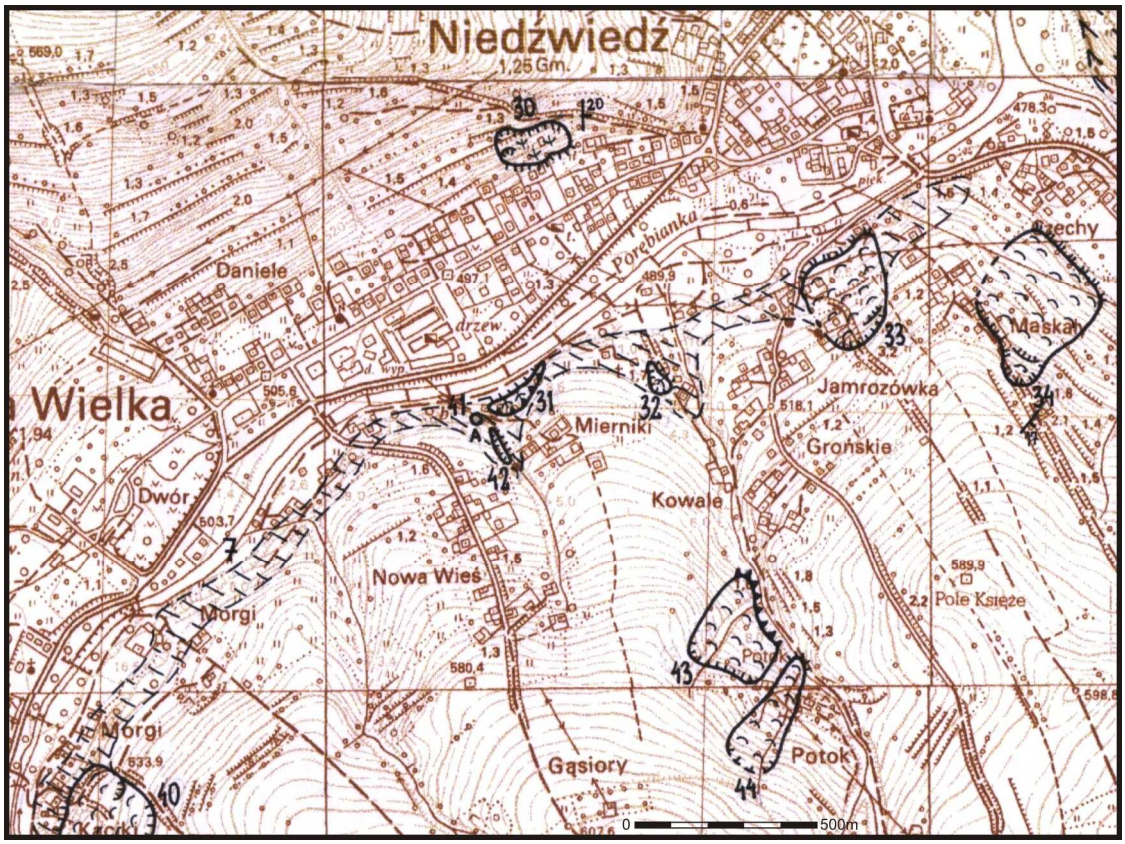


Fig. 25. Przykład doliny asymetrycznej rzeki Porębianka – gmina Niedźwiedź (Ozimkowski i in. 2009).

Innym rejonem, któremu należy poświęcić dużo uwagi podczas analizy map topograficznych, są brzegi sztucznych zbiorników wodnych (jezior zaporowych) na dużych rzekach karpackich – jak np. zbiornik żywiecki na Sole, zbiornik dobczycki na Rabie, zbiorniki rożnowski i czchowski na

Dunajcu (Fig. 26) czy zbiornik soliński na Sanie. Podniesienie poziomu wód powierzchniowych oraz zmiana warunków hydrograficznych na znacznych obszarach (zalanie na stałe obszarów dotychczas nie zalewanych) powoduje istotne zmiany w krążeniu wód w górotworze. Dodatkowo zagospodarowanie brzegów takich zbiorników jest obciążeniem dla zboczy, a jednocześnie zmienia naturalny spływ wód opadowych. Może to się objawić nasileniem procesów osuwiskowych, zwłaszcza w dolnych partiach stoków, które dotychczas nie były objęte ruchami masowymi. W większości przypadków rozwijające się tu osuwiska nie są zbyt duże (chociaż zdarzają się pojedyncze formy znacznych rozmiarów) – na mapie topograficznej może być widoczny układ poziomic typowy dla stoku wklęsłego, odzwierciedlający zasięg skarpy głównej i wyższej części osuwiska. Część dolna wraz z czołem jęzora schodzi niejednokrotnie pod powierzchnię wody i nie jest czytelna w obrazie poziomicowym.

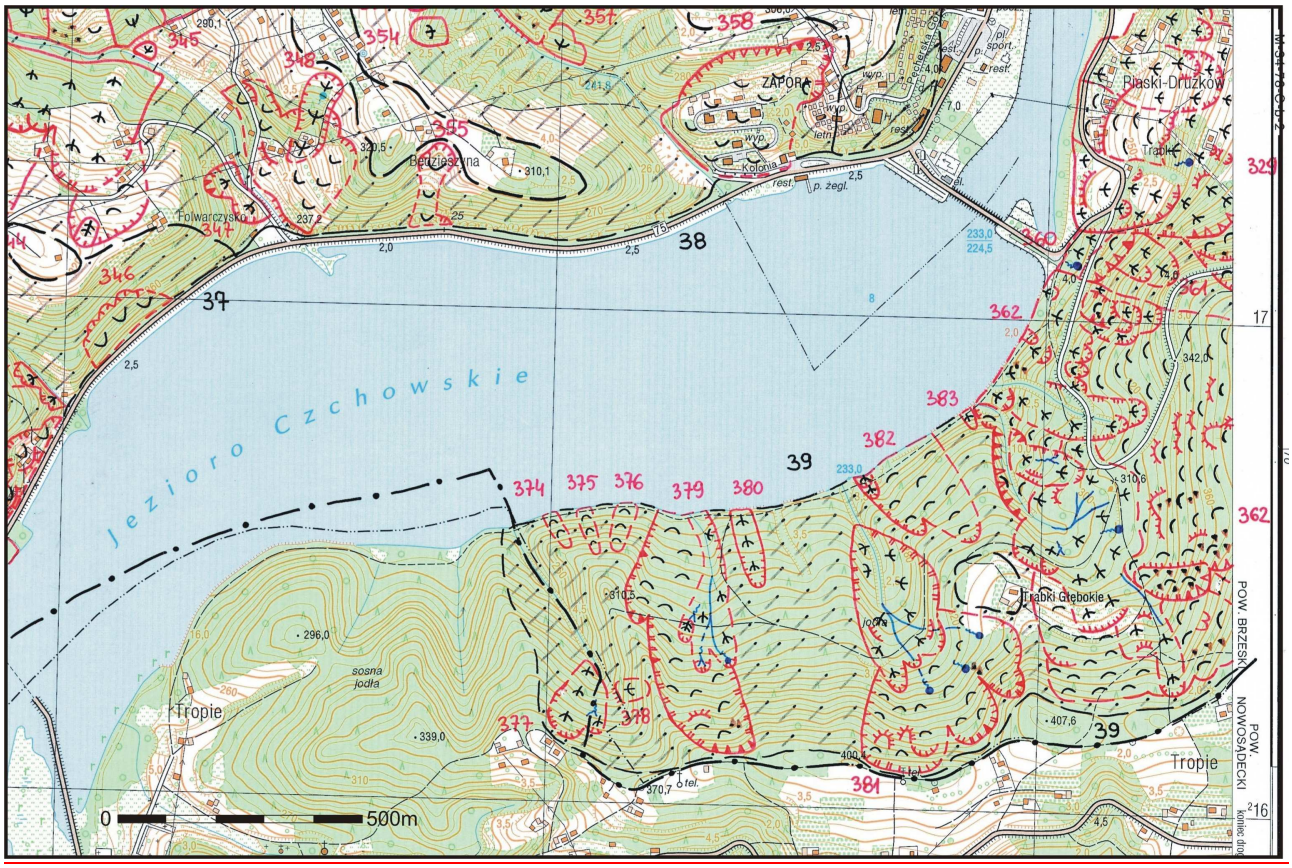


Fig. 26. Osuwiska na brzegach zbiornika czchowskiego (Dąbrowski i in. 2010).

3.2. ANALIZA BUDOWY GEOLOGICZNEJ I TEKTONICZNEJ

Na mapach geologicznych – głównie SMGP – są zwykle zaznaczane osuwiska, choć często w różny sposób, np. zróżnicowane szrafurami na osuwiska, złaziska itp., a czasem przedstawione jedynie jako wydzielenia litologiczne koluwiów (kolor i symbol literowy). Wiarygodność osuwisk na poszczególnych arkuszach SMGP jest bardzo różna i w znacznym stopniu zależna od autora arkusza. Przedstawiane są tam z reguły tylko stosunkowo duże osuwiska (kwestia skali), a i to w sposób mocno zgeneralizowany. Starsze arkusze SMGP, wykonywane w latach 50-tych i na początku lat 60-tych nie posiadają prawie w ogóle wydzieleń związanych z utworami stokowymi (w tym także koluwiów).

W trakcie prowadzenia prac kartograficznych podczas realizacji Projektu SOPO nie stwierdzono w terenie niektórych osuwisk obecnych na SMGP, a prawie zawsze po skartowaniu ich wielkość i zasięg były inne niż na mapach geologicznych w skali 1:50 000.

Mapy geologiczne są przede wszystkim źródłem informacji na temat litologii i tektoniki obszaru, na którym stwierdzono, bądź podejrzewa się osuwiska.

3.2.1. **Uwarunkowania litologiczne**

Karpaty zewnętrzne zbudowane są z naprzemianległych, różnej miąższości pakietów piaskowców, łupków i mułowców, łącznie zwanych fliszem. Taka litologia powoduje zróżnicowaną odporność na erozję, a naprzemienne występowanie skał przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych sprzyja – szczególnie w naszym klimacie – występowaniu ruchów masowych na dużą skalę. Litologia jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na powstawanie osuwisk. Generalnie osuwiska tworzą się w różnych litologicznie kompleksach skalnych, a ich występowanie jest również ściśle związane z sytuacją geomorfologiczną i często również tektoniczną.

Na analizowanych mapach geologicznych należy zwrócić uwagę na te miejsca, gdzie kontaktują ze sobą wydzielenia o dużym kontraście litologicznym, np. piaskowce gruboławicowe są podścielone pakietami skał cienkoławicowych (Fig. 27). Na granicach takich wydzieleń szczególnie łatwo mogą powstawać osuwiska. Podatne na procesy osuwiskowe są w szczególności kompleksy składające się z naprzemianległych warstw łupkowo-piaskowcowych. Stosunkowo mało podatne na procesy osuwiskowe są jednolite kompleksy skalne zbudowane z samych łupków bądź z samych piaskowców, szczególnie gruboławicowych.

Fig. 27. Osuwisko w łusce Bystrego w potoku Jabłonka (Bieszczady). Przykład osuwiska rozwiniętego na kontakcie warstw gruboławicowych (piaskowce grodziskie – po prawej) i cienkoławicowych (warstwy lgockie – po lewej), (fot. J. Rubinkiewicz).

Analizując budowę geologiczną w kontekście jej związku z możliwym występowaniem osuwisk należy zawsze pamiętać o dużej generalizacji wydzieleń fliszowych na SMGP, wynikającej zarówno ze skali mapy, jak i z braku dostatecznych danych o rozprzestrzenieniu i litologii warstw w obrębie poszczególnych ogniw. Ogniwa te są przedstawiane na mapach geologicznych w postaci wydzieleń litostratygraficznych, tzn. w większości przypadków jedno ogniwo obejmuje różne typy litologiczne – np. piaskowce, zlepieńce, podrzędnie łupki warstw istebniańskich dolnych. Z punktu widzenia typowania potencjalnych miejsc występowania osuwisk najcenniejszą informacją jest lokalizacja i przebieg łupków w kompleksie piaskowcowo-zlepieńcowym – takich danych SMGP nie dostarcza. Stąd nie można zakładać *a priori* braku osuwisk w „pozornie" monotonnych i mało zmiennych seriach różnych ogniw fliszowych – np. piaskowcach warstw magurskich czy piaskowcach i zlepieńcach warstw ciężkowickich. W Karpatach nie ma praktycznie „czystych" (homogenicznych) ogniw litostratygraficznych.

Szczególną uwagę, poza ogniwami fliszu karpackiego, należy także zwrócić na serie mioceńskich iłów (tzw. iły krakowieckie) występujących w zapadlisku przedkarpackim (miocen autochtoniczny) i lokalnie na skałach fliszowych (miocen allochtoniczny, sfałdowany i przemieszczony). Iły te stanowią doskonałą powierzchnię poślizgu dla wyżej leżących utworów, którymi są na ogół

czwartorzędowe piaski, żwiry, gliny i lessy. W strefach nasunięcia płaszczowin karpackich na iły mioceńskie, iły są silnie zaburzone i przemieszane z pakietami skał fliszowych. Są to miejsca szczególnie narażone na rozwój i występowanie osuwisk.

Skały fliszowe oraz iły krakowieckie są przykryte przez różne utwory czwartorzędowe, które są osadami znacznie mniej skonsolidowanymi, przeważnie bardziej porowatymi i znacznie mniej odpornymi na procesy denudacyjno-erozyjne niż skały fliszowe. Pokrywy osadów czwartorzędowych, zwłaszcza przy niewielkiej ich miąższości i występowaniu na nachylonych stokach, są bardzo często utworami podatnymi na osuwanie, które zachodzi najczęściej na granicy skał fliszowych i utworów czwartorzędowych. Najbardziej podatne na przemieszczanie są: pylasto-piaszczyste utwory lessopodobne oraz luźne piaski i żwiry rzeczne lub wodnolodowcowe. Prawdopodobieństwo przemieszczania pokryw czwartorzędowych wzrasta, gdy leżą one bezpośrednio na słabo przepuszczalnym podłożu ilastym (np. na iłach mioceńskich) lub łupkowo-mułowcowym (np. różne ogniwa łupkowe i mułowcowo-margliste we fliszu).

Praktycznie na wszystkich stokach w Karpatach występują pokrywy zwietrzelinowe, niekiedy znacznej miąższości. Te ilasto-gruzowe utwory łatwo ulegają przemieszczaniu w dół stoku (spełzywaniu) po swoim niezwietrzałym podłożu, zwłaszcza, gdy stok budują skały słabo przepuszczalne. Powstają wtedy płytkie osuwiska zwietrzelinowe, o niewielkich skarpach głównych i małej miąższości koluwiów, obejmujące jednak niekiedy znaczne obszary.

Na SMGP poza utworami koluwialnymi (związanymi genetycznie z osuwiskami) znaczone są również utwory stokowe o genezie soliflukcyjnej, deluwialnej lub deluwialno-soliflukcyjnej. Tworzą one na ogół pokrywy i stożki – rozciągające się głównie u podnóża stoków, na powierzchniach wyższych tarasów rzecznych lub na zrównaniach stokowych. Nie są to formy osuwiskowe, ale obecność takich pokryw może wskazywać, że stoki powyżej nich są terenami zagrożonymi rozwojem ruchów masowych. Należy również pamiętać, że mniej doświadczony kartograf może nie rozpoznać utworów koluwialnych i zaklasyfikować je jako deluwialno--soliflukcyjne. Dlatego wszystkie wydzielenia tych utworów zaznaczone na arkuszach SMGP powinny być rozpatrywane jako potencjalne obszary osuwiskowe i sprawdzane w trakcie prac terenowych.

3.2.2. **Uwarunkowania tektoniczne**

Karpaty zewnętrzne mają skomplikowaną budowę płaszczowinową, a więc jednym z ważniejszych czynników pasywnych wpływających na rozwój osuwisk jest tektonika –

poczynając od orientacji uławicenia, przez strefy uskokowe i nasunięcia, po występowanie gęstej sieci spękań (Mastella 1975, Margielewski 2006).

Pierwszym analizowanym czynnikiem tektonicznym są położenia warstw – na ogół na SMGP jest ich przedstawianych za mało, ale są one początkowo jedynym źródłem informacji. Analizując orientację uławicenia zawsze musimy brać pod uwagę jego stosunek do kątów i kierunków nachylenia stoków. W najczęściej spotykanym podziale morfostrukturalnym (Grzybowski i inni, 2000; Klimaszewski, 2002) wyróżniamy 4 typy stoków:

- nachylone zgodnie z kierunkiem upadu warstw (stoki konsekwentne);
- nachylone przeciwnie do kierunku upadu warstw (stoki obsekwentne);
- nachylone zgodnie z biegiem warstw (stoki subsekwentne);
- nachylone skośnie (niezgodnie) z kierunkiem biegu i upadu warstw (stoki skośne).

Nie należy mylić podanego powyżej podziału morfostrukturalnego stoków z klasyfikacją osuwisk ze względu na kierunek przemieszczenia materiału skalnego w stosunku do położenia warstw w podłożu. Ten ostatni **zgodny z Instrukcją** (Grabowski i in., 2008) obejmuje 6 typów osuwisk (asekwentne, konsekwentne, insekwentne, obsekwentne, subsekwentne, złożone) z dodatkowym podziałem osuwisk konsekwentnych na zwietrzelinowe, strukturalne oraz szczelinowe (patrz SKRO).

Teoretycznie osuwiska mogą występować na wszystkich wymienionych typach stoków, ale najbardziej predysponowane powinny być stoki konsekwentne (osuwiska konsekwentno--strukturalne albo insekwentne), choć w rzeczywistości dodatkowym czynnikiem jest tu zazwyczaj litologia. Większość osuwisk rozwiniętych na stokach konsekwentnych to nieduże i płytkie osuwiska zwietrzelinowe (konsekwentno-zwietrzelinowe), w większości mało wyraźne w obrazie poziomicowym, a niejednokrotnie również trudne do skartowania w terenie z uwagi na bardzo niską i słabo widoczną w morfologii skarpę główną. Na stokach konsekwentnych mogą też powstawać duże osuwiska skalno-zwietrzelinowe (zwłaszcza w sytuacji, gdy upady skał fliszowych są większe niż kąt nachylenia stoku – osuwiska insekwentne), w których przemieszczeniu uległy pakiety i ławice skał. Takie osuwiska będą się charakteryzowały obecnością mniej lub bardziej wyraźnych w terenie (a nieraz także na podkładzie topograficznym) skarp wtórnych.

Na stokach obsekwentnych osuwiska teoretycznie powinny rozwijać się rzadziej, ponieważ nie są bezpośrednio związane z uławiceniem skał (osuwiska obsekwentne). W większości przypadków ich powstanie wiąże się z jakimś dodatkowym czynnikiem (np. strefą uskokową, spękaniem górotworu, krążeniem wód w górotworze). Są to z reguły duże osuwiska skalne lub skalno-zwietrzelinowe (najczęściej o ruchu rotacyjnym) z wysokimi skarpami głównymi i bocznymi,

dobrze czytelnymi w obrazie poziomicowym i w terenie, charakteryzujące się miąższymi koluwiami, tworzącymi wyraźne jęzory.

Na stokach subsekwentnych i skośnych dominującym czynnikiem jest zwykle litologia, a głównie jej kontrast – najczęściej do przemieszczeń dochodzi na granicy skał przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych dla wody (zwykle silnie spękane piaskowce podścielone łupkami), a kierunek przemieszczania osuwiska jest najczęściej wymuszany przez nachylenie stoku (osuwiska subsekwentne albo insekwentne). Istotnym czynnikiem wpływającym na rozwój osuwisk na takich stokach jest geometria sieci spękań.

Przygotowując się do wyjazdu w teren warto wykonać schematyczną mapę morfostrukturalną dla danej gminy wydzielając poszczególne typy stoków. Taka mapa pomoże w szybkiej orientacji, jakie stoki mogą być bardziej podatne na procesy osuwiskowe i jakiego typu osuwisk możemy się na nich spodziewać, a te dane powinny przełożyć się na skuteczniejszą analizę map topograficznych.

Analizując dostępne opracowania obszarów występowania osuwisk, w tym mapy osuwisk przygotowane w ramach projektu SOPO można stwierdzić, że szczególnie podatne na procesy osuwiskowe są strefy występowania nasunięć i dużych uskoków. Takie obszary należy bezwzględnie zaznaczyć jako potencjalnie predysponowane do występowania osuwisk. Doskonałym przykładem jest tu strefa głównego nasunięcia Karpat, gdzie przykładowo w rejonie Wieliczki występuje bardzo znaczna koncentracja osuwisk (Fig. 28), zajmujących czasem dość znaczne powierzchnie. Również na północnych stokach Gorców, w strefie nasunięcia płaszczowiny magurskiej na jednostki okienne stwierdzono występowanie znacznej ilości, aczkolwiek na ogół niewielkich osuwisk (Fig. 29). Bardzo wiele z nich grupuje się również w pobliżu stref uskokowych. Miejscami powierzchnia poślizgu osuwiska może utworzyć się wzdłuż powierzchni uskokowej. Również w czapkach tektonicznych – a zwłaszcza w strefach ich nasunięć – obserwuje się częstsze występowanie osuwisk, choć i tu duże znaczenie może mieć kontrast litologiczny pomiędzy skałami czapki a jej podłożem. Charakterystyczne dla osuwisk rozwiniętych na progach strukturalnych związanych z uskokami (znacznie rzadziej nasunięciami) jest ich niewielki zasięg koluwiów. Związane jest to z procesem powstawania osuwiska, który często polega na denudacji samej skarpy strukturalnej. Odkłucie nie kontynuuje się poza jej obręb, co sprawia, że osuwisko może mieć nawet kilkukrotnie większą szerokość niż długość (podobnie jak w przypadku osuwisk rozwiniętych na skarpach przykorytowych).

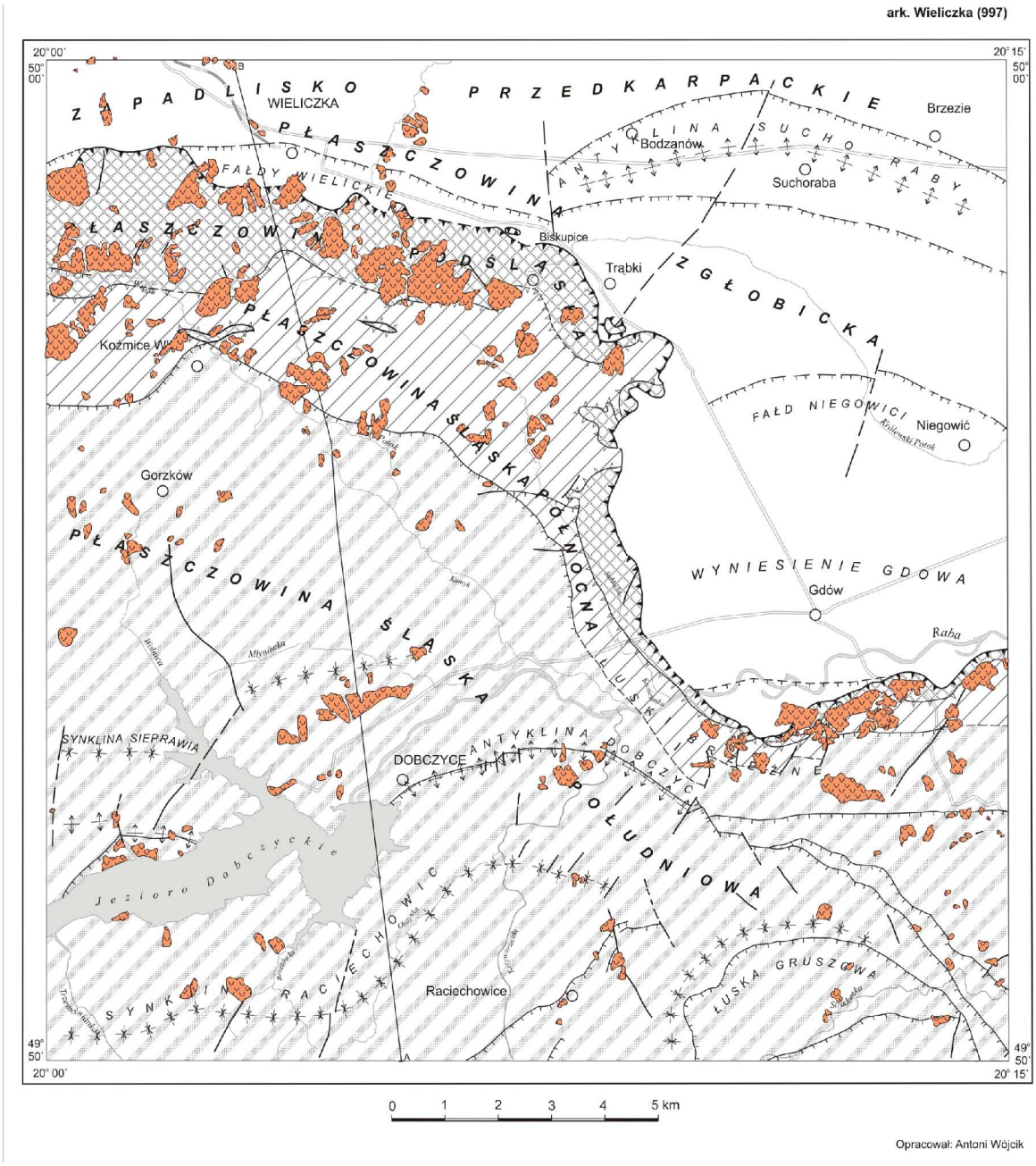


Fig. 28. Związek występowania osuwisk z nasunięciem brzeżnym Karpat na szkicu tektonicznym do arkusza SMGP Wieliczka (Wójcik 2009).

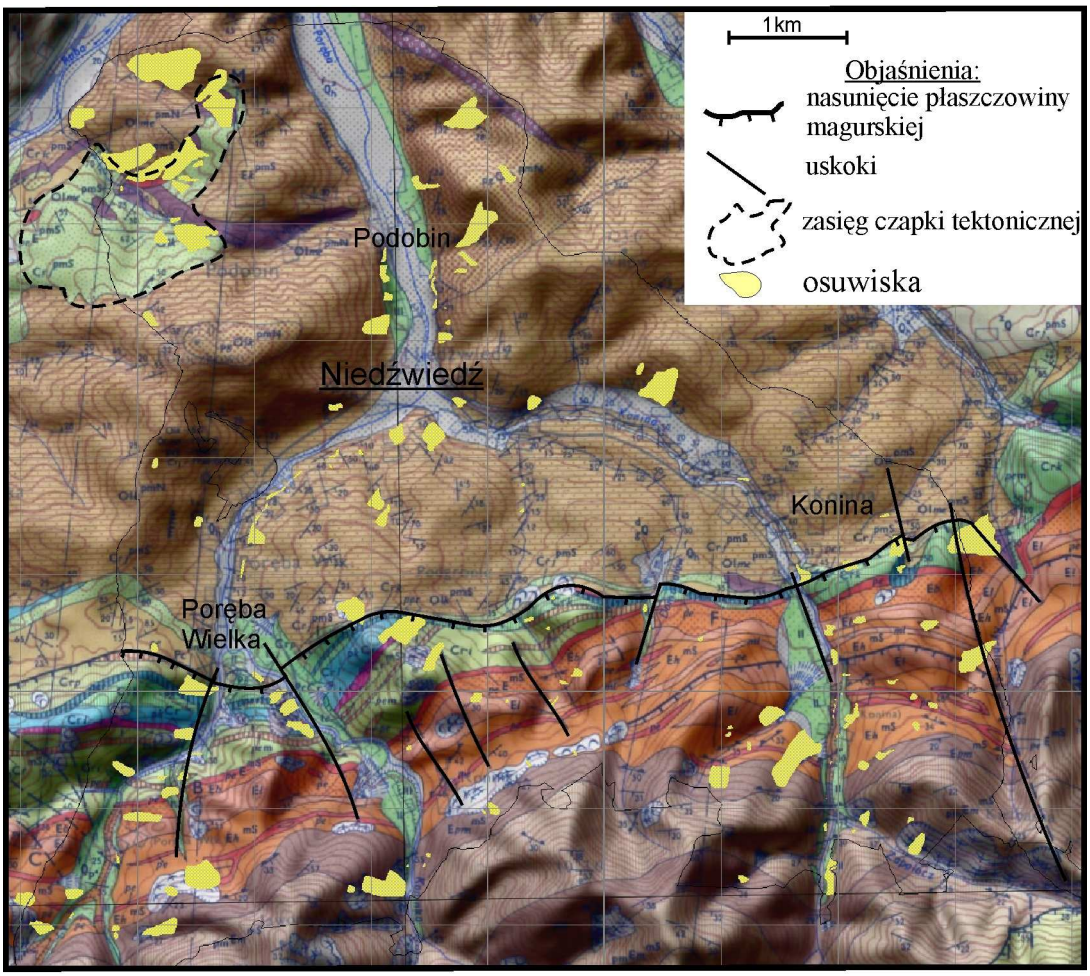


Fig. 29. Związek występowania osuwisk (Ozimkowski i in. 2009) z nasunięciami płaszczowiny magurskiej na okno tektoniczne Mszany Dolnej (Gmina Niedźwiedź, arkusz SMGP Mszana Górna – Burtan i in. 1976).

Należy pamiętać, że na mapach geologicznych nie ma informacji o kolejnym ważnym czynniku tektonicznym, czyli spękaniach. Gęsta sieć spękań jest w stanie przekształcić każdą skałę w ośrodek praktycznie izotropowy (w dużej skali), a tym samym umożliwić powstawanie osuwisk nawet na stokach o pozornie całkowicie „bezpiecznej" (neutralnej) kombinacji litologii i tektoniki (osuwiska konsekwentno-szczelinowe).

Wykorzystanie informacji tektonicznych zawartych na mapach geologicznych w analizie przygotowawczej powinno nastąpić po wstępnej analizie map topograficznych i wytypowaniu potencjalnych obszarów osuwiskowych. Jeśli w takich obszarach dodatkową przesłanką obecności osuwiska jest litologia lub tektonika, istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia takiej formy.

W trakcie przygotowania materiałów do prac terenowych można przenieść na podkład topograficzny granice wydzieleń geologicznych oraz wszelkie informacje o tektonice (strefy nasunięć, osie synklin i antyklin, uskoki oraz biegi i upady warstw). Przy takiej pracy należy pamiętać o dużej różnicy skali podkładu topograficznego (1:10 000) i map geologicznych (1:50 000) oraz szkiców tektonicznych (1:100 000). Dlatego nie może to być wierne przeniesienie granic z map geologicznych i tektonicznych, ale należy starać się „dopasować" te granice do topografii wynikającej z układu poziomic oraz do sieci hydrograficznej. Alternatywą dla tej procedury jest nałożenie i zageokodowanie mapy geologicznej na podkład topograficzny w jakimkolwiek programie GIS lub nawet graficznym.

3.2.3. **Uwarunkowania wodne**

Woda jest prawdopodobnie najistotniejszym czynnikiem sprawczym powodującym rozwój osuwisk i ich odnawianie. Związek rozwoju osuwisk z okresami bardziej wilgotnymi nie budzi wątpliwości (Margielewski 1998, 2002). Za jeden z głównych okresów powstawania osuwisk uważany jest przełom plejstocenu i holocenu, kiedy zmiana klimatu (stopniowe ocieplanie związane z zanikiem najmłodszego lądolodu skandynawskiego) powodowała uwalnianie (wytapianiu) dużej ilości wód ze zmarzniętego gruntu, a jednocześnie brak pokrycia stoków szatą roślinną sprzyjał wszelkim ruchom grawitacyjnym. Potwierdzeniem licznych badań i obserwacji związku klimatu ze wzmożoną aktywnością osuwisk są ostatnie dziesięciolecie XX wieku i początek XXI wieku, kiedy odnowienie rozwoju osuwisk nastąpiło bezpośrednio po intensywnych opadach i powodziach w dorzeczu górnej Odry (1997) oraz górnej Wisły (1997, 2000 i 2001).

Woda w obrębie przypowierzchniowych warstw skał gromadzi się w wyniku:

- infiltracji opadów atmosferycznych lub topniejącej pokrywy śnieżnej;
- krążenia wód gruntowych i podziemnych.

W obu przypadkach bardzo istotne znaczenie ma przepuszczalność skał, związana bezpośrednio z ich porowatością oraz szczelinowatością i spękaniami. Niestety dostępne mapy geologiczne i hydrogeologiczne nie dostarczają takich danych. Informacji o głębokości występowania wód podziemnych dostarcza warstwa „Głębokość występowania pierwszego poziomu wodonośnego" Mapy Hydrogeologicznej Polski 1:50 000, oraz niektóre szkice hydrogeologiczne do dawniej wydawanych arkuszy SMGP. Z map topograficznych można także odczytać pewne informacje hydrograficzne, dość istotne dla wyznaczenia potencjalnych obszarów osuwiskowych. Są to dane o występowaniu małych jeziorek na stokach, podmokłości i źródeł. Jeżeli takie przejawy występowania wód są zlokalizowane w miejscach, w których obraz

poziomicowy wskazuje na dużą zmienność morfologii, to można spodziewać się obecności osuwisk.

3.3. ANALIZA ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Stereoskopowe zdjęcia lotnicze są bardzo przydatne, pod warunkiem, że są dość dokładne (skala 1:10 000 i dokładniejsze). Najlepsze są zdjęcia wykonane poza okresem wegetacji, zwłaszcza dla obszarów porośniętych lasami liściastymi. Obszary porośnięte lasami świerkowymi są zawsze trudne do interpretacji – mogą być na nich widoczne jedynie największe osuwiska, o wyraźnych deniwelacjach. To, czy zdjęcia są barwne, czy czarno-białe, nie ma dużego znaczenia – największą ich zaletą jest efekt przewyższenia stereoskopowego, umożliwiający prześledzenie form morfologicznych o niewielkich deniwelacjach, słabo czytelnych bezpośrednio w terenie. W większości przypadków osuwiska dają się dość łatwo okonturować na stereoskopowych zdjęciach lotniczych. Generalnie górna część osuwiska (nisza) jest formą ujemną (wklęsłą), obniżoną względem otaczających fragmentów stoku, na ogół dobrze czytelną. W większości wypadków nisza jest ograniczona od góry wyraźną skarpą, a często – zwłaszcza na terenach wykorzystywanych rolniczo – różni się roślinnością od otoczenia. Dzięki przewyższeniu stereoskopowemu stosunkowo łatwe są do zaobserwowania większe elementy rzeźby wewnątrzosuwiskowej, a także granice jęzora osuwiskowego, który może tworzyć w dolnej części formę dodatnią (wypukłą). Przejawy wód związane z osuwiskiem są na ogół czytelne jako ciemniejsze fototony. Generalnie osuwiska na zdjęciach lotniczych charakteryzują się – poza obszarami leśnymi – ziarnistą i nieuporządkowaną strukturą obrazu.

Teoretycznie istnieje możliwość porównywania zdjęć tego samego obszaru wykonanych w różnych latach w celu wykrycia przemieszczeń osuwiskowych, lecz w praktyce zdjęcia takie są trudne do zestrojenia w jeden „stereogram czasowy". Prostsze jest stwierdzenie na kolejnych zdjęciach zmian w wykorzystaniu terenu, które często mogą być związane z powiększeniem się zasięgu osuwiska (stwierdzonego innymi metodami).

Stosunkowo mało przydatna jest ortofotomapa – głównie ze względu na brak obrazu stereoskopowego.

3.4. ANALIZA INNYCH MATERIAŁÓW TELEDETEKCYJNYCH

Klasyczne obrazy satelitarne (Landsat) są za mało dokładne, a o obrazy o wysokiej rozdzielczości (GeoEye) są drogie, a przede wszystkim na obydwu rodzajach obrazów brak jest wyraźnie czytelnej rzeźby terenu. Obrazy kolorowe o wysokiej rozdzielczości (niektóre obszary

Karpat w Google Earth mają pokrycie o rozdzielczości rzędu metra) mogą być w pewnym stopniu przydatne do analizy pokrycia roślinnością – jej zmienność, nawet bez rozpoznania gatunków, pozwala na określenie np. zasięgu podmokłości związanych z dolną granicą jęzora. Dobrze bywają na nich czytelne zupełnie świeże osuwiska, o ile są pozbawione wegetacji.

Obrazy satelitarne o wysokiej rozdzielczości i ortofotomapy mogą być jednak przydatne np. do liczenia ilości zagrożonych przez osuwisko zabudowań, jeśli bezpośrednio w terenie jest to trudne do wykonania.

3.5. ANALIZA NUMERYCZNEGO MODELU TERENU

Analiza numerycznego modelu terenu – a właściwie modelu rzeźby terenu (DEM) – opiera się na podobnych założeniach jak analiza poziomicowego rysunku rzeźby terenu, czyli polega na wyszukiwaniu na stokach form morfologicznych wklęsłych (nisze), którym towarzyszą leżące poniżej formy lekko wypukłe (jęzory). Przy obecnej dokładności DEM z obszaru Polski, poza tymi głównymi elementami osuwiska, mogą być czytelne jedynie największe elementy rzeźby wewnątrzosuwiskowej (i to w wielkich osuwiskach). Modele te są tworzone na ogół na podstawie rysunku poziomicowego przedstawianego na mapach topograficznych, a więc nie zawierają więcej niż on informacji, lecz umożliwiają swobodne jej przetwarzanie – dowolne przewyższanie modelu i zmiana parametrów jego oświetlenia (np. na prawie styczne do stoku) pozwalają uwypuklić subtelne elementy rzeźby. Na modelu takim dużo łatwiej niż na mapie topograficznej można dokonywać pomiarów wysokości i kątów spadku, niezbędnych do parametryzowania osuwisk w trakcie ich wprowadzania do bazy SOPO.

Numeryczny model terenu bardzo łatwo jest przekształcić w mapy spadków i ekspozycji stoków, co w połączeniu z danymi o położeniach warstw pozyskanymi np. z SMGP stwarza możliwość wytypowania obszarów, którym zagrażają osuwiska konsekwentne.

Niewątpliwie bardzo cennym źródłem informacji byłby cyfrowy model terenu o rozdzielczości poniżej 1 m, sporządzony bezpośrednio za pomocą lotniczego LIDAR-u, ale na razie dla obszaru Polski taki nie istnieje.

3.6. STUDIUM PUBLIKACJI

W trakcie przygotowania materiałów dotyczących osuwisk występujących na obszarze konkretnej gminy należy wykorzystać wszelkie dostępne publikacje i materiały archiwalne. Przede wszystkim wykorzystujemy literaturę zalecaną w instrukcji (Grabowski i in. 2008). Dodatkowo oprócz korzystania z SMGP należy wziąć pod uwagę wszelkie dokumentacje geologiczno-inżynierskie (w tym dokumentacje z zarządów dróg wojewódzkich i powiatowych) oraz istniejące

karty rejestracyjne osuwisk. Duże znaczenie mogą mieć również szczegółowe opracowania geologiczne dla obszaru badań. Bardzo wiele z tych informacji można znaleźć w Internecie.

3.7. MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA INNYCH NARZĘDZI

Były dość udane próby wykorzystania satelitarnej interferometrii radarowej do rejestracji osuwisk (Wojciechowski et al. 2008), lecz należy pamiętać, że jest to metoda rejestrująca jedynie przemieszczenia, a więc wykrywająca tylko osuwiska aktywne w ciągu ostatnich kilku – kilkunastu lat (od czasu zarejestrowania pierwszych satelitarnych obrazów radarowych danego terenu), a poza tym dość skomplikowana i kosztowna. Nie nadaje się do kartowania wszystkich osuwisk, ale może być bardzo pomocna przy określaniu stopnia ich współczesnej aktywności.

4. **PRAKTYCZNE ASPEKTY DOKUMENTOWANIA OSUWISK**

4.1. ORGANIZACJA PRACY TERENOWEJ

Podczas prowadzenia terenowych prac kartograficznych należy zawsze mieć na uwadze cztery następujące priorytety:

1 . Bezpieczeństwo osób kartujących,
2. Rzetelność wykonywanego zdjęcia kartograficznego,
3. Bezpieczeństwo gromadzonych danych,
4. Efektywność pracy.

Ze względów bezpieczeństwa, ale także z uwagi na efektywność kartowania prace terenowe najlepiej jest wykonywać w zespołach dwuosobowych. W takim zespole przynajmniej jedna osoba musi posiadać pełne kwalifikacje niezbędne do wykonania zdjęcia kartograficznego i opisu osuwisk. Jeśli jest to możliwe dwa takie zespoły powinny pracować jednocześnie, w obrębie tej samej gminy, tworząc czteroosobową grupę, choć możliwe jest też tworzenie większych grup, złożonych z większej ilości zespołów dwuosobowych.

Przy jednoczesnej pracy kilku zespołów na tym samym arkuszu podkładu pojawia się problem numeracji opisywanych osuwisk. Można konkretnym zespołom przydzielić przedziały numerów, z dość dużym zapasem (np. 0–199, 200–399 itd.), zakładając, że każdy zespół może skartować nawet kilkanaście osuwisk dziennie. Można też stosować numerację ciągłą z dodatkowymi indeksami literowymi oznaczającymi dany zespół. Numery te i tak ulegną zmianie z chwilą naniesienia osuwisk na mapę (zgodnie z Instrukcją SOPO), a ta terenowa numeracja musi być przede wszystkim jednoznaczna i ma uniemożliwić pomyłki.

4.1.1. **Sezon prac terenowych**

Zaleganie śniegu w obrębie kartowanego obszaru praktycznie uniemożliwia wykonywanie efektywnego i rzetelnego opracowania kartograficznego osuwisk, wyznaczając tym samym granice sezonu prac terenowych. W obrębie tego sezonu na efektywność i jakość wykonywanego zdjęcia największy wpływ ma przebieg okresu wegetacyjnego. Miesiące po ustąpieniu pokrywy śnieżnej – czasem marzec, zwykle kwiecień i początek maja – są najkorzystniejsze dla prac terenowych ze względu na stosunkowo wysokie temperatury, długi dzień oraz niewielką wegetację. Podobne, choć mniej korzystne warunki mogą wystąpić w październiku i listopadzie, lecz dzień jest wtedy zdecydowanie krótszy. W miesiącach letnich roślinność może w istotny sposób utrudnić nie tylko poruszanie się po terenie, ale co ważniejsze także obserwację form osuwiskowych. Ma to olbrzymie znaczenie na stokach dolin rzecznych, niższych partiach wzniesień i w rejonach objętych uprawami. Utrudnieniem mogą być również wysokie temperatury. W związku z powyższym należy tak planować prace by w okresie od czerwca do sierpnia przeprowadzać kartowanie głównie zalesionych, wyższych partii wzniesień. Na obszarach rolniczych prace kartograficzne można ponownie zintensyfikować po sianokosach i żniwach.

4.1.2. **Zakwaterowanie, warunki pogodowe i czas trwania pojedynczego wyjazdu**

Wyboru miejsca zakwaterowania należy dokonać przede wszystkim z uwzględnieniem czasu dojazdu do kartowanego obszaru. W przypadku gminy o znacznej powierzchni korzystne jest zmiana miejsca zakwaterowania w trakcie sezonu. Istotnymi czynnikami są możliwość uzyskania pełnego wyżywienia (znaczna oszczędność czasu) oraz obecność miejsca pozwalającego na wykonywanie niezbędnych prac kameralnych. Kwatera powinna mieć również dostęp do Internetu.

Pojedynczy pobyt w terenie powinien być planowany z uwzględnieniem średnioterminowych prognoz pogody. Ciągłe opady deszczu praktycznie uniemożliwiają skuteczne prace kartograficzne. Okresy opadów przejściowych można wykorzystać na wykonywanie prac kameralnych. Największe opady w Karpatach zwykle notowane są w lipcu, co w połączeniu z obfitą wegetacją czyni ten miesiąc mało atrakcyjnym do pracy.

Długość pojedynczego pobytu w terenie nie powinna przekraczać 15–20 dni roboczych – intensywność prac kartograficznych sprawia, że po tym okresie gwałtownie spada ich efektywność. Po takim czasie wykonywania zdjęcia kartograficznego wskazana jest przynajmniej tygodniowa przerwa.

4.1.3. **Pozyskanie materiałów archiwalnych od terenowych jednostek administracji**

Jednym z pierwszych zadań, jakie należy wykonać podczas prowadzenia prac terenowych jest nawiązanie kontaktu z lokalnymi jednostkami administracji państwowej, które mogą posiadać materiały i informacje dotyczące występowania i aktywności osuwisk. Jednostkami tymi przede wszystkim są być urzędy gminy, powiatu oraz urzędy miejskie, a w nich osoby bezpośrednio odpowiedzialne za przyjmowanie zgłoszeń od mieszkańców o szkodach, jakie wyrządziły osuwiska (z reguły są to komórki odpowiedzialne za ochronę środowiska). Istotnym źródłem informacji mogą być pracownicy Lasów Państwowych oraz parków narodowych. Informacje uzyskane od nich powinny pozwolić na wytypowanie dodatkowych obszarów występowania osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi.

4.1.4. **Rekonesans samochodowy**

Przed przystąpieniem do regularnej pracy kartograficznej korzystne jest wykonanie rekonesansu terenowego przy użyciu samochodu. Rekonesans ten polega na przejeździe samochodem wzdłuż wszystkich dróg utwardzonych na obszarze przeznaczonym do kartowania podczas bieżącego wyjazdu terenowego. Ideą rekonesansu jest wykonanie wstępnej obserwacji widocznej części stoków w celu lokalizacji obszarów osuwiskowych, rozpoznanie odcinków dróg uszkodzonych lub zagrożonych osuwiskami, a także zapoznanie się ze stanem dróg bitych, które potencjalnie mogą umożliwić dostanie się do trudno dostępnych rejonów kartowanego obszaru. Rekonesans taki można podzielić na etapy i wykonywać raz na kilka dni, wykorzystując ewentualne chwilowe załamania pogody utrudniające kartowanie.

4.1.5. **Wywiady z ludnością miejscową**

Należy zwracać uwagę na wszelkie informacje na temat osuwisk zasłyszane od miejscowej ludności w trakcie prac terenowych lub na kwaterze. Należy jednak brać poprawkę na generalnie słabą znajomość tematyki osuwiskowej – na ogół ograniczoną jedynie do osuwisk aktywnych stosunkowo niedawno (powódź w roku 1997 jest obecnie chyba najstarszym powszechnie notowanym wydarzeniem tego typu). Informacje na temat datowania aktywności poszczególnych osuwisk mogą być wiarygodne, choć zwykle sięgają jedynie kilku lat wstecz. Większość miejscowych mieszkańców dostrzega jedynie małe na ogół osuwiska będące wynikiem działania erozji bocznej potoków (głównie zagrażające drogom obrywy), natomiast praktycznie nie dopuszcza możliwości występowania podobnych zjawisk w górnych partiach stoków.

4.2. OPTYMALIZACJA PRAC KARTOGRAFICZNYCH POD WZGLĘDEM CZASOWYM

4.2.1. **Organizacja pojedynczego dnia pracy**

Wybór poligonu kartowania i przebiegu marszrut

Każdy dzień pracy terenowej powinien być poprzedzony wyznaczeniem poligonu kartowania oraz zaplanowaniem przebiegu marszrut w jego obrębie. Jako pojedynczy poligon kartowania rozumie się obszar, który zostanie pokryty zdjęciem kartograficznym w ciągu jednego dnia pracy przez jedną, dwuosobową grupę kartografów. Cała powierzchnia kartowanej gminy musi być w ciągu badań terenowych pokryta poligonami kartowania. Granicami poligonu kartowania powinny być grzbiety stanowiące działy wodne oraz osie dolin znaczących potoków, które stanowią najczęściej naturalne granice między potencjalnymi osuwiskami. Granicami poligonu nie powinny być natomiast granice samej gminy, jeśli nie przebiegają działami wodnymi lub potokami. W przypadku, gdy w pracach terenowych uczestniczy zespół 4-osobowy poligony wybrane na kolejny dzień pracy powinny ze sobą sąsiadować. Wielkość i kształt poligonu kartowania powinny być dobrane z uwzględnieniem:

- przewidywanej liczby i wielkości osuwisk,
- czasu dojazdu w obręb poligonu,
- stopnia trudności poruszania się po terenie poligonu,
- warunków pogodowych,
- przebiegu i sumarycznej długości potencjalnej marszruty.

Korzystne jest wyznaczenie poligonu w ten sposób by w miarę potrzeb można było modyfikować jego powierzchnię w trakcie wykonywania zdjęcia kartograficznego. Poprawne wydzielanie poligonów roboczych wymaga zebrania doświadczenia bezpośrednio w badanym terenie i jest możliwe dopiero po kilku dniach pracy. Właściwe oszacowanie powierzchni, którą można pokryć obserwacjami w ciągu jednego dnia pozwala na uniknięcie sytuacji, w której odległy od przejezdnych dróg i trudno dostępny fragment terenu nie zostanie skartowany z powodu zapadającego zmierzchu. Powrót do takiego obszaru może wiązać się ze znaczną stratą czasu dnia następnego, co obniża efektywność pracy terenowej.

Przebieg marszruty w obrębie poligonu **musi** umożliwić pokrycie obserwacjami kartograficznymi **całej** jego powierzchni. Marszruta musi również przebiegać bezpośrednio przez wszystkie obszary, które zostały wytypowane w badaniach wstępnych jako potencjalne osuwiska lub tereny zagrożone. Dotyczy to zarówno obszarów wyznaczonych na podstawie analizy map topograficznych,

geologicznych i innych materiałów archiwalnych, jak i informacji uzyskanych w terenie od jednostek administracji, czy z obserwacji przeciwstoków (Fig. 30, 31) dokonanych w dniach poprzednich z innych poligonów lub w trakcie rekonesansu samochodowego. Marszruta musi przebiegać również w pobliżu wszystkich budynków mieszkalnych i gospodarczych a także elementów infrastruktury drogowej i przesyłowej, nawet, jeśli żadne ze wstępnych źródeł informacji nie sugeruje zagrożenia osuwiskowego. Dotyczy to również stromych skarp w tym skarp dolin rzecznych, które bez względu na charakter wstępnych informacji powinny być uznane za potencjalnie zagrożone.

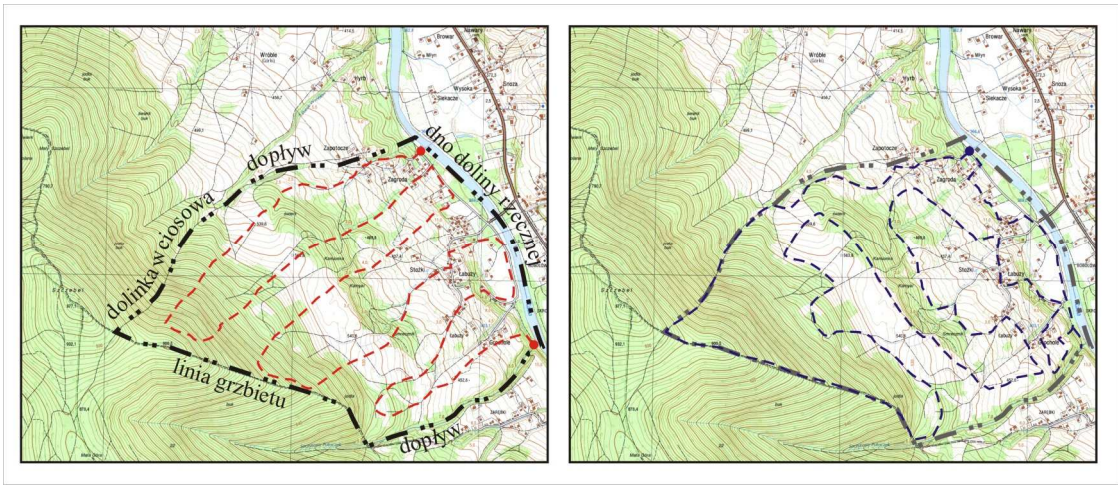
Fig. 30. Widok osuwiska w Lachowicach – stan wiosna 2002 (fot. W. Rączkowski).

Po spełnieniu powyższych kryteriów marszrutę należy planować tak by była możliwie najkrótsza i cechowała się jak najmniejszymi deniwelacjami. Najkorzystniejsze jest poruszanie się wzdłuż poziomic zarówno ze względu na efektywność pracy jak i fakt, że kierunek ten jest prostopadły do kierunku rozwoju osuwisk, co ułatwia ich identyfikację. Marszrutę należy wytyczyć w taki sposób, by w pierwszej części dnia oddalać się od punktu początkowego marszruty, a w części drugiej zbliżać się do niego. Tym samym można uniknąć wracania po już wykartowanym obszarze. Optymalna marszruta zapewnia maksymalną widoczność w obrębie kartowanego poligonu z uwzględnieniem morfologii terenu i roślinności, oraz kierunku i kąta padania promieni

Fig. 31. Osuwisko (zob. Fig. 17) widoczne z obserwacji poczynionych z przeciwstoku – gmina Niedźwiedź (fot. J. Rubinkiewicz).

słonecznych. Powinna także umożliwiać prowadzenie obserwacji i wstępną identyfikację osuwisk na sąsiednich, nie objętych jeszcze badaniami poligonach. Nawet planując marszruty piesze, należy je tyczyć w taki sposób, by wykorzystywać istniejące drogi oraz dukty leśne, gdyż wtedy łatwiejsza jest orientacja na mapie. Wykorzystywanie ścieżek i dróg ma szczególne znaczenie na bardzo stromych stokach i w innych trudnych do przebycia obszarach. Zaplanowany przebieg marszruty zwykle jest kompromisem między wszystkimi powyższymi elementami. Poprawnie zaplanowana marszruta jest kluczem do osiągnięcia wysokiej efektywności pracy oraz pozwala na uniknięcie przeoczenia osuwisk (Fig. 32). Wybór poligonu kartowania przeznaczonego na kolejny dzień pracy i ustalenie przebiegu marszrut należy wykonywać wieczorem w dniu poprzedzającym prace terenowe.

Jeśli zaplanowany poligon obejmuje styk 2 arkuszy mapy w układzie 1992, warto skleić podkłady w 1 arkusz, złożony następnie lub przycięty do formatu A3 (A4).



A B

Fig. 32. Przykład źle (A) i dobrze (B) zaplanowanej marszruty.

Prowadzenie marszruty w terenie

Rzeczywisty przebieg marszruty w terenie powinien być w miarę możliwości zgodny z marszrutą zaplanowaną. Modyfikacje marszruty związane są z występowaniem zabudowy lub elementów infrastruktury drogowej i przesyłowej, która nie znajduje się na podkładzie topograficznym. Są również konieczne, gdy stopień dostępności terenu i tym samym czas niezbędny do jego przebycia znacząco odbiega od przewidywanego. W pierwszym przypadku należy tak zmodyfikować marszrutę by móc określić stopień zagrożenia ruchami masowymi nowopowstałej infrastruktury. W przypadku drugim należy spróbować wytyczyć marszrutę zastępczą, przez teren bardziej dostępny, umożliwiającą jednocześnie wykonanie podobnych do zaplanowanych obserwacji. Należy pamiętać, że zmodyfikowana marszruta musi również umożliwić obserwację całej powierzchni poligonu.

Marszrutę prowadzimy do momentu zidentyfikowania osuwiska lub obszaru zagrożonego osuwiskami. Po wykonaniu zdjęcia kartograficznego osuwiska marszrutę wznawiamy. Wyjątkiem mogą być bardzo duże osuwiska, które można kartować etapowo, przecinając marszrutami kilkakrotnie, na różnych wysokościach. Na obszarze, na którym żadne ze źródeł wstępnej informacji nie sugeruje występowania osuwisk korzystne jest rozdzielenie się osób wchodzących w skład zespołu dwuosobowego, tak by obserwacjami pokryć jak największy obszar poligonu wzdłuż marszruty. Osoby te powinny pozostawać w kontakcie wzrokowym lub przy użyciu łączności radiowej. Powinny poruszać się równolegle do siebie w odległości od kilkudziesięciu do kilkuset metrów.

Niezwykle istotne jest zaznaczanie na podkładzie topograficznym obszarów, które zostały zidentyfikowane jako wolne od procesów osuwiskowych np. stawiając znak „X”, lub kolorując kredką. Pozwala to uniknąć wątpliwości, czy dany obszar był już poddany obserwacji i analizie. W trakcie prowadzenia marszruty, jeśli jest to możliwe, należy również zbierać obserwacje dotyczące litologii, położenia warstw, struktur tektonicznych oraz morfologii terenu i potencjalnych procesów ją kształtujących. W przypadku natrafienia na rejon mogący być potencjalnym osuwiskiem obserwacje te będą stanowiły tło porównawcze i umożliwią podjęcie decyzji, czy rzeczywiście mamy do czynienia z osuwiskiem i jego ewentualną klasyfikację.

4.3. IDENTYFIKACJA OSUWISKA

Najważniejszym elementem pracy terenowej jest kompleksowe rozpoznanie granic osuwiska oraz form rzeźby wewnątrzosuwiskowej. Te ostatnie zgodnie z instrukcją (Grabowski i in. 2008) kartujemy jedynie dla osuwisk o powierzchni powyżej 1 ha.

W najprostszym ujęciu osuwiska są wklęsło-wypukłymi formami morfologicznymi powstającymi na stokach wzniesień lub dolin rzecznych w wyniku przemieszczeniu mas skalnych wzdłuż powierzchni odkłucia, rozwijającego się pod wpływem siły grawitacji. Procesom osuwiskowym można przeciwstawić rozproszone ruchy masowe takie jak spełzywanie, zmywanie, wywiewanie. Obszar wolny od osuwisk powinien cechować się morfologią o niezaburzonych, równych stokach o niewielkich krzywiznach, porozcinanych lokalnie głębokimi V-kształtnymi dolinami potoków. Odstępstwa od tej reguły mogą oznaczać występowanie form osuwiskowych i są podstawą do ich lokalizacji. Zaburzenia związane z osuwiskami ogólnie charakteryzują się istnieniem form wklęsłych (skarpy głównej, niszy, zagłębień bezodpływowych) w górnej części osuwiska i form wypukłych (jęzor osuwiska) w jego części dolnej (Fig 33). Zaburzenia w morfologii terenu mogą jednak wynikać również z innych czynników, a szczególnie:

- ze zmienności litologicznej i związanej z nią różnic w odporności skał na wietrzenie,
- z występowania struktur tektonicznych,
- z rozwoju lejów źródliskowych,
- z działalności lodowców (w Karpatach zewnętrznych w rejonie Babiej Góry i Pilska),
- z działalności człowieka.

W związku z powyższym przed zaklasyfikowaniem danego fragmentu obszaru jako osuwiska, należy wykluczyć, że jego rzeźba powstała wyłącznie w wyniku zachodzenia powyższych czynników oraz procesów.

Inną metodą określania zasięgu osuwisk jest obserwacja zniszczeń infrastruktury wywołanych ich działalnością. Dotyczy to głównie osuwisk aktywnych, rzadziej okresowo aktywnych. Ma to

szczególne znaczenie na obszarach silnie zurbanizowanych, gdzie pierwotna morfologia terenu została poddana silnej antropopresji. O występowaniu osuwiska mogą świadczyć spękania ścian budynków, szczególnie fundamentów, pochylenie słupów trakcyjnych, zniszczenie ogrodzeń, uszkodzenia dróg asfaltowych. Spękania i inne formy uszkodzeń związane np. z procesem osiadania lub wadliwą konstrukcją i nie stanowią dowodu na istnienie osuwiska.

Fig. 33. Niewielkie osuwisko w Koninie – gmina Niedźwiedź (fot. J. Rubinkiewicz).

4.3.1. **Identyfikacja elementów osuwiska**

Skarpa główna jest to stroma (bardziej nachylona niż otoczenie) część stoku będąca widocznym fragmentem głównej powierzchni odkłucia. Skarpa główna powstaje w wyniku grawitacyjnego przemieszczenia materiału i ograniczający osuwisko od góry. Teoretycznie skarpy główne wszystkich osuwisk powstają w wyniku ekstensji (rozciągania) i są powierzchniami o nachyleniu zbliżonym do pionowego (60–90^0). Tak jest jednak tylko w przypadku młodych, dobrze czytelnych i aktywnych osuwisk (Fig. 34–36). Im starsze osuwisko, tym skarpa główna jest bardziej zapełźnięta i mniej czytelna w morfologii.

Przy typowych osuwiskach skarpa główna ma przebieg łukowaty, tworząc poniżej amfiteatralną niszę. Nieco inaczej wygląda, gdy oderwanie (odkłucie) nastąpiło wzdłuż elementów strukturalnych tektoniki nieciągłej takich jak uskoki, strefy nasunięć i zespoły spękań, w tym

Fig. 34. Skarpa główna aktywnego osuwiska. Zachodnie zbocze doliny potoku Jabłonka, gmina Baligród (fot. J. Rubinkiewicz).

Fig. 35. Skarpa główna osuwiska na NE zboczu Lubogoszcza, gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

Fig. 36. Skarpa główna ze szczeliną ekstensyjną. Lubomierz, gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

spękania o charakterze ciosu. W tych przypadkach jej geometria może być z jednej strony prosta (prostolinijny przebieg – Fig. 7) z drugiej bardzo skomplikowana (Fig. 6), uwarunkowana orientacją powyższych struktur. Nie każda skarpa strukturalna musi być skarpą główną osuwiska. W terenie bardzo często spotyka się skarpy strukturalne, które powstały przykładowo na granicach kompleksów skalnych mniej i bardziej odpornych na wietrzenie. Takie klasyczne skarpy strukturalne mają na ogół przebieg zbliżony do prostolinijnego, (którego orientacja powinna być zgodna z rozciągłością danego ogniwa fliszowego) i ciągną się na długich odcinkach. Przykładem może być duża skarpa strukturalna na NW od miejscowości Niedźwiedź (Fig. 37), powstała na granicy odpornych na wietrzenie piaskowców gruboławicowych i fliszu drobnorytmicznego warstw krośnieńskich. Skarpa strukturalna może występować też wzdłuż powierzchni uskoku. Oczywiście wzdłuż takich skarp może dojść do uruchomienia osuwiska, ale w takim wypadku poniżej skarpy na stoku powinny być widoczne przejawy ruchów masowych w postaci chociażby zaburzonej morfologii.

Fig. 37. Skarpa strukturalna na zachodnich stokach Porębianki – gmina Niedźwiedź (fot. A. Ozimkowski).

Kolejnym elementem, który często jest mylony ze skarpami osuwiskowymi są powszechnie występujące na obszarach upraw **skarpy rolnicze**, powstałe na granicach długo uprawianych pól, powodujące zmniejszenie nachylenia powierzchni uprawnej. Łatwo jest błędnie uznać skarpę rolniczą za osuwiskową, leżące poniżej wypłaszczone pole w górnej części za niszę, a w dolnej za jęzor zakończony następną skarpą rolniczą. Skarpy rolnicze mają jednak przebieg na ogół prostoliniowy (bardzo mało prawdopodobne jest zupełnie prostoliniowe zakończenie jęzora), występują seryjnie i pokrywają się z granicami pól, które nie zawsze są zgodne z nachyleniem stoku. Jeśli na polach między nimi nie widać zaburzeń rzeźby, mogących być śladami rzeźby wewnątrzosuwiskowej, to obszar nie jest najprawdopodobniej osuwiskiem. Bardzo często skarpy rolnicze mogą przecinać starsze osuwiska i kontynuować się poza ich granice (Fig. 38). W niedawno powstałych aktywnych osuwiskach fragmenty takich skarp mogą być przemieszczone. W przypadku występowania na stoku dużej ilości skarp rolniczych można spróbować wirtualnie je pominąć i wyobrazić sobie jak wyglądałaby morfologia stoku bez ich istnienia.

Fig. 38. Skarpy rolnicze na obszarze osuwiskowym –
Krościenko n. Dunajcem (fot. J. Rubinkiewicz).

W przypadku skarp głównych o dużych wysokościach, może dojść na nich, na mniejszą lub większa skalę, do rozwoju wtórnych, stosunkowo młodych i niewielkich form osuwiskowych, mających na ogół charakter zsuwów lub obrywów.

Nie zawsze skarpa główna musi być najwyższa i najwyraźniejsza. Duże wysokości względne, niejednokrotnie znacznie przewyższające wysokość skarpy głównej, mogą osiągać również **skarpy wtórne**, wzdłuż których często dochodzi do wtórnych przemieszczeń i uaktywnienia się fragmentów osuwiska.

Skarpy główne kontynuują się w dół stoku w formie mniej lub bardziej wyraźnych **skarp bocznych**, które ograniczają po bokach górne wklęsłe fragmenty osuwisk (Fig. 9, 12, 39). W terenie mają one różne kształty i przebieg, ale zwykle są zbliżone do prostoliniowych, skierowanych w dół stoku. Ich przebieg może być zamaskowany przez procesy denudacyjne i obecność – podobnie jak w przypadku skarp głównych – niewielkich zsuwów grawitacyjnych.

W dolnej części osuwiska dochodzi do akumulacji przemieszczonych osadów w postaci lekko wypukłego **jęzora osuwiskowego** (Fig. 40), który wyznacza dolny zasięg osuwiska. W przypadku młodych osuwisk zasięg jęzora jest zwykle łatwy do ustalenia, gdyż kończy się on dość wyraźnym czołem. W przypadku starych osuwisk jęzor osuwiskowy może nie być widoczny w topografii ze względu na jego silną denudację (Fig. 7, osuwisko 49).

Fig. 39. Skarpa boczna osuwiska konsekwentnego w Lachowicach (fot. W. Rączkowski).

Fig. 40. Czoło jęzora osuwiskowego. NE stok Lubogoszcza (Fig. 7, osuwisko 51), gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

W obrębie osuwisk o powierzchni powyżej 1 ha należy zaznaczyć na mapie ważniejsze formy wewnątrzosuwiskowe. Najlepiej wykształcone formy wewnątrzosuwiskowe można obserwować zarówno w młodych osuwiskach jak i starych, nieaktywnych, zajmujących duże powierzchnie. Przykładem tych ostatnich mogą być osuwiska w Beskidzie Wyspowym obejmujące m.in. stoki Lubogoszcza, Lubonia, Szczebla i Ćwilina (Fig. 6, 7, 8). Najczęstszymi formami spotykanymi wewnątrz obszaru osuwiskowego są liczne, zwykle bezładnie występujące wzniesienia rozdzielone obniżeniami. Ich kształt, wielkość i formy są ściśle związane z wielkością osuwiska, rodzajem materiału koluwialnego i jego miąższością, głębokością i charakterem odkłucia oraz długością transportu. W przypadku niewielkich osuwisk gruntowych morfologia może być bardzo subtelna (Fig. 41, 42), w przypadku osuwisk o znacznej powierzchni i głębokości odkucia mogą to być formy znacznych rozmiarów (Fig. 43), choć często są to formy silnie zdenudowane (Fig. 44). Wzniesienia o nieregularnych kształtach są zwykle zbudowane z przemieszczonych bloków skał lub fragmentów pakietów ławic. W niektórych przypadkach obserwuje się wydłużone wzniesienia w formie wałów, zbudowane często z pakietów skał uławiconych, które oderwały się od skarpy osuwiskowej (Fig. 34).

Fig. 41. Osuwisko gruntowe z subtelną rzeźbą wewnątrzosuwiskową. Łętowe – gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

Fig. 42. Niewielkie osuwisko z wyraźnymi formami wewnątrzosuwiskowymi. Łętowe – gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

Fig. 43. Spektakularna rzeźba wewnątrz dużego osuwiska (patrz Fig. 7). NE stoki Lubogoszcza – gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

Fig. 44. Zdenudowana rzeźba wewnątrzosuwiskowa. Łostówka – gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

Zagłębienia wewnątrzosuwiskowe mają również zróżnicowane rozmiary. Często obserwujemy w nich wszelkiego rodzaju przejawy wód powierzchniowych. Najpowszechniej obserwuje się różnej wielkości cieki, które odwadniają obszar osuwiska. Przy młodych, często aktywnych osuwiskach są one słabo wcięte. Przy starych i dużych osuwiskach można spotkać szereg głęboko wciętych V-kształtnych dolinek w formie wciosów (Fig. 45). W takich wcięciach możliwe jest określenie typu materiału budującego koluwium.

Oprócz cieków, w obrębie osuwisk bardzo często obserwuje się zagłębienia bezodpływowe. Mogą one być zupełnie suche, a przypadku istnienia warstw nieprzepuszczalnych mogą tworzyć młaki podmokłości, jeziorka itp. (Fig. 46). W przypadku starszych osuwisk w takich zagłębieniach można spotkać **torfowiska osuwiskowe** (Fig. 47)**.** Osady te mogą być przydatne przy ustalaniu bezwzględnego wieku osuwiska (Margielewski 2003).

Kolejnymi formami, których stwierdzenie w terenie i przedstawienie na mapie stanowi pewną trudność, są nagromadzenia rumoszu i bloków skalnych (Fig. 48) występujące w obrębie osuwisk – niestety dość powszechnie pomijane przez kartujących. Najczęściej rumosze lub blokowiska tworzą mniej lub bardziej wyraźne pagórki, wzniesienia, wały, ale mogą także wypełniać zagłębienia lub rowy osuwiskowe – wówczas w morfologii są słabo zaznaczone. Rumosze i blokowiska występują

Fig. 45. Dolinki wciosowe w koluwiach – gmina Wieliczka (fot. W. Ozimkowski).

Fig. 46. Silnie zawodnione koluwia osuwiskowe. Podobin – gmina Niedźwiedź (fot. J. Rubinkiewicz).

Fig. 47. Torfowisko osuwiskowe (fot. W. Rączkowski).

Fig. 48. Nagromadzenie bloków skalnych na zachodnich stokach Ćwilina – gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

przede wszystkim w obrębie dużych osuwisk strukturalnych, rozwiniętych w obrębie piaskowców i zlepieńców. Ich obecność, zwłaszcza w postaci wydłużonych wałów lub jęzorów, może wskazywać na znaczny udział wód płynących po stoku w przemieszczaniu materiału (forma zbliżona do spływów gruzowo-błotnych).

Z innych elementów związanych częściowo z rozwojem osuwisk należy pamiętać o **jaskiniach** (Fig. 49). Są to zwykle formy o charakterze szczelinowym, występujące przeważnie w pobliżu skarp osuwiskowych rozwiniętych w grubych pakietach piaskowców gruboławicowych.

Fig. 49. Niewielka jaskinia przy skarpie głównej osuwiska na zachodnich stokach Ćwilina – gmina Mszana Dolna (fot. J. Rubinkiewicz).

4.3.2. **Ocena aktywności i wieku osuwiska**

O współczesnej aktywności osuwiska najlepiej świadczą szkody w infrastrukturze i zabudowaniach przez nie spowodowane – one też są z reguły najdokładniej datowane. Jeśli osuwisko nie powoduje takich szkód, o jego współczesnej aktywności świadczy pękająca darń i bardzo ostre krawędzie skarp. Często nawet powyżej skarpy głównej widoczne wtedy są takie spękania i zaczątki nowych skarp.

Koluwia są z reguły bardzo miękkie, więc utworzone z nich formy rzeźby wewnątrzosuwiskowej bardzo szybko ulegają degradacji – obecność wyraźnych, świeżych form wewnątrzosuwiskowych

przemawia za młodym wiekiem osuwiska, lecz trzeba tu uwzględniać zarówno litologię poszczególnych pakietów, jak i wielkość form (większe mogą przetrwać dłużej). Przejawy wody lub podmokłości w obniżeniach na obszarze osuwiska także świadczą o jego młodym wieku – z czasem ulegają one zdrenowaniu lub zarośnięciu roślinnością, która w starych osuwiskach przekształca się w torfy.

Skarpy najmłodszych osuwisk praktycznie są pozbawione roślinności, a ta, która potem wkracza na koluwia, tworzy dość charakterystyczne zbiorowiska zielne. Tereny młodych osuwisk, aktywnych lub okresowo aktywnych są z reguły nieużytkami wśród pól i łąk, dlatego często na te tereny wkraczają potem krzewy i drzewa, zwykle poczynając od gatunków najbardziej w danej okolicy ekspansywnych. Taka wyraźna zmiana formy użytkowania terenu na stoku jest istotną wskazówką sugerującą występowanie osuwiska i może być odczytana zarówno z mapy jak i podczas obserwacji z przeciwstoku. Starsze osuwiska bywają wykorzystywane jako łąki, lub – jeśli osuwisko nie jest aktywne, a teren podmokły – często zaorywane.

Podręcznikowym przykładem aktywności osuwiska jest tzw. „pijany las”, w którym drzewa nie rosną pionowo, lecz są powychylane w różne strony, co świadczy niewątpliwie o współczesnej, lub prawie współczesnej aktywności osuwiska. Zjawisko takie występuje jednak dość rzadko, gdyż drzewa po ustaniu ruchu osuwiska rosną dalej pionowo. Pozostają jednak widoczne wygięcia pni, umożliwiające przybliżone datowanie ustania ruchu. Nie należy mylić „pijanego lasu” z powszechnie występującymi na stromych zboczach wygięciami drzew tuż powyżej ich korzeni (tzw. haki zboczowe), wynikającymi z płytkiego spełzywania zwietrzeliny, często właśnie pod wpływem obciążenia rosnącym drzewem, co prowadzi do łatwo zauważalnej asymetrii w rozwoju systemu korzeniowego.

Określenie stopnia aktywności osuwiska, bez dostępnych danych pomiarowych, informacji o historii jego rozwoju i w ciągu bardzo krótkiego czasu poświęconego na jego kartowanie, jest dość trudne i niemal zawsze subiektywne. Wątpliwości nie budzą jedynie osuwiska współcześnie aktywne, oraz o dobrze odnotowanej historii (czyli z reguły powodujące szkody). Starsze osuwiska trudno datować – pewne podstawy dają tu torfy (Margielewski 2003) lecz samo osuwisko będzie oczywiście starsze od rozwijających się na nim torfowisk. Prawdopodobnie wielkie, głębokie osuwiska strukturalne prezentowane w niniejszym opracowaniu – np. na Lubogoszczy, Szczeblu i Luboniu Wlk. – powstały u schyłku plejstocenu, na skutek zaniku wiecznej zmarzliny.

4.3.3. **Co nie jest osuwiskiem?**

Oprócz skarp strukturalnych i rolniczych, omówionych powyżej (patrz 4.3.1.), spore trudności mogą sprawiać obszary źródłowe potoków, tworzące wyraźne nisze, jednak pozbawione na ogół jęzorów koluwialnych. Znaczne nachylenia zboczy i gęsta sieć głęboko wciętych potoków niewątpliwie sprzyjają ruchom masowym, lecz na ogół widoczne są tam jedynie niewielkie obrywy lub zsuwy do poszczególnych potoków, a brak jest dowodów na osuwiskowy charakter całych nisz. Mogą to być zarówno zwykłe nisze źródłowe potoków, jak i nisze starych osuwisk, z koluwiami usuniętymi przez cieki – w obydwu przypadkach tereny te należy uznać przynajmniej za zagrożone ruchami osuwiskowymi. Należy jednakże zwrócić uwagę na możliwość rozwinięcia się sieci rzecznej w obrębie niszy rozległego osuwiska. W takim przypadku działalność erozyjna młodszych od osuwiska potoków może znacząco zmodyfikować i zatrzeć morfologię wewnątrzosuwiskową i odprowadzić materiał koluwialny po za obszar osuwiska utrudniając jego identyfikację.

Na obszarach leśnych często występują niewielkie nierówności powierzchni terenu, pozornie przypominające rzeźbę wewnątrzosuwiskową. Są to płytkie, okrągłe lub owalne obniżenia o średnicy kilku metrów, porozdzielane wydłużonymi grzbiecikami. Są to ślady po starych wykrotach, zwykle powstałych w wyniku wiatrołomów – owalne obniżenie jest śladem po wyrwanej bryle korzeniowej, a wydłużony grzbiecik – po osypaniu się z niej materiału wyrwanego wraz z korzeniami. Od form rzeźby wewnątrzosuwiskowej różnią się one rozmiarami (są mniejsze) i kształtem – obniżenia na jęzorach koluwialnych są na ogół wydłużone i współkształtne do garbów.

4.4. KARTOWANIE OSUWISKA I POMIAR PARAMETRÓW

4.4.1. **Skarpa główna**

Podczas kartowania skarpy głównej osuwiska należy pomierzyć jej wysokość względną i kąt nachylenia. Problemem jest zmienność obydwu parametrów wzdłuż skarpy – często np. odcinek skarpy położony najwyżej (w m n.p.m.) nie ma najwyższej wysokości względnej, a odcinek o największej wysokości względnej może nie mieć największego kąta nachylenia. W takiej sytuacji można pomierzyć wysokość w kilu miejscach, co ułatwi nanoszenie skarp o właściwych sygnaturach na mapę, ale nie ułatwi późniejszej parametryzacji osuwiska.

Pomiar wysokości jest dość kłopotliwy i metoda „na oko” sprawdza się jedynie przy skarpach najniższych, nieco tylko przekraczających wzrost człowieka. Metodą prostą i tanią jest klasyczne „schodkowanie” z wykorzystaniem klizymetru – na szczęście większość skarp jest obecnie mocno

zdenudowana i kąty ich nachylenia nie są zbyt wielkie, co ułatwia stosowanie tej metody. Skarpy wyższe można próbować mierzyć GPS (starszymi modelami tylko jeśli mają wbudowany wysokościomierz ciśnieniowy) – choć pomiar wysokości nie jest najmocniejszą stroną tego systemu – a także za pomocą altymetru. Przydatny może okazać się bezlusterkowy dalmierz laserowy, redukujący pomierzoną odległość do poziomu i podający jednocześnie różnicę wysokości (należy pamiętać o dodaniu do wyniku „wysokości wzroku"), lecz jest to urządzenie dość drogie, a w terenie zarośniętym krzakami trudne w użyciu.

Pomiar kąta nachylenia można wykonywać klizymetrem zarówno z góry, jak i z dołu skarpy, pamiętając o celowaniu nie w krawędź skarpy, lecz na „wysokość wzroku". Problemem może być tu często roślinność, ograniczająca widoczność. Dość dobre efekty dają pomiary kąta nachylenia skarpy oglądanej z boku, przeprowadzane z wykorzystaniem klinometru w kompasie geologicznym.

Należy pamiętać, że do uzyskania poprawnego obrazu kartograficznego nie są wymagane bardzo dokładne pomiary wysokości skarp, a kąty ich nachylenia w ogóle nie są na mapie przedstawiane. Istotne są natomiast oba pomiary w najwyższym punkcie skarpy głównej, gdyż to one posłużą do końcowej parametryzacji osuwiska.

4.4.2. **Formy wewnątrzosuwiskowe**

W dużych osuwiskach duże formy wewnątrzosuwiskowe są często widoczne w rysunku poziomicowym i wystarczy je jedyne zidentyfikować. Mniejsze formy, niewidoczne w przebiegu poziomic, lub powodujące jedynie ich wygięcia, należy zlokalizować i nanieść jako punkty na mapę. Lokalizujemy w ten sposób wszystkie dające się przedstawić w skali 1:10 000 garby i niektóre głębsze obniżenia, zwłaszcza z przejawami wód, lub ze stwierdzonymi torfami. Potem konturujemy poszczególne formy (dodatnie i ujemne) liniami zgodnymi z instrukcją.

Przy wykreślaniu rzeźby wewnątrzosuwiskowej na mapie niezbędna jest zwykle pewna generalizacja – pomijanie najdrobniejszych form, a przewiększanie większych, w celu poprawy ich czytelności. Należy też pamiętać, że wewnątrz osuwiska muszą się jeszcze zmieścić symbole oznaczające stopień jego aktywności – trzeba pozostawić na nie miejsce.

4.4.3. **Jęzor osuwiska**

Jęzor osuwiska jest stosunkowo łatwy do rozpoznania (por. 4.3.1.), natomiast wykartowanie jego zasięgu – zwłaszcza dolnego – stanowi niekiedy poważny problem. Dobrze wykształcony jęzor jest formą wypukłą, ograniczoną wyraźnymi skarpami bocznymi i czołem, niekiedy bardzo wyraźnym – skarpy te należy pomierzyć i wykartować, bo choć na mapie w bazie SOPO będą

oznaczone jedną sygnaturą, niezawierającą informacji o wysokości, to w KRO jest odpowiednia rubryka, którą trzeba będzie wypełnić. Dość często boczne granice jęzora są wykorzystywane przez cieki, niekiedy tworzące głębokie doliny wciosowe – zwykle widoczne na mapie. Silnie zdenudowany jęzor jest trudny do odróżnienia od otaczającego terenu – najlepiej subtelna różnica między koluwiami a nienaruszonymi stokami widoczna jest przed okresem wegetacyjnym, potem trzeba zwracać uwagę na zróżnicowanie roślinności. Czasami spod koluwiów wypływa woda, tworząc źródła i różnego rodzaju podmokłości, wyznaczające dolny zasięg jęzora, często prawie niewidocznego w morfologii. W wielu przypadkach jęzory dochodzą do podnóża stoku, czyli najczęściej do doliny potoku, który mogą przesuwać lub zaciskać. Czasami potok eroduje jęzor i wymywa koluwia, co może prowadzić nawet do całkowitego ich zaniku, utrudniającego rozpoznanie osuwiska (por. 4.3.1.).

4.4.4. **Analiza położenia warstw w terenie**

W trakcie badań terenowych należy pamiętać o pomiarze orientacji uławicenia, jeśli tylko to jest możliwe. Określenie położenia warstw jest niezbędne w celu zaklasyfikowania osuwiska pod kątem układu geologicznego. Odsłonięcia skał, gdzie można dokonać pomiaru, najczęściej występują w dnach potoków i rzek, rzadziej w skarpie głównej i powyżej niej. Czasem można wykonać pomiar w cieku płynącym poniżej jęzora osuwiskowego. Pomiary należy wykonać w pewnym oddaleniu od osuwiska, tak by nie były one zaburzone przez ruch masowy. W przypadku silnie zaburzonych stref tektonicznych pomiar uławicenia jest bez znaczenia, ze względu na dużą zmienność jego orientacji. Dodatkowo można pomierzyć położenie warstw w obrębie pakietów w jęzorze, które w powiązaniu z pomiarami spoza osuwiska może być pomocne przy określeniu rodzaju ruchu (brak różnicy przemawia za zsuwem translacyjnym, wzrost upadów w stronę skarpy głównej – za zsuwem rotacyjnym).

4.4.5. **Wypełnianie SKRO, szkice małych osuwisk**

W trakcie prac terenowych – oprócz nanoszenia osuwiska na podkład topograficzny – należy wypełnić skróconą kartę rejestracyjną osuwiska (SKRO). Została ona opracowana na podstawie *Instrukcji opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych w skali 1:10 000* (Grabowski i in., 2008) w oparciu o przedstawiony w niej klucz do wypełniania Karty Rejestracyjnej Osuwiska w bazie SOPO. SKRO stanowi tabelaryczny zbiór wszystkich tych pomierzonych parametrów osuwiska oraz innych obserwacji geologicznych, które bezwzględnie należy wykonać bezpośrednio w trakcie prac terenowych, o ile tylko jest to możliwe. Jej głównym zadaniem jest zwiększenie efektywności wykonywanych prac terenowych oraz ułatwienie archiwizacji zebranych danych.

W opracowaniu przedstawiono dwie wersje SKRO. Pierwsza z nich została wzbogacona o definicje pojęć w brzmieniu zgodnym z Instrukcją SOPO (Grabowski i in. 2008). Druga wersja (nie posiadająca definicji) znajduje się wyłącznie na płycie dołączonej do opracowania.

Przed wyjazdem w teren należy przygotować odpowiedni zapas SKRO w postaci kserokopii lub wydruków laserowych. SKRO należy wypełniać przez wpisanie odpowiednich wartości liczbowych parametrów morfometrycznych osuwiska, opis słowny lub zaznaczenie pola wyboru. Dwa rodzaje pól wyboru odnoszą się do dwóch różnych sposobów wyboru. Kwadraty oznaczają wybór tylko jednej z wielu możliwości, natomiast koła pozwalają na wybór wielokrotny. Na odwrocie SKRO można wykonać szkic osuwiska niezbędny w przypadku osuwisk o powierzchni poniżej 1 ha, które zagrażają infrastrukturze.

4.4.6. **Dokumentacja fotograficzna**

Każde osuwisko powinno posiadać dokumentację fotograficzną. Należy pamiętać o ogólnych zasadach obowiązujących przy dokumentowaniu wszelkich odsłonięć, a zwłaszcza o jakiejś skali porównawczej na zdjęciu (tu: zwykle człowiek). Osuwiska są trudne do fotografowania, zwłaszcza te zalesione i w okresie wegetacyjnym, a więc trzeba starannie wybrać miejsce, z którego zdjęcie będzie wykonane oraz o ile to możliwe wybrać właściwy kierunek oświetlenia, który podkreśli morfologię terenu. Z reguły bardziej plastyczne są zdjęcia osuwisk wykonywane z boku, pod lekkim skosem w górę (z widokiem na skarpę główną), niż widoki „od przodu” lub „od tyłu” – wyjątkiem są duże osuwiska dobrze widoczne z przeciwstoku.

Bardzo ważne jest fotograficzne dokumentowanie zniszczeń, uszkodzeń lub zagrożeń wywołanych przez dane osuwisko – w bazie SOPO umieszcza się jedno, rzadko dwa zdjęcia i pierwszeństwo mają zdjęcia z widocznymi zniszczeniami

Problemem staje się w pewnym momencie identyfikacja dużej ilości zdjęć osuwisk – ważne jest, aby w SKRO znalazł się nie tylko numer zdjęcia, ale również data jego wykonania, oraz informacja, z którego (czyjego) aparatu było robione.

4.5. CODZIENNA ARCHIWIZACJA ZEBRANYCH DANYCH

Po przyjściu z terenu wskazane jest uporządkowanie zebranych w danym dniu informacji. Niektóre z czynności można wykonać nieco później, np. w czasie deszczu, ale bezwzględnie codziennie należy przenieść wykartowane osuwiska na podkład zbiorczy – głównie ze względu na bezpieczeństwo danych w wypadku zaginięcia lub zniszczenia podkładu terenowego, oraz przekopiować zdjęcia z karty aparatu na jakikolwiek drugi nośnik.

SKRÓCONA KARTA REJESTRACYJNA OSUWISKA

PROJEKT I WYKONANIE (na podstawie KRO/SOPO): MICHAŁ ŚMIGIELSKI

18. WYKONAWCA:

1 NUMER TERENOWY: | ROBOCZY: | EWIDENCYJNY:

2.7 WSPÓŁRZĘDNE: X ☐☐☐☐☐☐ Y ☐☐☐☐☐☐

2.2 GMINA:

21. DATA: *dd mm rr* ☐☐ ☐☐ ☐☐

3.1 SYTUACJA GEOMORFOLOGICZNA:
położenie osuwiska w stosunku do większych form terenu

- ☐ **LEJ ŹRÓDŁOWY**
- ☐ **STOK:** Górny / Dolny / Środkowy / Cały
- ☐ **SKARPA PRZYKORYTOWA**
- ☐ **ZBOCZE ZBIORNIKA WODNEGO NATURALNEGO**
- ☐ **ZBOCZE ZBIORNIKA WODNEGO SZTUCZNEGO**
- ☐ **SKARPA WYKOPU:** Drogowego / Kolejowego / Budowlanego
- ☐ **SKARPA NASYPU:** Drogowego / Kolejowego / Budowlanego
- ☐ **SKARPA WYROBISKA ODKRYWKOWEGO**
- ☐ **INNA:**

3.2 UKŁAD GEOLOGICZNY:
klasyfikacja osuwisk ze względu na kierunek przemieszczenia materiału skalnego w stosunku do położenia warstw w podłożu

- ☐ **ASEKWENTNE:** *powstałe ze ścięcia w jednorodnych i niezaburzonych utworach np. iłach, glinach, lessach, piaskach*
- ☐ **KONSEKWENTNE:** *przemieszczenie po powierzchni w przybliżeniu równoległej do powierzchni stoku: k.-zwietrzelinowe (powierzchnia oddzielająca zwietrzelinę od podłoża), k.-strukturalne (powierzchnia uławicenia o kierunku upadu zgodnym z kierunkiem stoku i upadem mniejszym od nachylenia stoku), k.-szczelinowe (powierzchnie spękań, szczelin)*
- ☐ **INSEKWENTNE:** *kierunek ruchu jest zorientowany skośnie do istniejących powierzchni strukturalnych, w szczególnym przypadku kierunek ruchu osuwiska i upadu są zgodne ale kąt upadu jest większy od kąta nachylania stoku*
- ☐ **OBSEKWENTNE:** *powstałe w wyniku przemieszczenia mas skalnych, które zachodzi poprzecznie do biegu warstw, w kierunku przeciwnym do kierunku upadu*
- ☐ **SUBSEKWENTNE:** *powstałe poprzez zsuw mas skalnych wzdłuż czołowych powierzchni ławic, w kierunku zgodnym z ich biegiem*
- ☐ **ZŁOŻONE:** *przemieszczenia mas skalnych na podłożu o różnej konfiguracji układu warstw, zwłaszcza w obszarach o skomplikowanej tektonice i zmiennym ułożeniu warstw, związanych np. z uskokami,strefami nasunięć, fałdów itp.*

3.3 RODZAJ MATERIAŁU:
z którego rozwinęło się osuwisko

- ☐ **ZIEMNE:** *w skałach nieskonsolidowanych, gdzie dominują utwory drobnoziarniste (piasek, pył, ił); osady Q, iły neogeńskie, utwory antrop.*
- ☐ **ZWIETRZELINOWE:** *w utworach nieskonsolidowanych z wietrzenia skał lub rozwinięte wzdłuż ich kontaktu ze skałą.*
- ☐ **SKALNE:** *w obrębie skał zwięzłych, niewielki udział zwietrzeliny*
- ☐ **SKALNO-ZWIETRZELINOWE :** *obejmujące skały zwięzłych oraz zwietrzelinę w podobnym udziale procentowym*
- ☐ **MIESZANE:** *rozwinięte w różnych rodzajach podłoża, obejmujące skały i nasypy antropogeniczne*

3.4 RODZAJ RUCHU:
patrz podział ruchów masowych na podstawie klasyfikacji Varnesa (Dikau i in. 1996 - zmodyfikowany), instrukcja str. 77

- ☐ **OBRYW:** *oderwanie utworów i przemieszczenie w wyniku spadku swobodnego, spadające fragmenty mogą się odbijać*
- ☐ **ZSUW:** *dopuszcza się użycie określenia zsuw, gdy nie można rozróżnić pomiędzy zsuwem translacyjnym a rotacyjnym*
- ☐ **ZSUW TRANSLACYJNY:** *przemieszczenie utworów bez znaczącej składowej ruchu obrotowego*
- ☐ **ZSUW ROTACYJNY:** *przemieszczenie utworów ze znaczącą składową ruchu obrotowego*
- ☐ **SPŁYWANIE:** *całkowita zmiana pierwotnej struktury poprzez rozerwanie i upłynnienie, ze względu na nasycenie wodą*
- ☐ **SPEŁZYWANIE:** *powolne przemieszczanie się utworów w dół stoku polegające na deformacji plastycznej*
- ☐ **ZŁOŻONY-ZMIENNY:** *dwa typy ruchów występujące w ramach tego samego przemieszczenia*

3.5 STOPIEŃ AKTYWNOŚCI:

- ○ **AKTYWNE:** *będące w ciągłym ruchu lub którego objawy aktywności występowały w trakcie prowadzenia rejestracji lub w ciągu ostatnich 5 lat*
- ○ **OKRESOWO AKTYWNE:** *objawy aktywności występowały w nieregularnych odstępach czasu w ciągu ostatnich 50 lat*
- ○ **NIEAKTYWNE:** *ustabilizowane - nie obserwowano i nie udokumentowano przejawów aktywności w ciągu ostatnich 50 lat*

3.6 **KRÓTKI OPIS SŁOWNY:**
zwięzły opis osuwiska, uwzględniający udział obszaru aktywnego w stosunku do powierzchni całego osuwiska
8. Wiek i geneza osuwiska; 10.11 Ocena możliwości wystąpienia dalszych ruchów osuwiskowych

16. **ZDJĘCIA:**

wykonał:

4.1 **POWIERZCHNIA:**
szacunkowa [ha].

4.9 **WYSOKOŚĆ SK. GŁÓWNEJ:**
maksymalna

4.4-5 **WYSOKOŚĆ:**
MAX / MIN [m n.p.m.]

4.10 **NACHYLENIE SK. GŁÓWNEJ:**
w miejscu max. wysokości skarpy

4.11 **SZCZELINY POWYŻEJ SKARPY GŁÓWNEJ:**
liczba, długość, szerokość ułożenie względem skarpy głównej

4.12 **SKARPY WTÓRNE:**
liczba, wysokość, położenie w obrębie osuwiska

4.13 **WYSOKOŚĆ CZOŁA:**
maksymalna

4.16 **MIĄŻSZOŚĆ KOLUWIUM:**
mierzona lub szacunkowa, (<, >)

4.17 TYP STOKU:
klasyfikacja stoków ze względu na profil podłużny:

- ☐ **WYPUKŁY**
- ☐ **WKLĘSŁY**
- ☐ **WYPUKŁO-WKLĘSŁY**
- ☐ **PROSTY:** *jednostajnie nachylony*
- ☐ **INNY:**

5.3 **WARSTWY:**
pomiar albo oszacowanie w podłożu i dla pakietów w osuwisku:

5.4 TEKTONIKA:
ogólne uwarunkowania tektoniczne w podłożu:

- ○ **NASUNIĘCIE**
- ○ **STREFA PRZYUSKOKOWA**
- ○ **ZABURZENIA FAŁDOWE**
- ○ **STRUKTURY GLACITEKT.**
- ○ **INNE / BRAK:**

6. MATERIAŁ KOLUWIALNY:

- ○ **DETRYTYCZNY:** *(okruchowy) złożony z rozdrobnionych skał/gruntów; brekcja koluwialna / osuwiskowa*
- ○ **PAKIETOWY:** *złożony z pakietów różnych skał/gruntów*
- ○ **DETRYTYCZNO-BLOKOWY:** *materiał detrytyczny wymieszany z głazami, blokami i pakietami skalnymi*
- ○ **BLOKI (GŁAZY):** *materiał złożony głównie z bloków i głazów skał zwięzłych*
- ○ **GLINY lub ILY:** *materiał pylasto-ilasty*
- ○ **GLINY z RUMOSZEM:** *materiał pylasto-piaszczysty z okruchami innych skał*
- ○ **LESSY i GLINY LESSOPODOBNE:** *materiał pylasty*
- ○ **ANTROPOGENICZNE:** *grunty nasypowe z produktów działalności gospodarczej lub przemysłowej człowieka*

7. PRZEJAWY WÓD POWIERZCHNIOWYCH I GRUNTOWYCH:

	PODMOKŁOŚCI	*MŁAKI*	*WYSIĘKI*	*ŹRÓDŁA*	*ZBIORNIK*	*CIEK*
KOLUWIUM:	○	○	○	○	○	○
SKARPA I STOK POWYŻEJ:	○	○	○	○	○	○
STOK PONIŻEJ OSUWISKA:	○	○	○	○	○	○
STOK PO BOKACH:	○	○	○	○	○	○

PODMOKŁOŚĆ: wypływ obszarowy nasycający utwory powierzchniowe, przez utrudniony odpływ powodujący zabagnienie
MŁAKA: powierzchniowy wypływ wody gruntowej, zatorfiony i zabagniony, dający odpływ
WYSIĘK: miejsce nieskoncentrowanego wypływu wód podziemnych

8. UŻYTKOWANIE TERENU W OBRĘBIE OSUWISKA:

- ○ **LASY**
- ○ **ZAROŚLA**
- ○ **ŁĄKI I PASTWISKA**
- ○ **GRUNTY ORNE**
- ○ **SADY**
- ○ **NIEUŻYTKI**
- ○ **MIESZKALNA**
- ○ **GOSPODARCZA**
- ○ **PRZEMYSŁ./USŁUG.**
- ○ **UŻYTECZ. PUBL.**
- ○ **ZABYTKOWA/SAKRALNA**
- ○ **DROGI**
- ○ **LINIE KOLEJOWE**
- ○ **ENERGETYCZNE**
- ○ **TELEFONICZNE**
- ○ **WODOCIĄGI**
- ○ **KANALIZACJA**
- ○ **GAZOCIĄGI**
- ○ **INNE:**
- ○ **INNE:**

10. POWSTAŁE SZKODY *opis i liczba obiektów*

- ○ **UPRAWY:**
- ○ **ZABUDOWA:**
- ○ **INFRASTRUKTURA:**
- ○ **LINIE PRZESYŁOWE:**
- ○ **INNE:**

10. ZAGROŻENIA *opis i liczba obiektów*

- ○ **UPRAWY:**
- ○ **ZABUDOWA:**
- ○ **INFRASTRUKTURA:**
- ○ **LINIE PRZESYŁOWE:**
- ○ **INNE:**

DEFINICJE ZA D.GRABOWSKI I IN. 2008 (INSTRUKCJA SOPO)

Fig. 50. Skrócona karta rejestracyjna osuwiska (SKRO).

4.5.1. **Przerysowywanie osuwisk na podkład zbiorczy**

Wykartowane osuwiska należy przerysowywać z terenowych podkładów A3 (A4) na zapasowe, całe arkusze podkładu topograficznego, zgodne z cięciem arkuszowym map w skali 1:10 000 w układzie 1992. W trakcie tej czynności należy porównać przerysowywane na mapę osuwisko z kartą SKRO (wysokości skarp, stopień aktywności, występowanie podmokłości, zagrożone obiekty). Już na tym etapie należy dbać o zgranie styków poszczególnych arkuszy.

4.5.2. **Archiwizacja zdjęć**

Co kilka dni wskazane jest zrobienie porządku w zdjęciach – najwygodniej jest założyć osobny katalog ze skopiowanymi zdjęciami i sukcesywnie – opierając się na informacjach z kart SKRO – zmieniać nazwy zdjęć z numerów nadawanych przez aparat na nazwy zawierające numery osuwisk z dodanym numerem kolejnym zdjęcia w tym osuwisku. W dalszej kolejności katalog należy podzielić na podkatalogi odpowiadające poszczególnym arkuszom podkładu topograficznego.

4.5.3. **Punkty GPS**

Co pewien czas należy również skopiować punkty z pamięci odbiornika GPS na dysk np. laptopa z osadzonym podkładem topograficznym. Nie tylko zabezpieczy to posiadane dane na wypadek zagubienia GPS, ale także umożliwi łatwą i pewną lokalizację poszczególnych punktów na mapie, co może być bardzo pomocne przy przenoszeniu osuwisk na podkład zbiorczy (por. 4.5.1) z podkładów terenowych, na których punkty odczytane z GPS były lokalizowane ręcznie za pomocą linijki – co zawsze stwarza możliwości pomyłek. Pomoże także uniknąć pomyłek w identyfikacji punktów, wynikających z różnej ich numeracji w kilku odbiornikach GPS używanych przez kilka jednocześnie pracujących zespołów.

Przy zapisywaniu punktów GPS pojawia się problem przypisania konkretnego punktu (numeru) do konkretnego osuwiska (numeru). Teoretycznie najlepiej jest od razu w odbiorniku GPS, w momencie zapisywania „waypointa”, nadawać mu nazwę w postaci numeru osuwiska z dodatkowym numerkiem oznaczającym kolejny punkt w danym osuwisku. Jest to jednak procedura czasochłonna, gdyż wprowadzanie danych kursorem na niezbyt przejrzystej wirtualnej klawiaturce GPS jest dość pracochłonne. Można więc spisywać numery „waypointów” nadawane kolejno przez GPS i przypisywać je do konkretnego osuwiska (np. na karcie SKRO), a numerację zmieniać już po przerzuceniu danych z GPS na „normalny” komputer.

5. PRZYGOTOWANIE DANYCH DO WPROWADZENIA DO BAZY

5.1 ARKUSZ DO OBLICZANIA PARAMETRÓW MORFOMETRYCZNYCH OSUWISKA

Poprawne wypełnienie KRO w bazie SOPO wymaga podania całego szeregu morfometrycznych parametrów osuwiska (Grabowski i in. 2008). Próbę pomiaru tych parametrów można podjąć podczas prac terenowych jednakże znacząco obniża to efektywność kartowania i ze względu na pokrycie szatą roślinną nie zawsze jest możliwe. Rozwiązaniem alternatywnym jest obliczenie wartości większości parametrów morfometrycznych w oparciu o skartowany kształt osuwiska oraz kilka podstawowych pomiarów wykonanych w terenie. W niniejszym opracowaniu zaproponowano zestaw tych parametrów, które można obliczyć podczas prac kameralnych W celu obliczenia wartości tych parametrów należy posłużyć się dołączonym na płycie arkuszem kalkulacyjnym programu Excel parametry.xls.

Danymi wejściowymi dla arkusza są przede wszystkim maksymalna wysokość skarpy głównej osuwiska h_{sg} [m] i kąt nachylenia skarpy głównej α_{sg} w miejscu pomiaru wysokości. Wartość tych parametrów należy bezwzględnie wyznaczyć podczas prac terenowych. Drugą grupą danych wejściowych jest położenie X, Y i wysokość n.p.m. czterech punktów: 1) najwyższego punktu w obrębie osuwiska H_{max}, 2) najniższego punktu w obrębie osuwiska H_{min}, 3) górnego załamania stoku (grzbietu) ponad osuwiskiem w jego osi, 4) dolnego załamania stoku (dna doliny) poniżej osuwiska w jego osi. Położenie X, Y należy podać w metrach wykorzystując siatkę współrzędnych układu 92 z podkładu topograficznego (najlepiej po uprzednim zeskanowaniu i zarejestrowaniu podkładu topograficznego z naniesionymi osuwiskami wykorzystując proces dygitalizacji). W przypadku większości osuwisk wystarczą 4 ostatnie cyfry znaczące położenia dla każdego z punktów. Jednakże, gdy opisane punkty znajdują się po różnych stronach linii siatki oznaczonej 10 000 albo 100 000 należy zwiększyć ilość cyfr znaczących do odpowiednio 5 i 6. Wysokość bezwzględną (n.p.m.) wymienionych punktów należy odczytać z mapy ewentualnie w terenie korzystając z odbiornika GPS.

Efektem działania arkusza jest obliczenie wszystkich pozostałych parametrów morfometrycznych osuwiska z wyłączeniem wysokości czoła koluwium i jego miąższości. Dodatkowo w celu uzyskania szacunkowej powierzchni osuwiska S_o [ha] można podać szerokość osuwiska W [m]. **Wszystkie parametry morfometryczne osuwiska są obliczone przy założeniu, że osuwisko ma w przybliżeniu eliptyczny kształt. Oznacza to, że najniższy i najwyższy punkt osuwiska H_{min} i H_{max} znajdują się w osi osuwiska, a jednocześnie punkt H_{max} jest punktem maksymalnej wysokości skarpy głównej** (patrz ryciny w arkuszu). W przypadku osuwisk niespełniających tego warunku parametry morfometryczne należy zmierzyć w terenie bądź obliczyć z uwzględnieniem specyfiki jego kształtu.

6. LITERATURA

Burtan J., Paul Z., Watycha L., 1976 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Mszana Górna (1033),

Cempura Ł., Dąbrowski R., Wieczorek D. 2009 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi gminy Milówka.

Dąbrowski R., Wieczorek D., Stoiński A. 2010 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi gminy Czchów.

Grabowski D. i in., 2008. Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi. Państwowy Instytut Geologiczny.

Grzybowski K., Grabowski D., Majewska A., 2002 – Problemy map morfostrukturalnych Beskidów Zachodnich. Geologia i geomorfologia gór i wyżyn w Polsce. Prace Inst. Geografii AŚ w Kielcach, str. 109–137.

Klimaszewski M. 2002. Geomorfologia. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.

Rubinkiewicz E., Ozimkowski A., Jurewicz E., Klimkiewicz D., Ozimkowski W., Rubinkiewicz J., Śmigielski M., Tomaszczyk M. 2009 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi gminy Mszana Dolna.

Rubinkiewicz J., Konon A., Śmigielski M., Klimkiewicz D., Tomaszczyk M. 2009 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi gminy Niedźwiedź.

Margielewski W. 1998. Landslide phases in the Polish Outer Carpathians and their relation to the climatic changes in the Holocene. Quaternary studies in Poland, 15: 37–53.

Margielewski W. 2002. Late Glacial and Holocene climatic changes registered in landslide forms and their deposits in the Polish Flysch Carpathians [in:] Rybar J. et al. (eds.) Landslides: 399–404. A.Balkema publ. Lisse.

Margielewski W. 2003. Mineralogenic horizons in landslide's peat bogs (Polish Flysch Carpathians) and their paleoclimatic implications in the Late Glacial and the Holocene. Geomorphologis Slovaca, 3, 1:56–57.

Margielewski W. 2006. Structural control and types of movements of rock mass in anisotropic rocks: Case studies in the Polish Flysch Carpathians. Geomorphology 77: 47–68.

Mastella L. 1975. Osuwiska konsekwentno-strukturalne na wschodnim Podhalu. Biul. Geol. UW 18:259–270.

Sydow S., Dobrzański P. 2009 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi gminy Iwkowa.

Wojciechowski T., Perski Z., Wójcik A. 2008. Wykorzystanie satelitarnej interferometrii radarowej do badań osuwisk w polskiej części Karpat. Przegl. Geol. 56, 12: 1087–1091.

Wójcik A. 2009 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski – arkusz Wieliczka.