

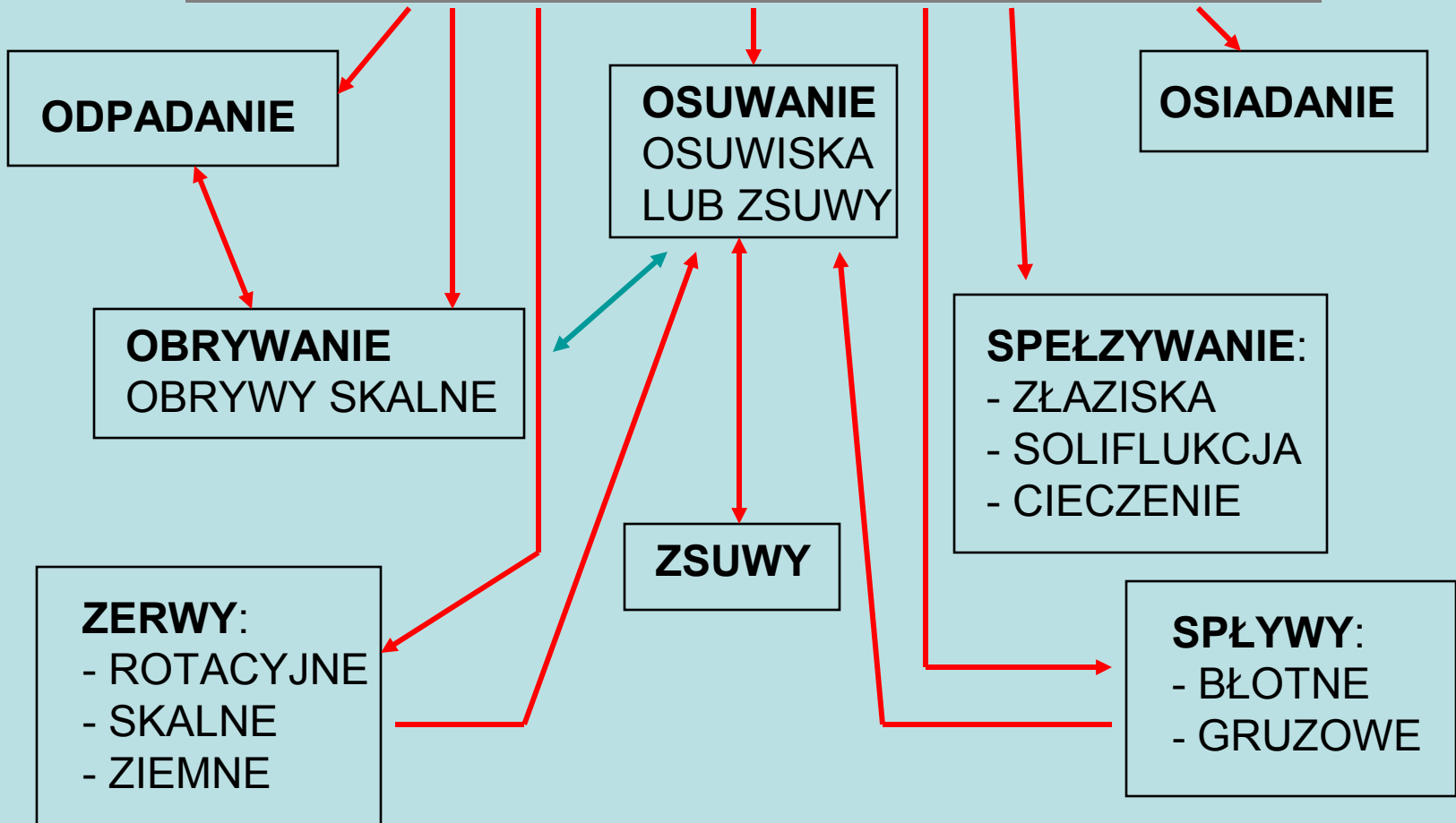
Kartografia geologiczna osuwisk

dr hab. Antoni Wójcik

doc. PiG

prof. UŚ

RUCHY GRAWITACYJNE (POWIERZCHNIOWE RUCHY MASOWE)



Podział ruchów masowych

Przez **ruchy masowe ziemi** jest przyjmowany zespół ruchów grawitacyjnych, które polegają na przemieszczeniu w dół stoku utworów geologicznych pod wpływem siły ciężkości. W literaturze istnieje kilkadziesiąt podziałów ruchów masowych.

Podział ruchów masowych na podstawie klasyfikacji D. J. Varnesa (R. Dikau i in., 1996) – zmodyfikowany

Material	Skąły zwięzłe	Utwory (grunty) grubookruchowe	Utwory (grunty) drobnoziarniste
Rodzaj ruchu			
Obrywanie (odpadanie)	Obryw skał	Obryw rumoszu	Obryw ziemny
Osuwanie			
– ruch translacyjny	Zsuw (osuwisko) translacyjny	Zsuw (osuwisko) translacyjny	Zsuw (osuwisko) translacyjny
ruch rotacyjny (ruch obrotowy)	Zsuw (osuwisko) rotacyjny	Zsuw (osuwisko) rotacyjny	Zsuw (osuwisko) rotacyjny
Splywanie	Splyw skalny	Splyw gruzowy (splyw rumoszu)	Splyw błotny (splyw ziemny)
Spelzywanie		Spelzywanie rumoszu	Spelzywanie gruntu (ziemi)
Ruchy złożone*	Złożone – zmienne		
kombinacja dwu lub więcej typów ruchu			

* wg R. Dikau i in. (1996) następuje zmiana charakteru ruchu w dół stoku, ale w obrębie tego samego materiału

Osuwisko - *pojęcia podstawowe*

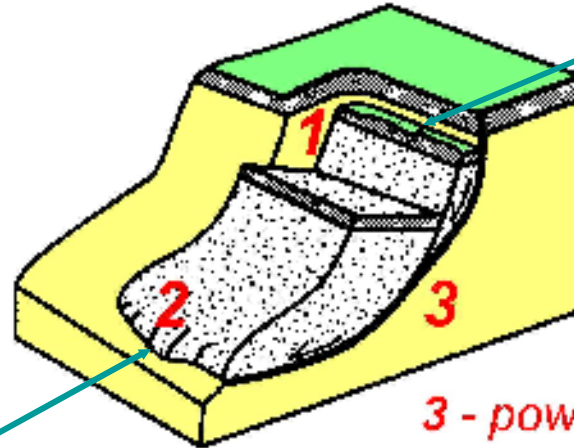
Osuwisko jest formą ruchów grawitacyjnych, powodujących w efekcie osuwania szybkie przemieszczenie mas skalnych zgodnie z siłami grawitacji.

Osuwiska są więc efektem „ruchów masowych”, w wyniku których materiał na zboczach jest przemieszczany z wyższych partii zbocza do niższych. Prędkość przemieszczania jest pojęciem względnym od kilku minut do kilkunastu dni i dłużej.

Osuwanie – przemieszczanie mas skalnych w stosunkowo krótkim czasie w dół stoku, w którym występuje poślizg po jednej lub po kilku oddzielnych powierzchniach ograniczających i określających przemieszczaną masę skalną

ELEMENTY OSUWISKA

MORFOLOGIA OSUWISK



1 - nisza

2 - jęzor

3 - powierzchnia poślizgu

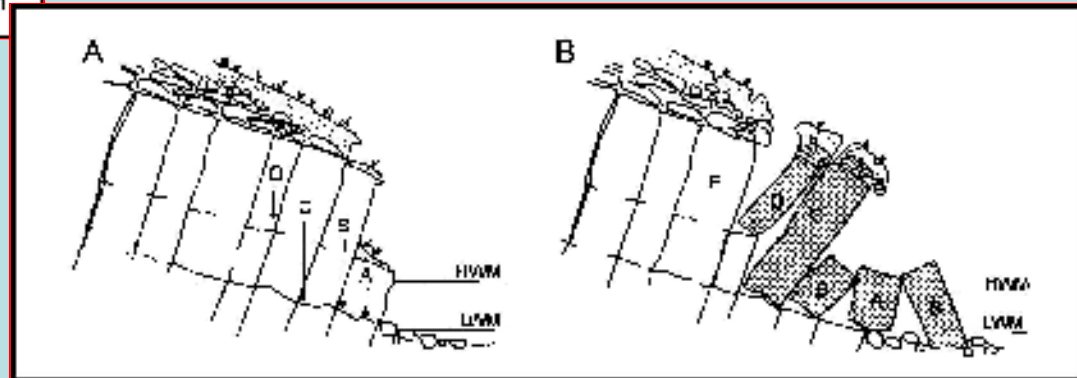
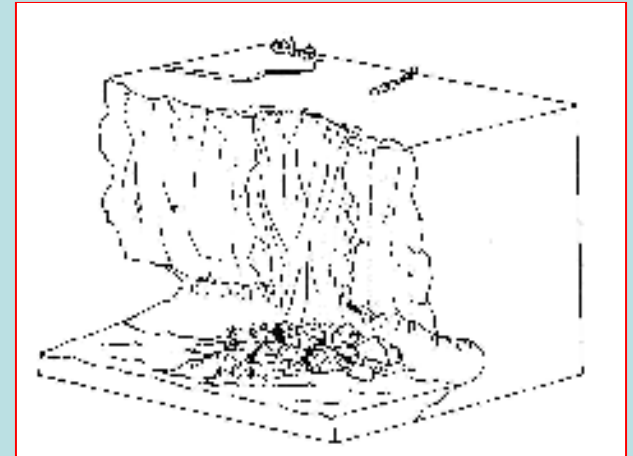
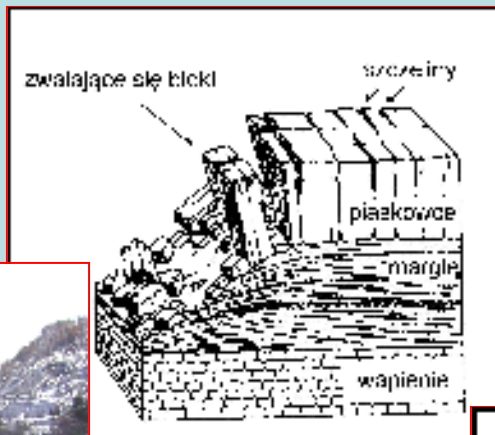


KLASYFIKACJE OSUWISK

wg. R. Dikau i in., 1996

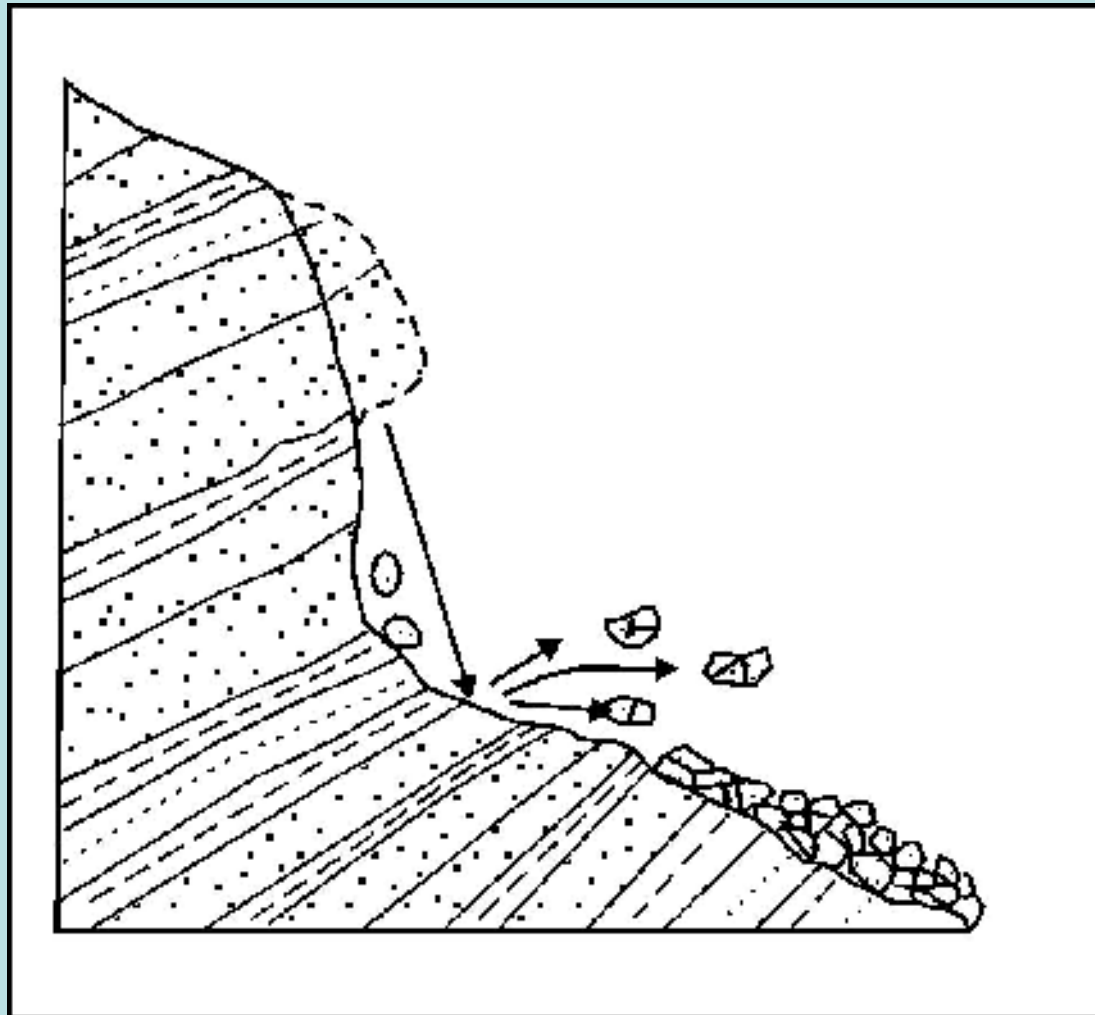
OBRYWY SKALNE (fall) – warunkiem jest występowanie ścian skalnych

ZWALISKA (topple)



OBRYW zob. OBRYWANIE

OBRYWANIE – oderwanie utworów i przemieszczanie w wyniku spadku swobodnego, przy czym spadające elementy mogą odbijać się zanim osiągną stadium spoczynku. Formą powstałą w wyniku procesu obrywania jest → obryw.



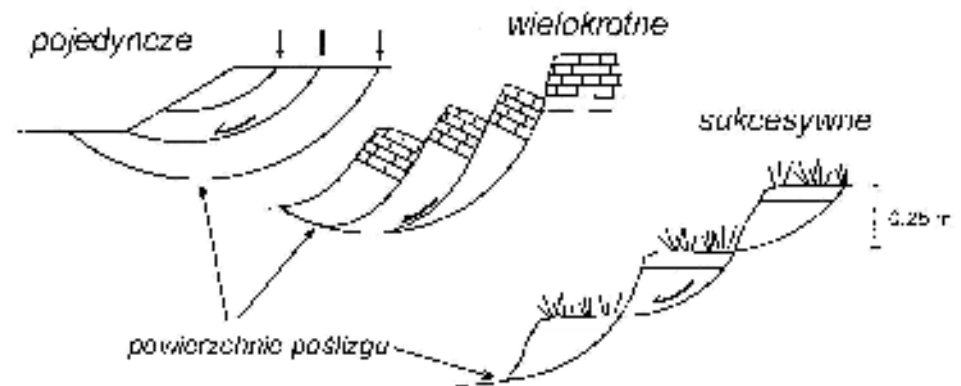
OSUWISKA ROTACYJNE (ZSUWY)



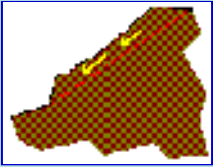
- 1 szczeliny ekstensyjne
- 2 główna ściana niszy
- 3 osunięte bloki
- 4 ściany wtórne
- 5 strefa gliniwa
- 6 szczeliny poprzeczne
- 7 jęzor



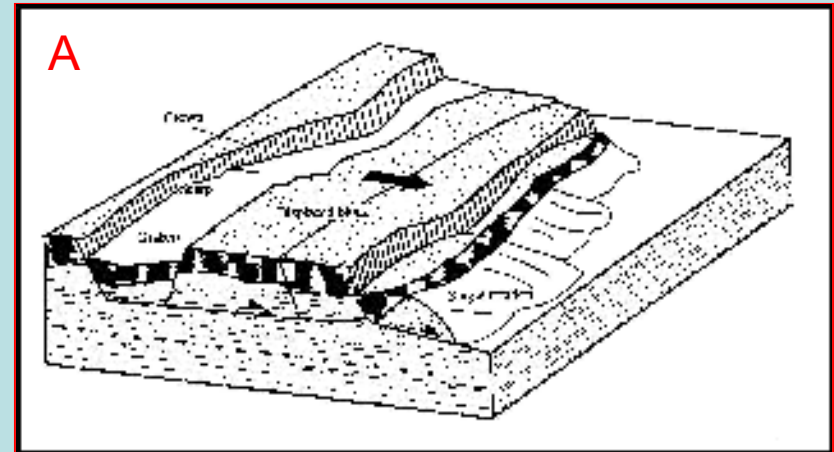
Rodzaje ruchów obrotowych



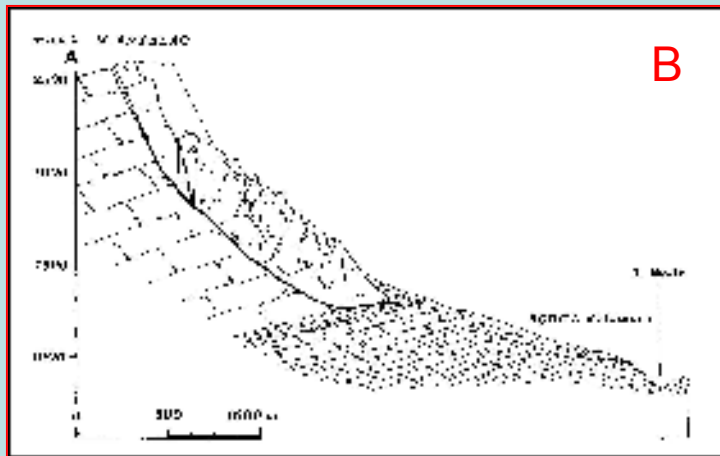
OSUWISKA TRANSLACYJNE



1994– Piemonte (Włochy)



- zsuwy blokowe (A)
- zsuwy skalne - rock slide (B)
- zsuwy rumoszowe - debris slide
- zsuwy mułowe - mudslide



1999– Dolomity (Włochy)



SPŁYWY
GRUZOWE
(debris flow)



1992– Valtellina (Włochy)



1999 - Sorapis (Włochy)

SPŁYWY MUŁOWE
(mudflow)



1998 – Siano (Włochy)



SPŁYWY GLEBOWE
(soil flow)



1998 – Siano (Włochy)



KLASYFIKACJE STATYCZNE

w stosunku do form rzeźby

- osuwiska stokowe (A)
- osuwiska zboczowe
- osuwiska stokowo-zboczowe (B)
- osuwiska w lejach źródłowych (dolinne)
- osuwiska klifowe
- osuwiska podmorskie

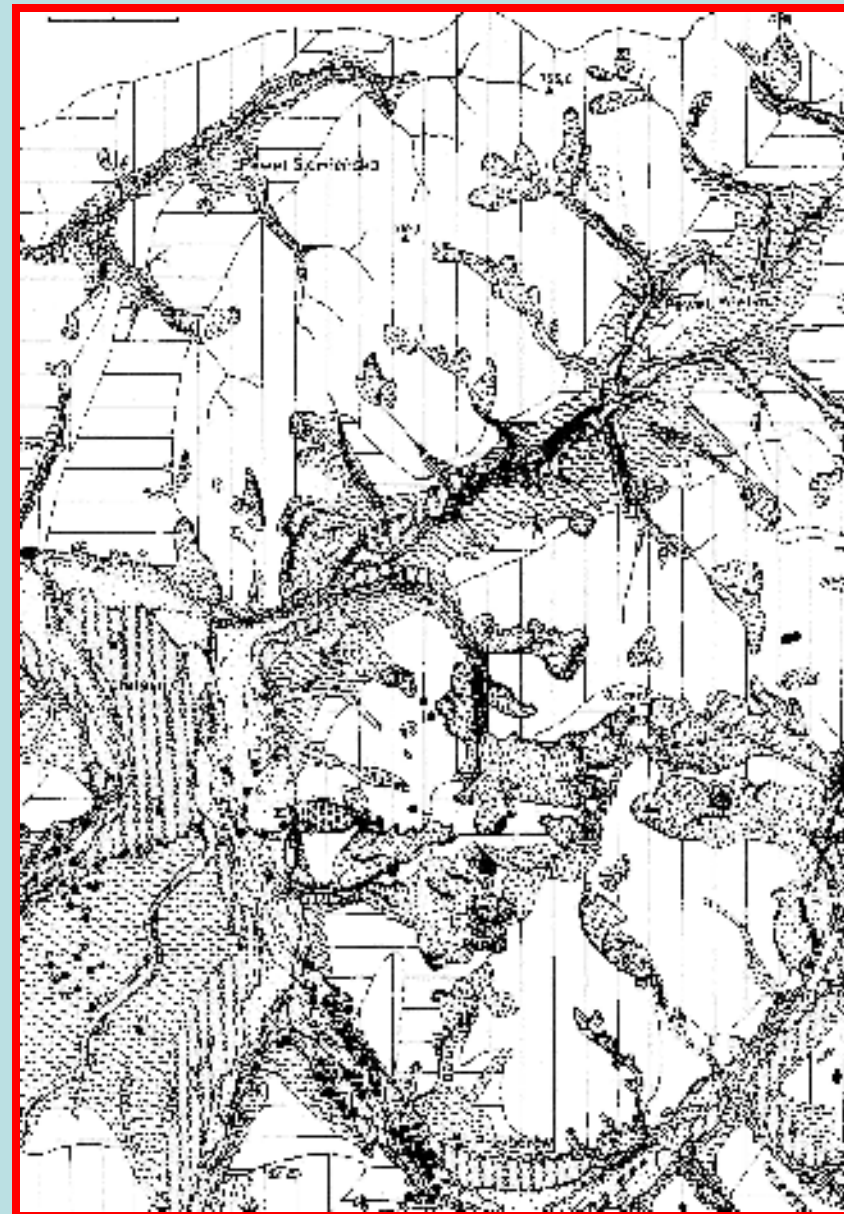
B



KLASYFIKACJE STATYCZNE

Położenie osuwisk w stosunku do większych form
 Position of landslides versus larger forms

Położenie	Powierzchnia osuwisk		Liczba osuwisk	
	w ha	odział w %	liczba	odział w %
Lej żwirowy	1589,61	45,6	111	77,4
Stok	449,16	12,9	68	11,3
Stok zboczny	1292,35	37,3	135	28,4
Złocze	145,43	4,3	161	33,0

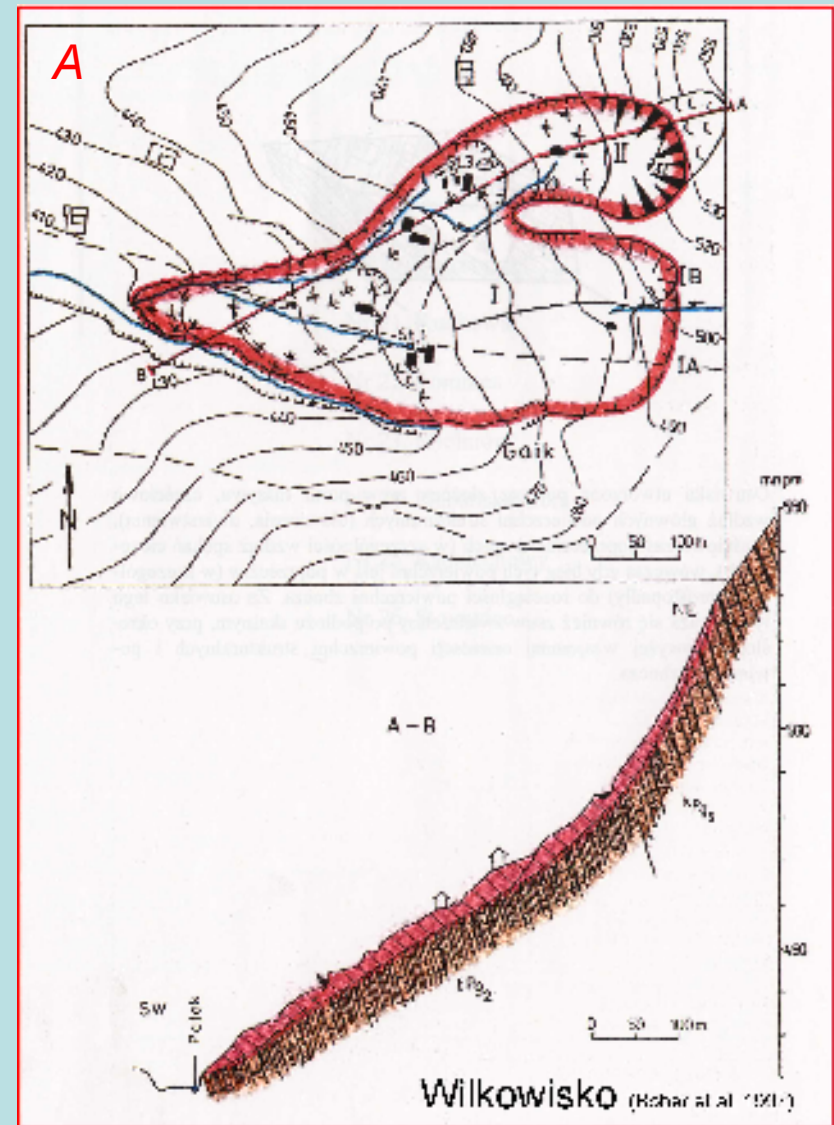
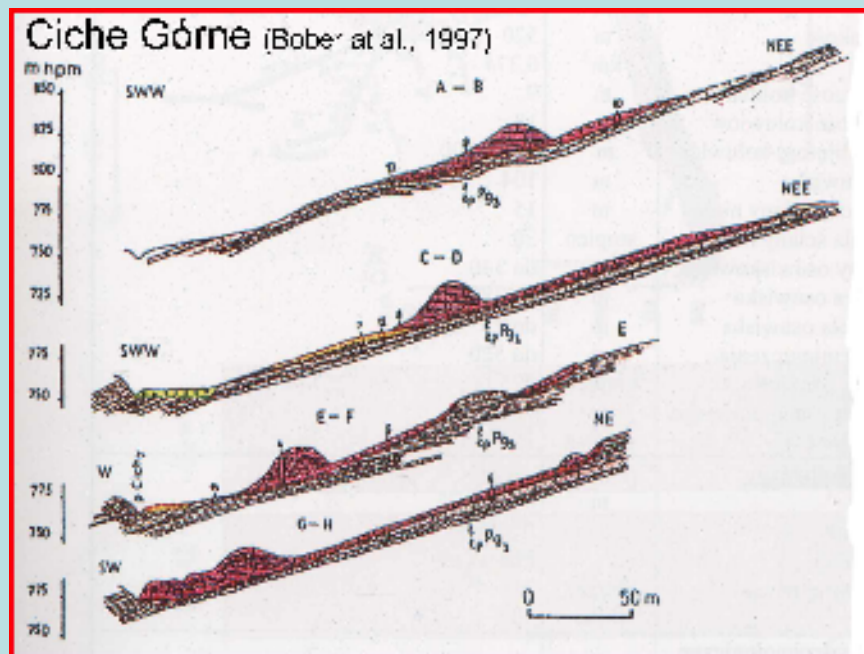


KLASYFIKACJE STATYCZNE

ze względu od kierunku rozwoju

- osuwiska delapsyjne (A)
- osuwiska detruzyjne (B)

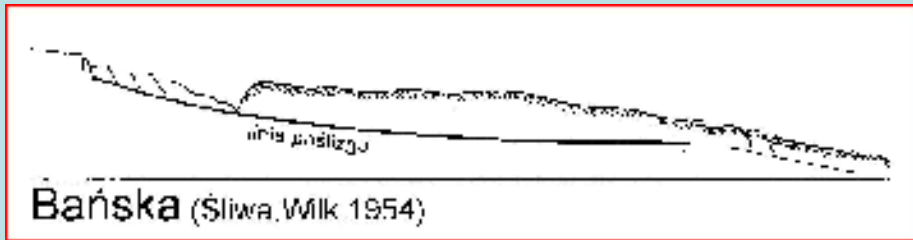
B



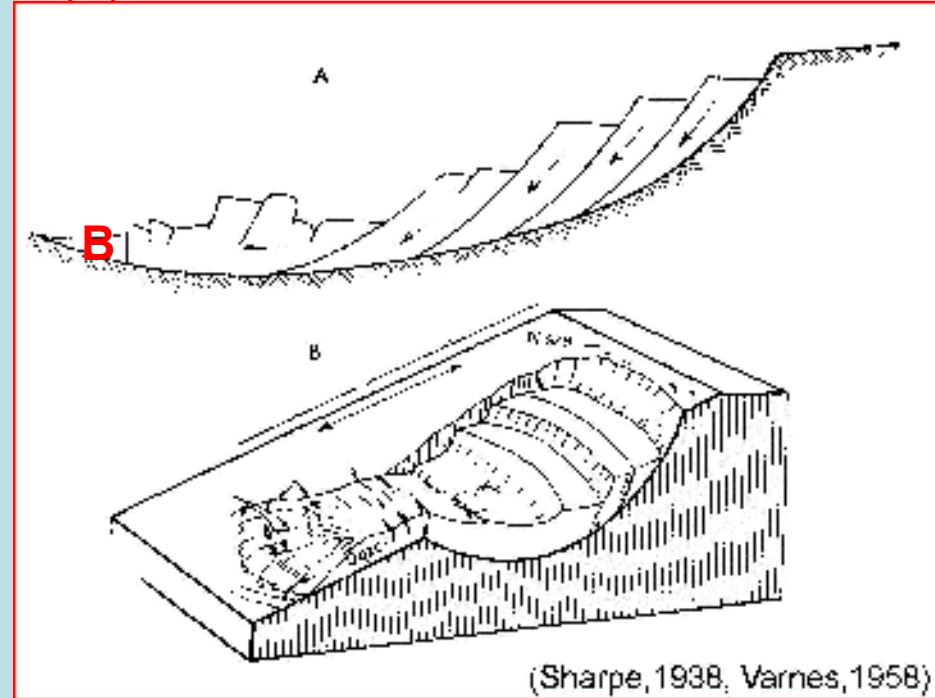
KLASYFIKACJE STATYCZNE

ze względu na sposób przemieszczania materiału

- osuwiska ślizgowe (zsuwy) – translacyjne -(A)
- osuwiska obrotowe – rotacyjne -(B)
- osuwiska obrotowo-ślizgowe



A



OSUWISKO TRANSLACYJNE, ZSUW TRANSLACYJNY – osuwisko powstałe w wyniku przemieszczania utworów w dół stoku, po powierzchni będącej nachyloną płaszczyzną.

OSUWISKO ROTACYJNE, ZSUW ROTACYJNY – osuwisko powstałe w wyniku przemieszczania utworów w dół stoku po powierzchni cylindrycznej, przy czym zsuwające się masy skalne ulegają obrotowi (rotacji).

KLASYFIKACJE STATYCZNE

ze względu na budowę materiału i stopień rozkruszenia materiału

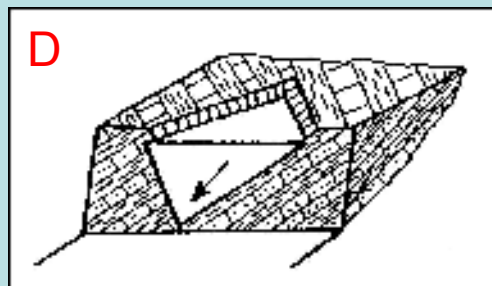
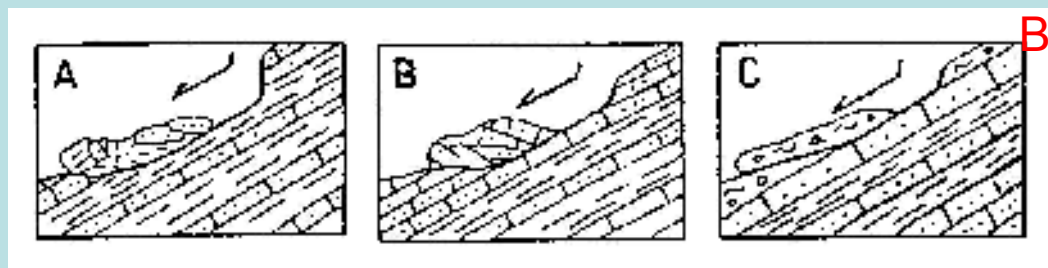
- osuwiska zwietrzelinowe (A)
- osuwiska skalne
- osuwiska skalno-zwietrzelinowe
- osuwiska zwarte
- osuwiska detrytyczne (B)



KLASYFIKACJE STATYCZNE

ze względu na stosunek do ułożenia warstw skalnych

- osuwiska asekwentne (A)
- osuwiska konsekwentne (B)
- osuwiska insekwentne (C)
- osuwiska subsekwentne (D)
- osuwiska złożone (E)



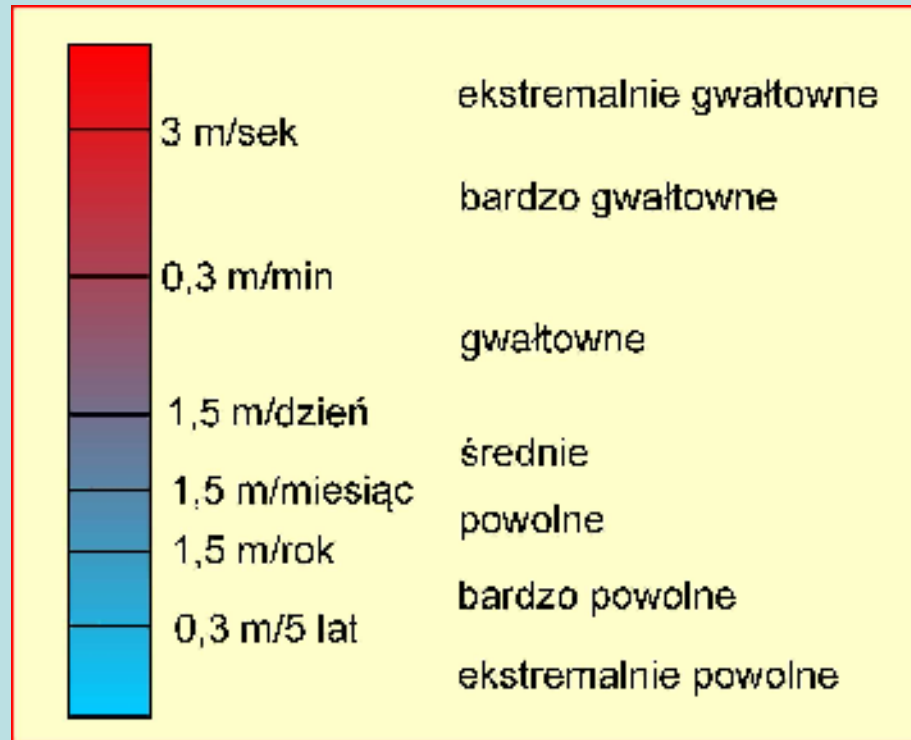
KLASYFIKACJE DYNAMICZNE

uwzględniające:

częstotliwość ruchów

- osuwiska stabilne
- osuwiska periodyczne
- osuwiska chroniczne

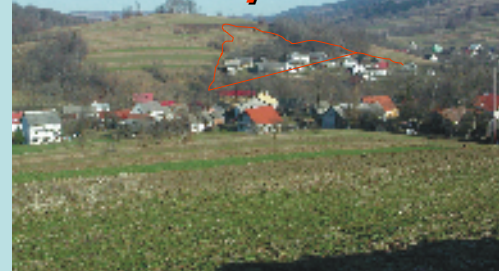
szybkość ruchu



- **AKTYWNOŚĆ OSUWISKA** – zachowanie się mas skalnych określone w czasie. Ze względu na aktywność, osuwiska dzieli się na: aktywne ciągle, aktywne okresowo i nieaktywne.
- **OSUWISKO AKTYWNE OKRESOWO** – osuwisko, w obrębie którego objawy aktywności występowały w nieregularnych odstępach czasu, w ciągu ostatnich 50 lat.
- **OSUWISKO AKTYWNE CIĄGLE** – osuwisko będące w ciągłym ruchu lub którego objawy aktywności występowały w trakcie prowadzenia rejestracji albo w ciągu co najmniej ostatnich 5 lat.
- **OSUWISKO NIEAKTYWNE, OSUWISKO USTABILIZOWANE** – osuwisko, w obrębie którego nie obserwowano i nie udokumentowano objawów aktywności w ciągu co najmniej ostatnich 50 lat.

Zniszczenia wywołane osuwiskami

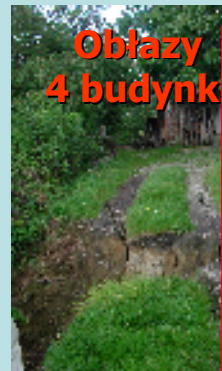
**Jachówka – Strączkówka
8 budynków**



**Lachowice
12 budynków**



**Oblazy
4 budynki**



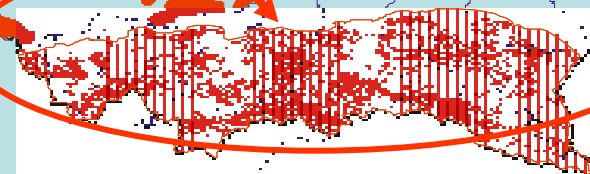
**Falkowa
4 budynki**



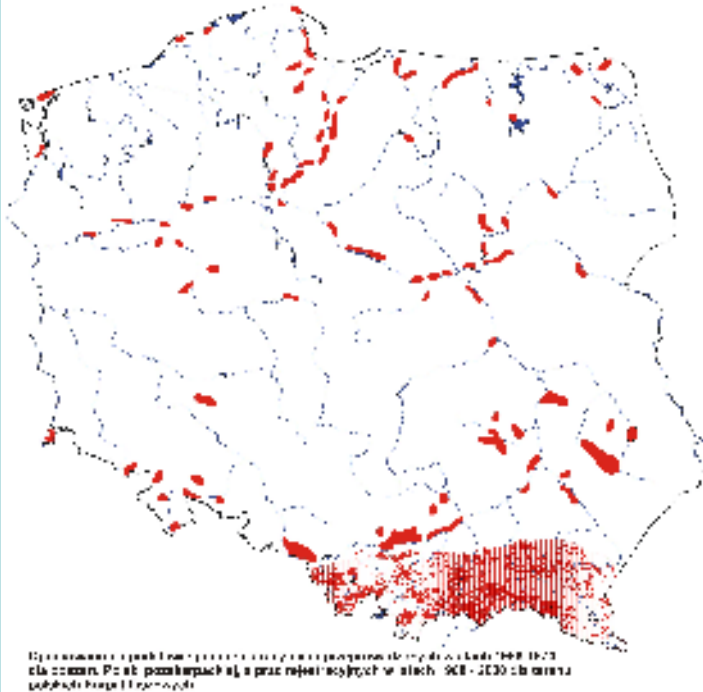
**98 % wszystkich osuwisk w Polsce a
za
jak i infrastruktury użyteczności publicznej**

**Dotychczasowe straty wywołane osuwiskami
liczone są w setkach milionów złotych**

... i setki innych osuwisk

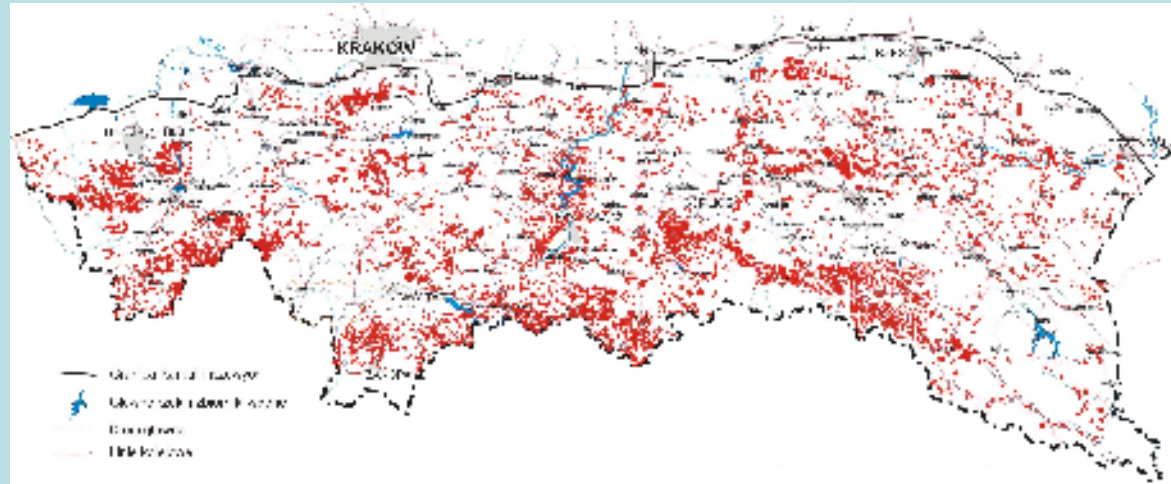


Rozmieszczenie obszarów na których występują zagrożenia związane z procesami grawitacyjnymi na obszarze Polski



Na terenie Polski występuje ponad 25 000 osuwisk

Polskie Karpaty fliszowe



Na 6 % powierzchni POLSKI występuje >95% osuwisk

1 osuwisko/10 km toru kolejowego
1 osuwisko/5 km drogi



- ✓ **Liczebny wzrost zagrożeń związanych z osuwiskami związany jest z faktem zabudowy stoków osuwiskowych o różnym typie ruchu**
- ✓ **Budowa zabudowań mieszkalnych na obszarze osuwisk „chronicznych” – nieaktywnych - ale mogących zmienić charakter ruchu w „sprzyjających warunkach atmosferycznych” ...**
- ✓ **Budowa infrastruktury komunikacyjnej na obszarach osuwiskowych (1 osuwisko/10 km toru kolejowego, 1 osuwisko/5 km drogi jezdnej)**
- ✓ **Większość osuwisk która odnowiła się w ostatnich latach – to jedynie niewielkie fragmenty starych osuwisk istniejących na stokach karpackich od PÓŹNEGO GLACJAŁU i WCZESNEGO HOLOCENU ...**
- ✓ **Od lat istniejące osuwiska (corocznie niszczące całą infrastrukturę na stoku) nie są zabezpieczane – bo brak na to finansów**



Gospodarcze znaczenie osuwisk

Osuwiska występujące w różnych częściach Ziemi powodują straty, które można pogrupować w następujący sposób:

✓ Straty ekonomiczne

- coroczne straty w Stanach Zjednoczonych wynoszą około 1 mld \$ i kosztują życie 25-50 osób
- w Polsce łączny koszt strat powodowanych osuwiskami w latach 2000-2001 przekracza 200 mln złotych, w tym zniszczenia w infrastrukturze 86 mln złotych

✓ Straty funkcjonalne

- związane z zaburzeniami gospodarki na danym obszarze np. zamknięcie drogi Piwniczna - Muszyna

✓ Aspekt społeczne

- straty społeczne są niemierzalne, w 1997 – 1 osoba zginęła bezpośrednio przysypana, ale było też kilka śmiertelnych zawałów



OSUWISKA JAKO ZJAWISKA KATASTROFALNE

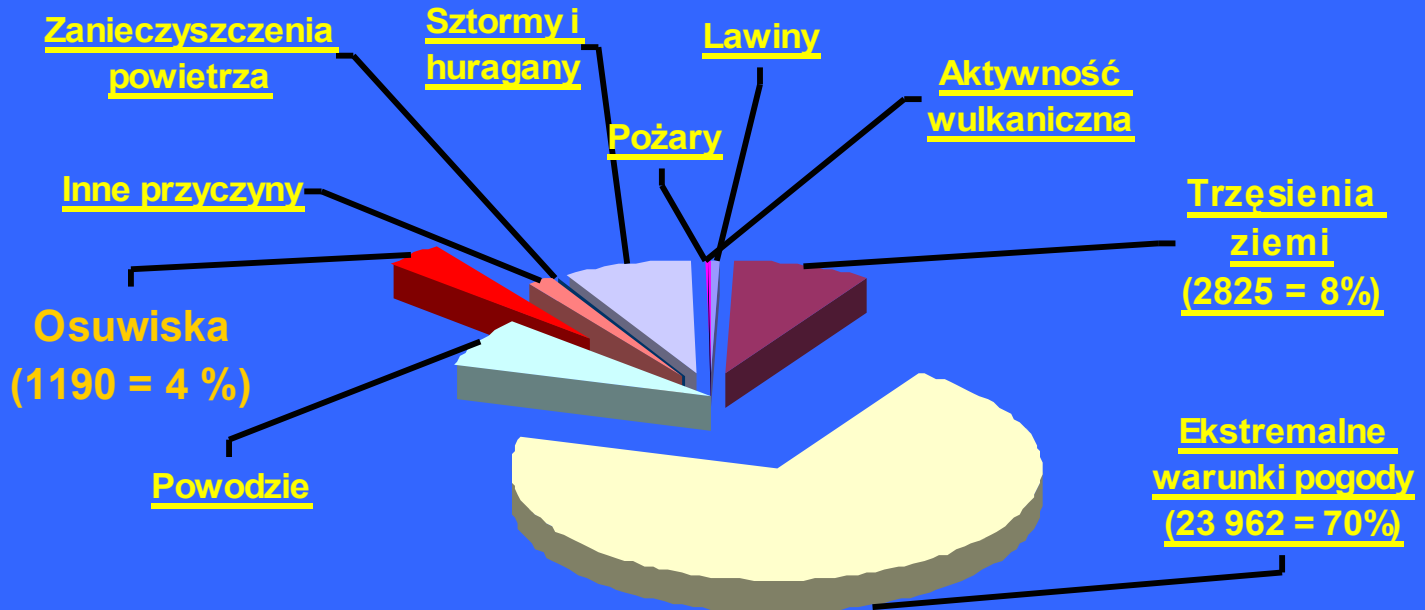
Osuwiska mają często przebieg katastrofalny.

Są też bezpośrednią przyczyną śmierci.

W 2000 roku zginęło: 218 osób (Manilia-Filipiny); 213 osób (Chiny)



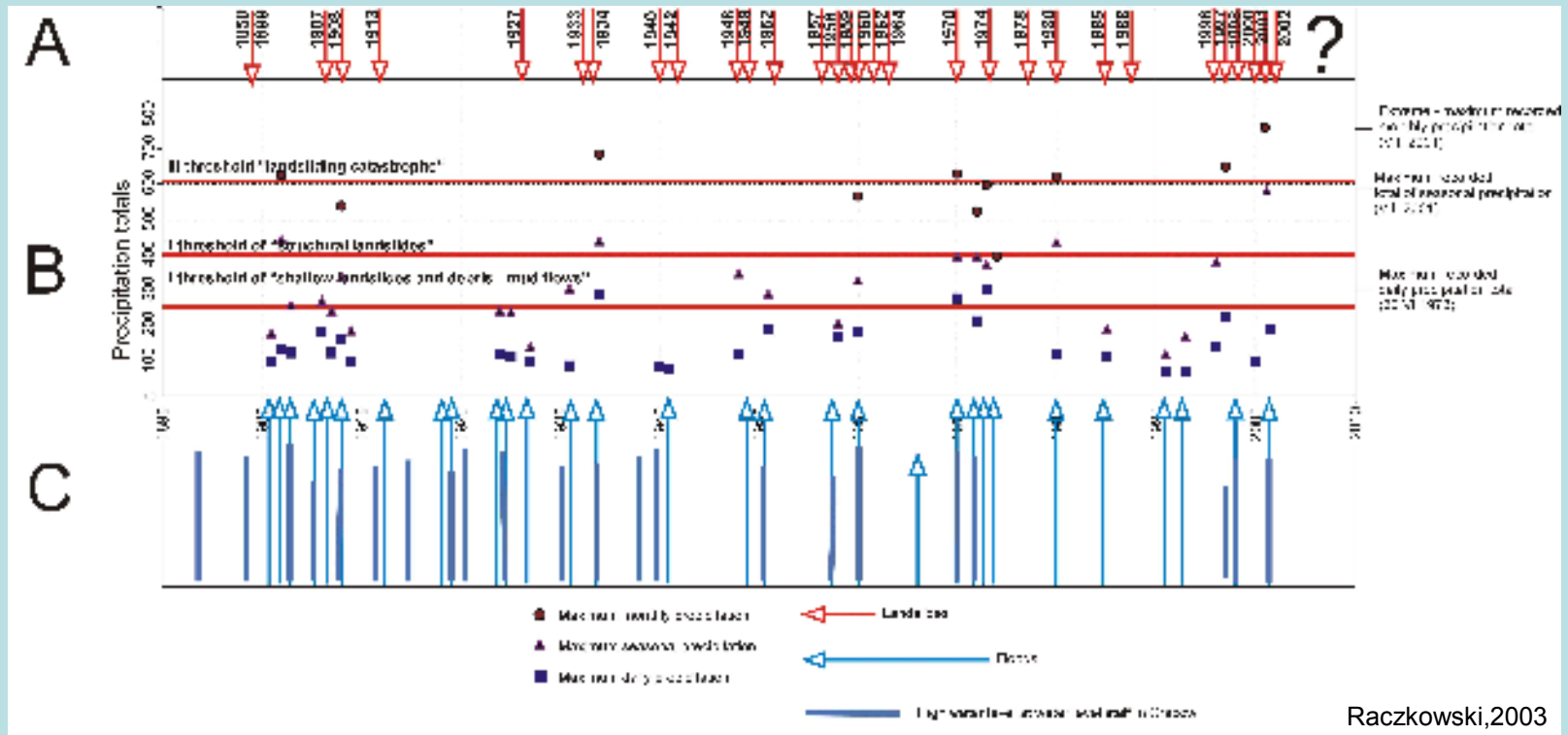
Liczba przypadków śmierci wywołanej przez:



Rok 2003 - 33 897 przypadków



Osuwiska końca XX i początku XXI wieku



- korelacja z okresami opadów atmosferycznych
- związek z warunkami topnienia śniegu na wiosnę
- trzęsienia ziemi – czynnik o historycznym znaczeniu



Lachowice – stok góry Pierchałówki

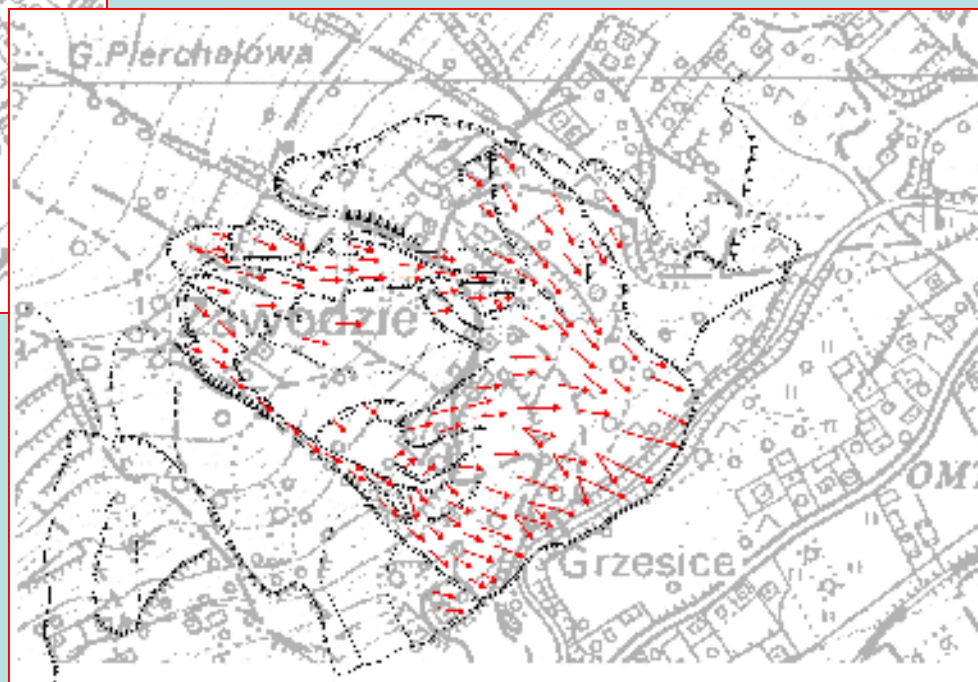
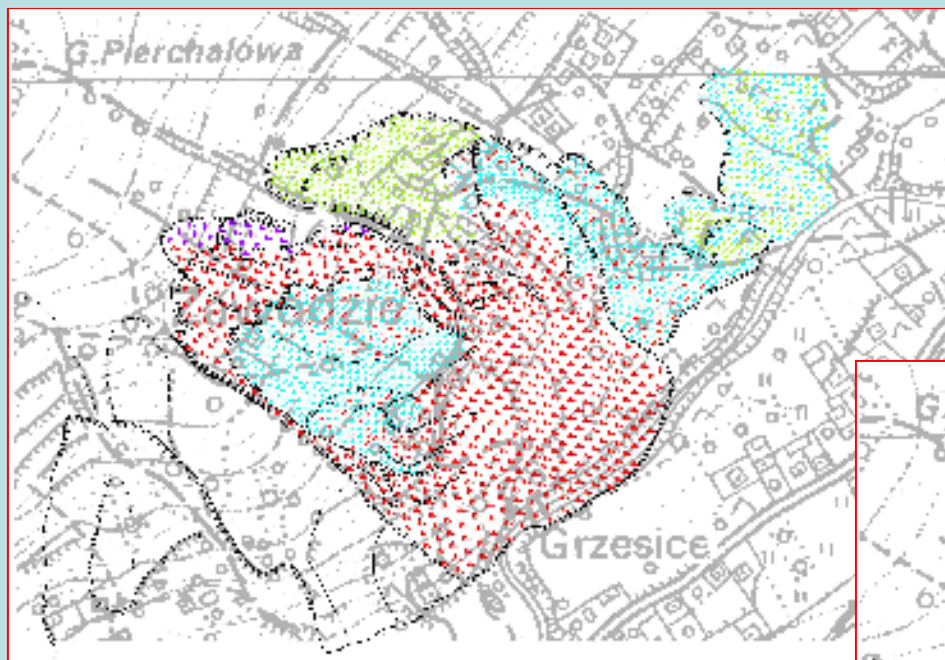


Osuwisko zniszczyło 12 zabudowań mieszkalnych; a na stoku osuwiskowym dalsze 38 budynków znajduje się w strefie predysponowanej do dalszych ruchów



Lachowice

Fazy aktywności w latach 2001-2003



Dynamiczne kierunki przemieszczeń



Zniszczenia i zagrożenia



Zagrożone budynki przy ulicy Falkowskiej



Widok na niszę osuwiska po zburzeniu najbardziej zagrożonych i zniszczonych budynków



Widok na nowy budynek przy ulicy Podwale



czoło osuwiska



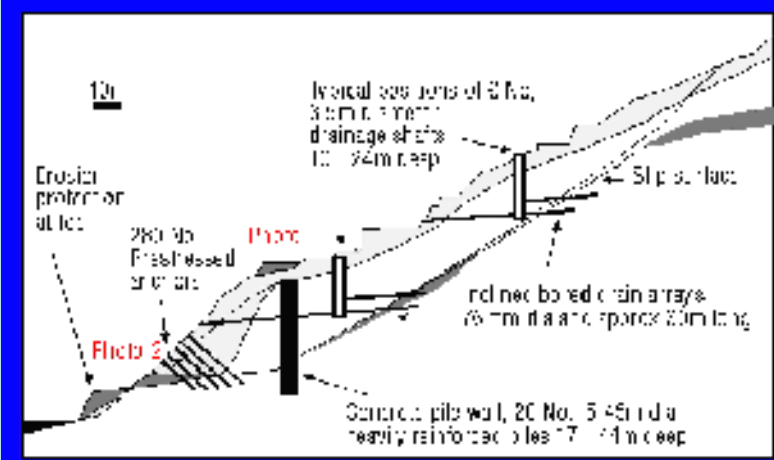
Rekonstrukcja osuwiska

Zabezpieczenie stoku – rekonstrukcja obszaru osuwiskowego jest bardzo trudna do wykonania (zwykle bez gwarancji), nie zawsze jest ona skuteczna, ale zawsze bardzo kosztowna



Rekonstrukcja osuwiska w Nowym Sączu na stoku Falkowej pochłonęła już około 1 000 000 \$, a prace rekonstrukcyjne muszą być w dalszym ciągu kontynuowane





2001 – Japonia

Zabezpieczenie i stabilizacja na świecie i w Polsce



1998 – Tokushima



1999 – Tajwan



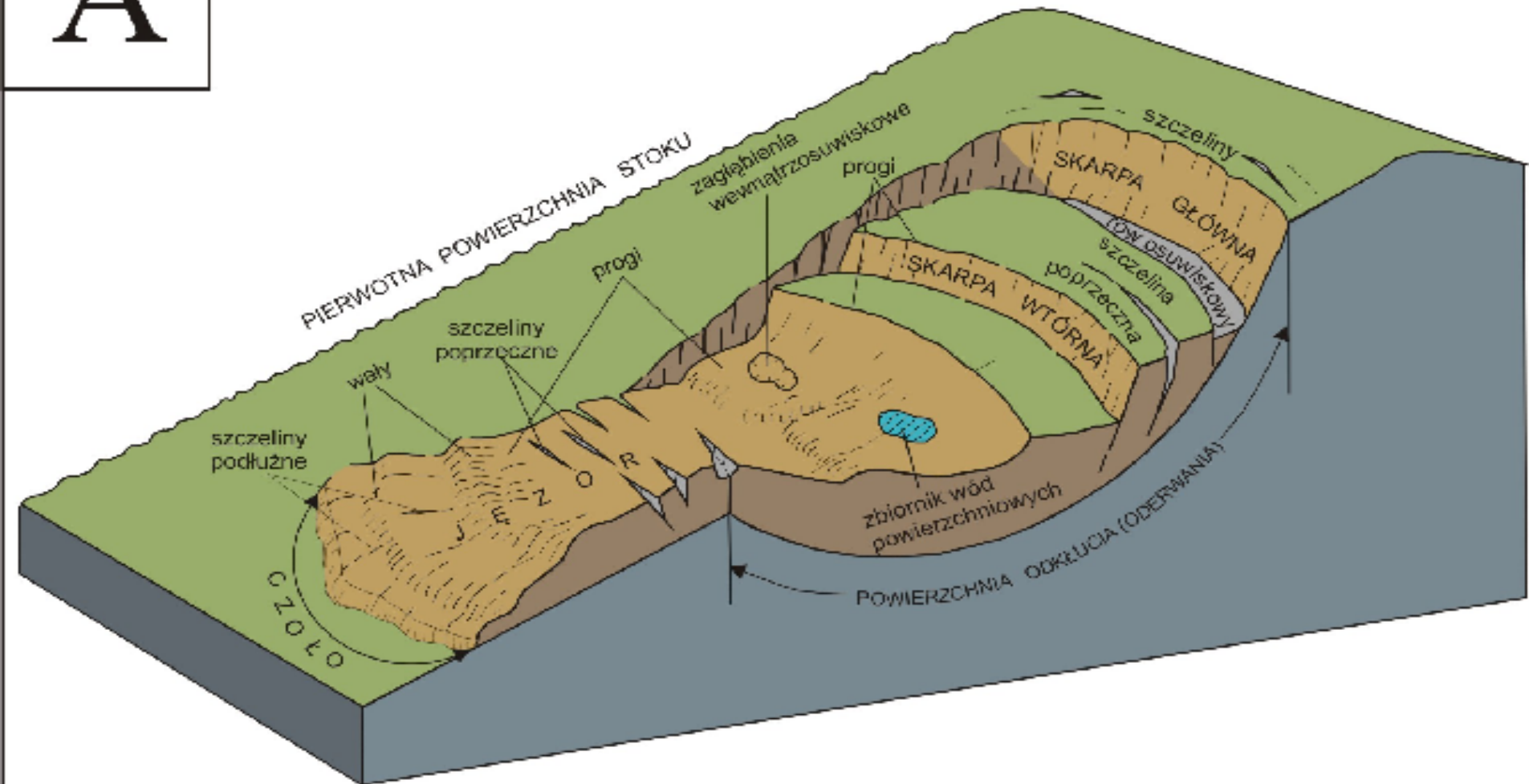
2003 – Łomnica



- **Podstawowym zagadnieniem w kartografii osuwisk:**
- - jest wyznaczanie osuwisk, jego granic i innych elementów w czasie prac terenowych, a także ich dokumentowanie. W czasie prac terenowych należy prowadzić obserwacje geologiczne, geomorfologiczne, hydrograficzne i hydrogeologiczne zgodnie z zasadami przyjętymi w metodyce wykonywania zdjęcia geologicznego. Prace terenowe należy tak wykonać, aby na ich podstawie można było wyznaczyć z odpowiednią dokładnością granice osuwisk, a dla każdego z nich sporządzić karty rejestracyjne.
- Rozpoznane w trakcie prac terenowych osuwiska i tereny zagrożone ruchami masowymi należy zaznaczyć na mapach topograficznych w odpowiedniej skali na których jest wykonywana rejestracja. Odstąpienia stwierdzone w obrębie osuwiska i w jego sąsiedztwie należy opisać w notatniku terenowym, narysować ich profile z zachowaniem skali, wykonać zdjęcia cyfrowe oraz zaznaczyć na podkładzie topograficznym.
- precyzja w wyznaczeniu granic osuwiska (skarpa główna, czoło)

Osuwisko i jego elementy

A

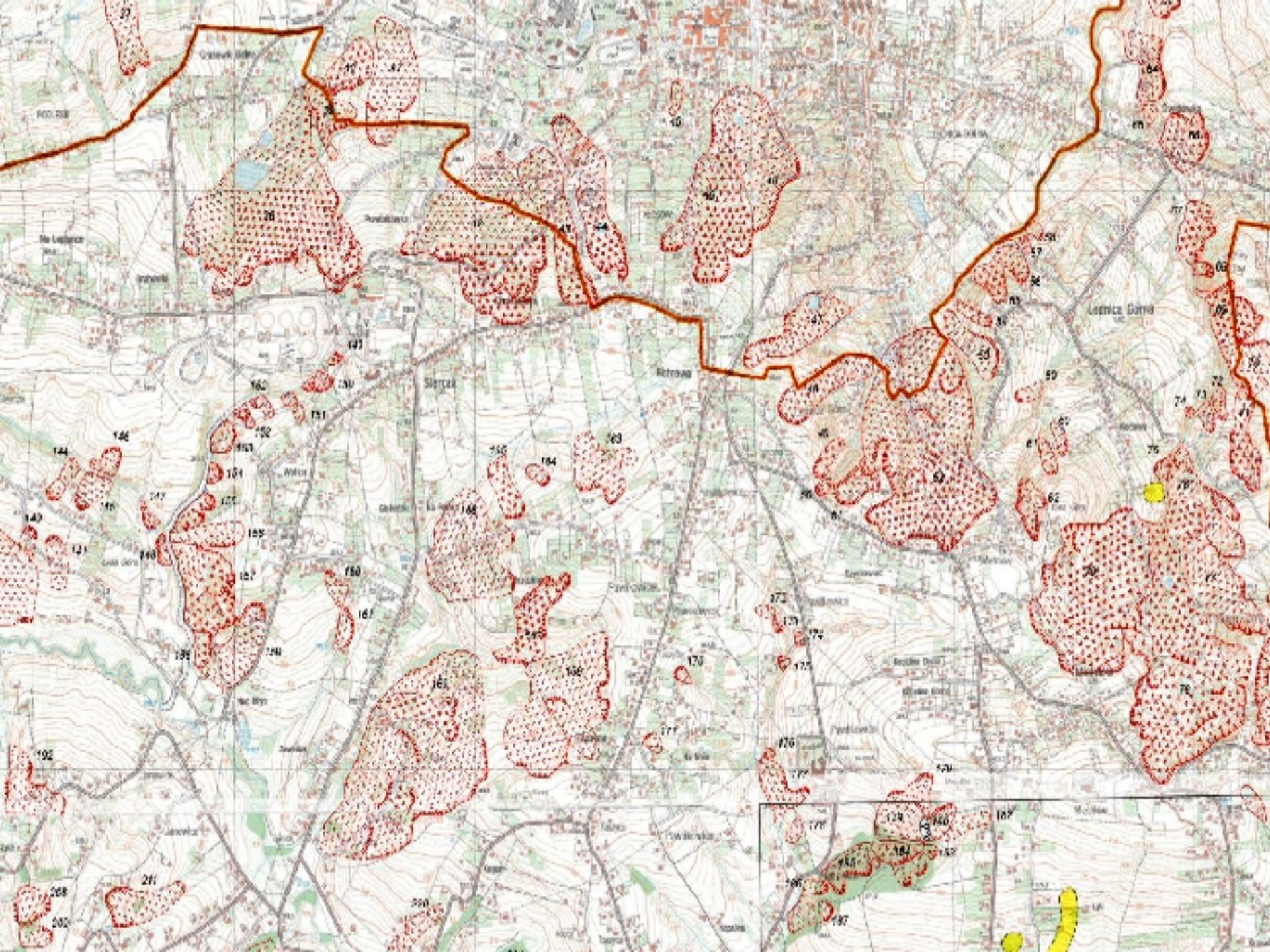


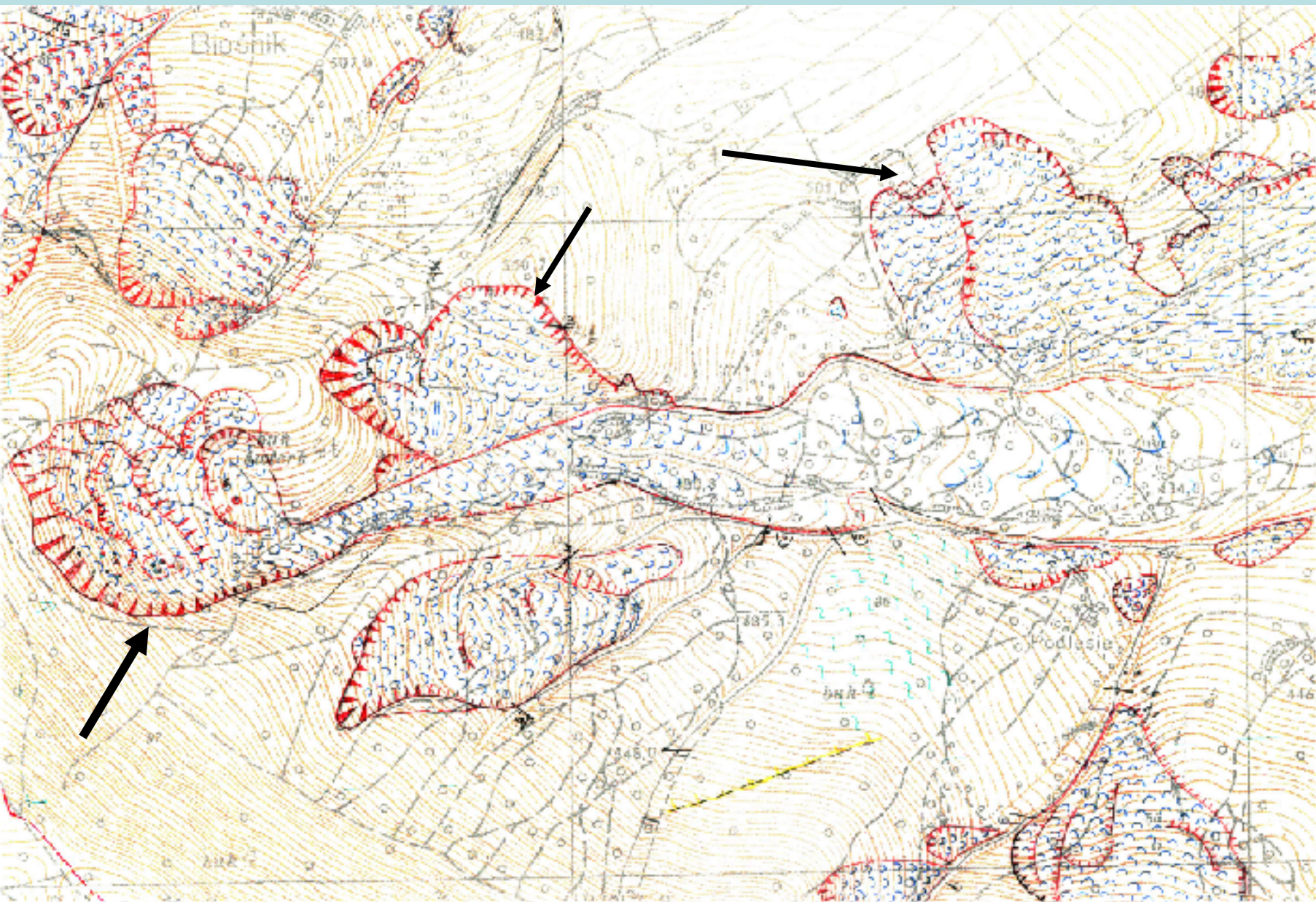
- **NISZA OSUWISKOWA** – półkoliste, nieckowate zagłębienie na → stoku powstałe w wyniku grawitacyjnego oderwania i osunięcia mas skalnych; w górnej części osuwiska ograniczona jest skarpią osuwiskową
- **SKARPA GŁÓWNA** zob. **SKARPA OSUWISKOWA**
- **SKARPA OSUWISKOWA *** – stromy fragment → stoku (ściana) powstały w wyniku grawitacyjnego przemieszczenia materiału, będący odsłonięciem powierzchni odkłucia (oderwania).
- **skarpią główną *** rozpoczyna się na skraju górnej, nie zaburzonej powierzchni stoku w miejscu odsłonięcia głównej powierzchni odkłucia (oderwania),
- **skarpy wtórne *** strome powierzchnie (ściany), które mogą występować w obrębie koluwium; powstają w wyniku wtórnych przemieszczeń.
- **SKARPA WTÓRNA** zob. **SKARPA OSUWISKOWA**
- **PRÓG WEWNĄTRZOSUWISKOWY*** – wypukła forma terenu w obrębie osuwiska.
- **RÓW OSUWISKOWY *** – wydłużone obniżenie w obrębie osuwiska, ograniczone zwykle asymetrycznymi skarpami.
- **RUMOSZE, BLOKOWISKA** – forma nagromadzenia grubookruchowego materiału koluwialnego.

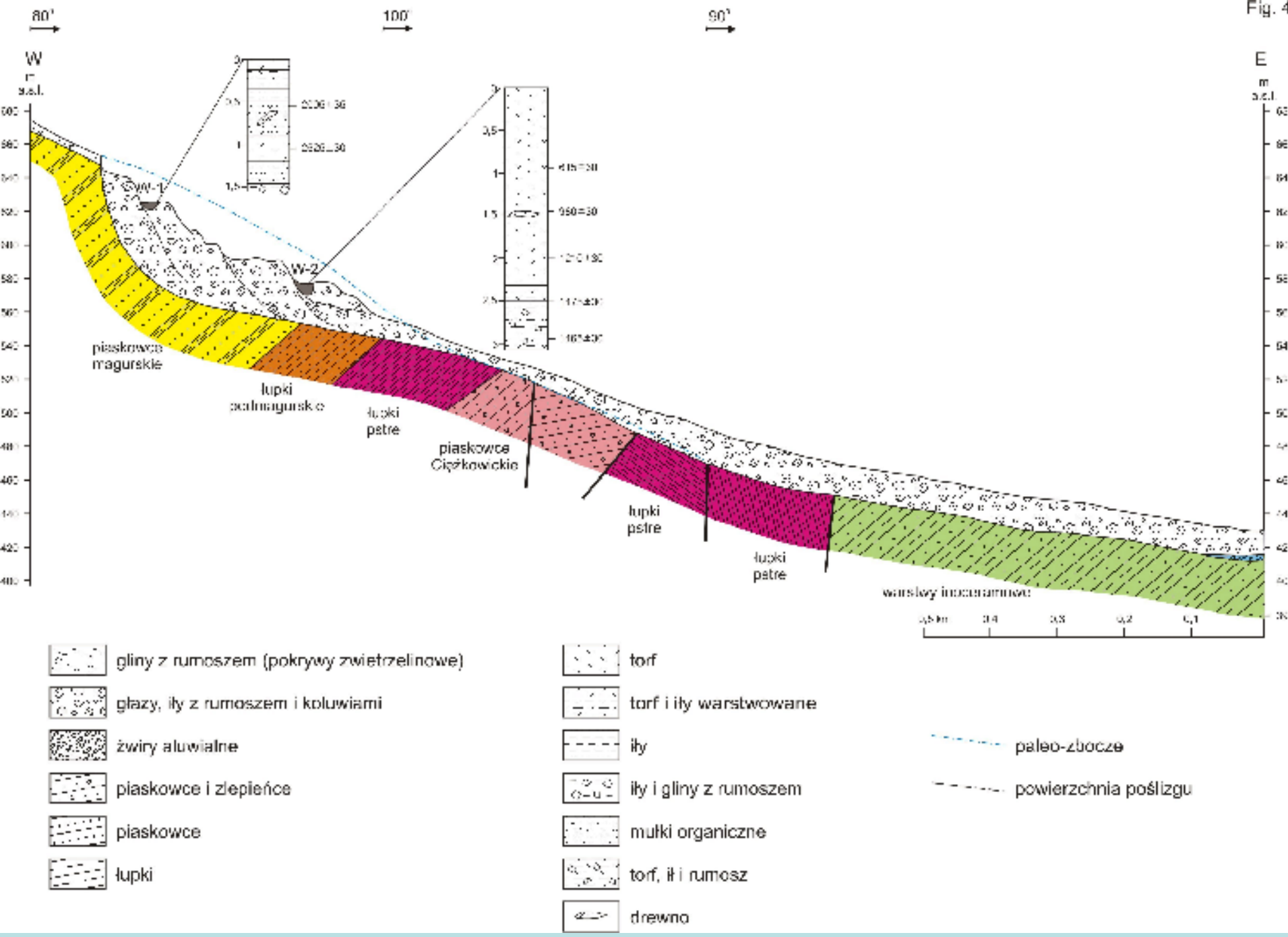
- **JĘZOR OSUWISKOWY** – część osuwiska, o pofałdowanej powierzchni, z bruzdami i grzbietami wygiętymi w kierunku ruchu, która powstała przez akumulację materiału (→ koluwium) poniżej obszaru oderwania i nasunięcie się na niezaburzoną powierzchnię terenu.
- **CZOŁO OSUWISKA** – najbardziej zewnętrzna część → jęzora osuwiskowego, kończąca się wyraźnym progiem nad obszarem nie objętym procesem → osuwania.

- **POWIERZCHNIA POŚLIZGU** * – powierzchnia oderwania lub strefa, wzdłuż której zachodzi przemieszczenie utworów.
- **KOLUWIUM** – utwory przemieszczone w dół → stoku przez ruchy grawitacyjne. **K.** może obejmować:
 - – **materiał detrytyczny (okruchowy)** złożony z rozdrobnionych skał/gruntów; bywa również określany jako brekcja koluwalna lub brekcja osuwiskowa;
 - – **materiał pakietowy** złożony z pakietów różnych skał/gruntów (np. pakiety piaskowcowo-łupkowe);
 - – **materiał detrytyczno-blokowy** złożony z wymieszanego materiału detrytycznego oraz gładów, bloków i pakietów skalnych;
 - – **bloki (głazy)** – materiał złożony głównie z bloków i gładów skał zwięzłych;
 - – **gliny i/lub ropy** – materiał pylasto-ilasty;
 - – **gliny z rumoszem** – materiał pylasto-piaszczysty z okruchami innych skał; (np. piaskowce, zlepieńce, łupki, ropy, wapienie, margle);
 - – **lessy i gliny lessopodobne** – materiał pylasty;
 - – **materiał antropogeniczny** złożony z gruntów nasypowych, utworzonych z produktów gospodarczej lub przemysłowej działalności człowieka.



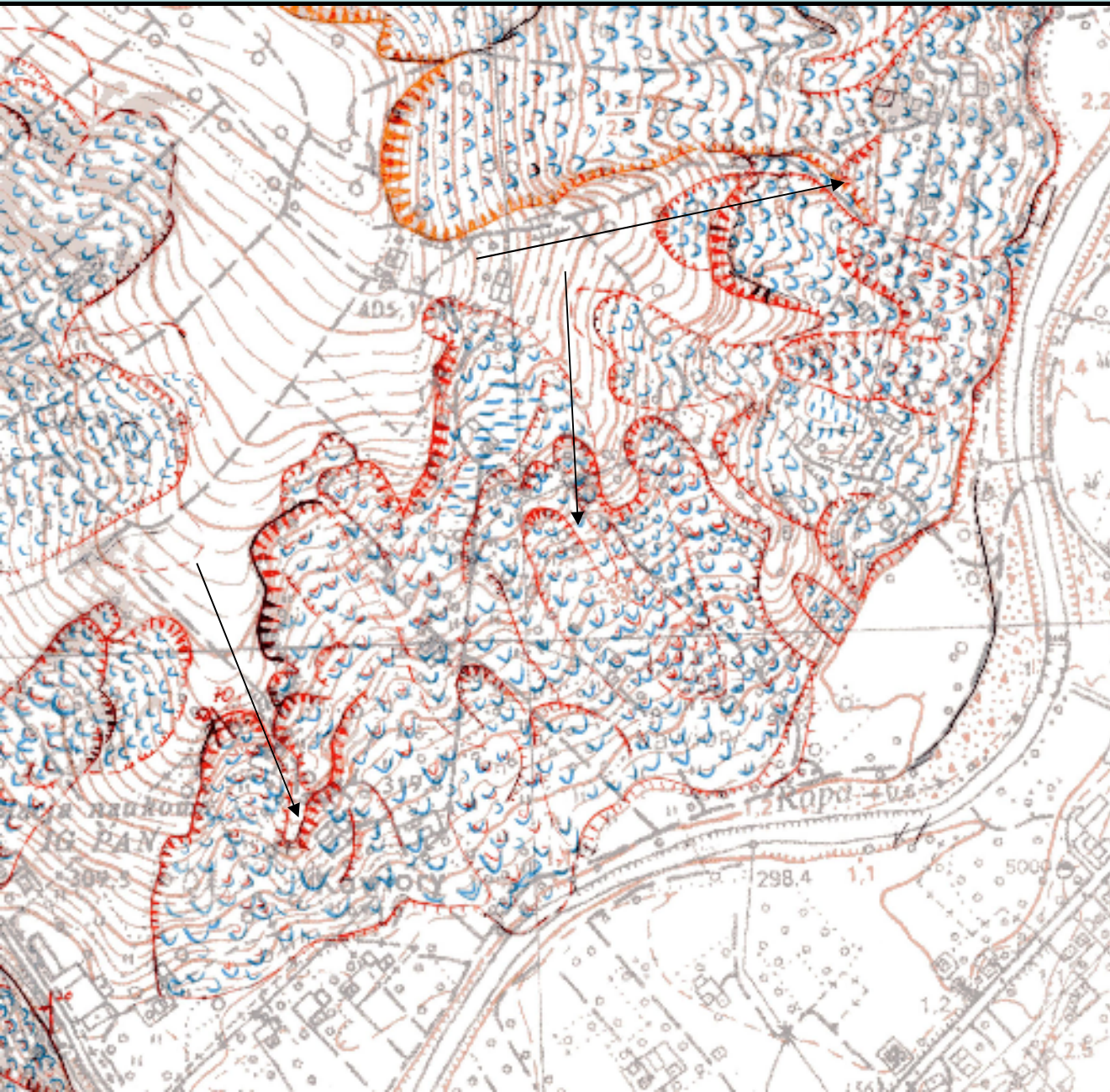




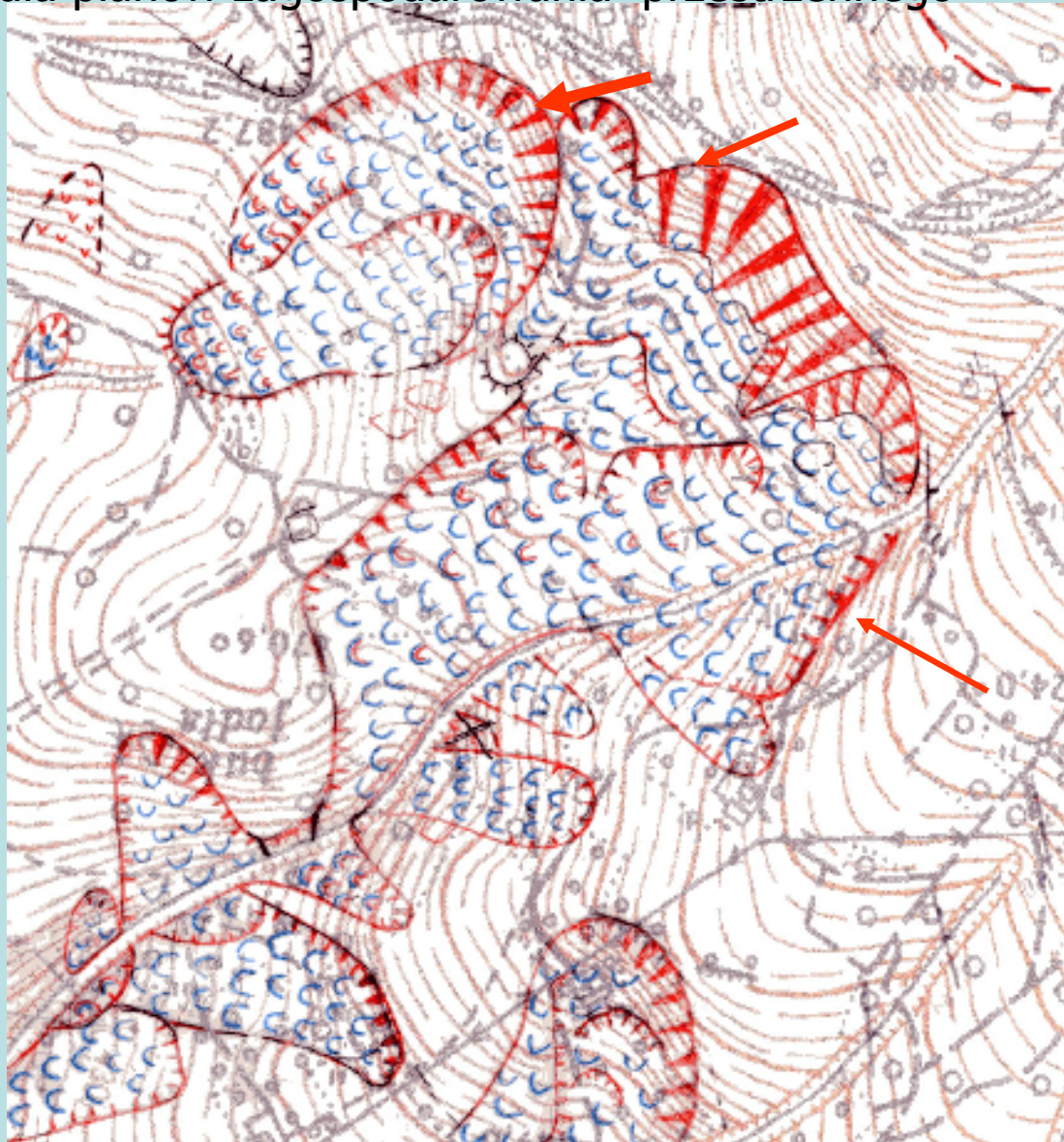


Mapa terenowa
1:10000
rejon Szymbarku,
gmina Gorlice
**GRANICE MIĘDZY
OSUWISKAMI**

skala 1:10 000



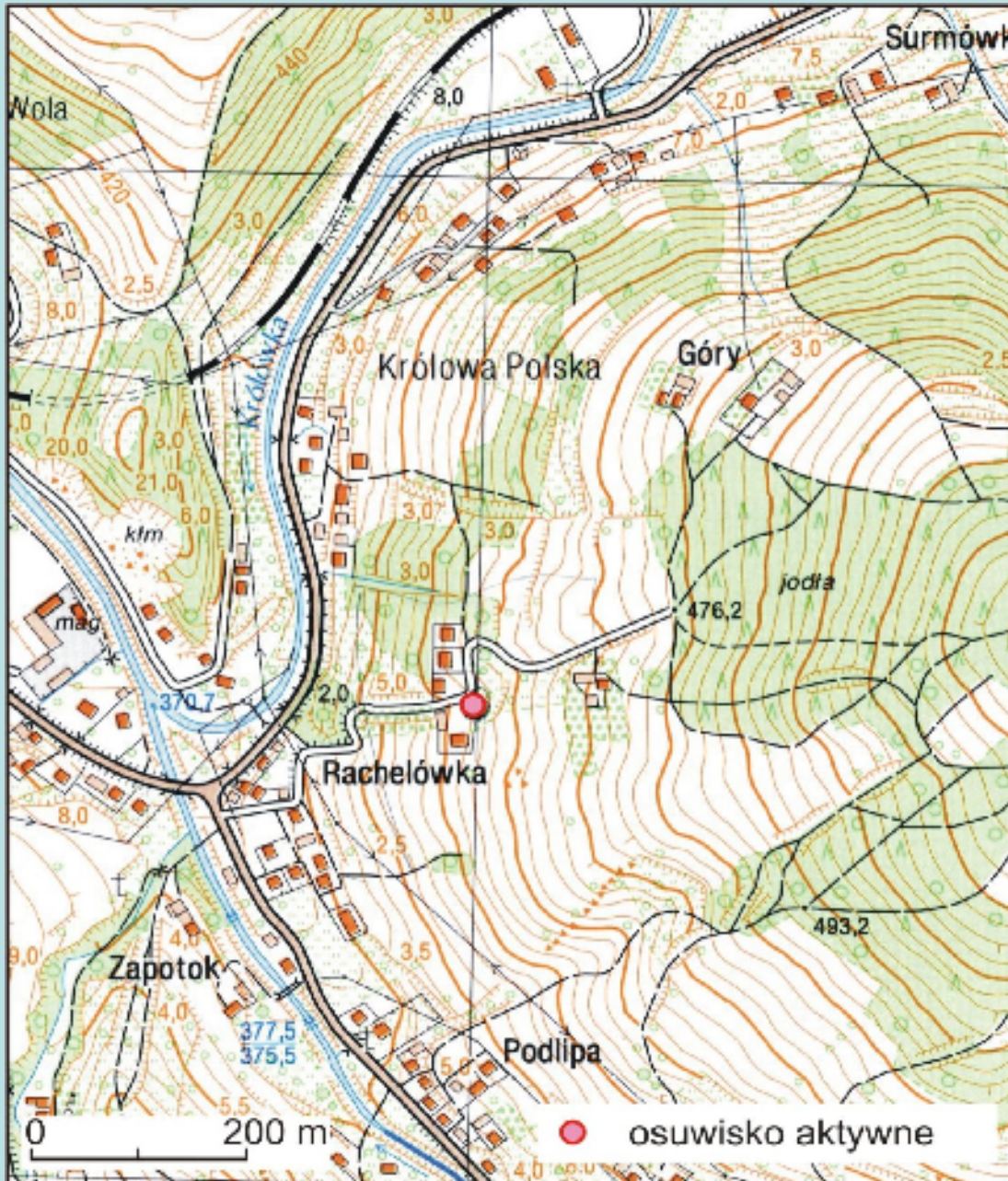
Szczegółowe kartowanie osuwisk w skali 1:10 000 z koniecznymi elementami zawierającymi dane osuwisk dla terenów gmin jako materiał wyjściowy dla planów zagospodarowania przestrzennego



materiały rękopiśmienne z obszaru kartowanego

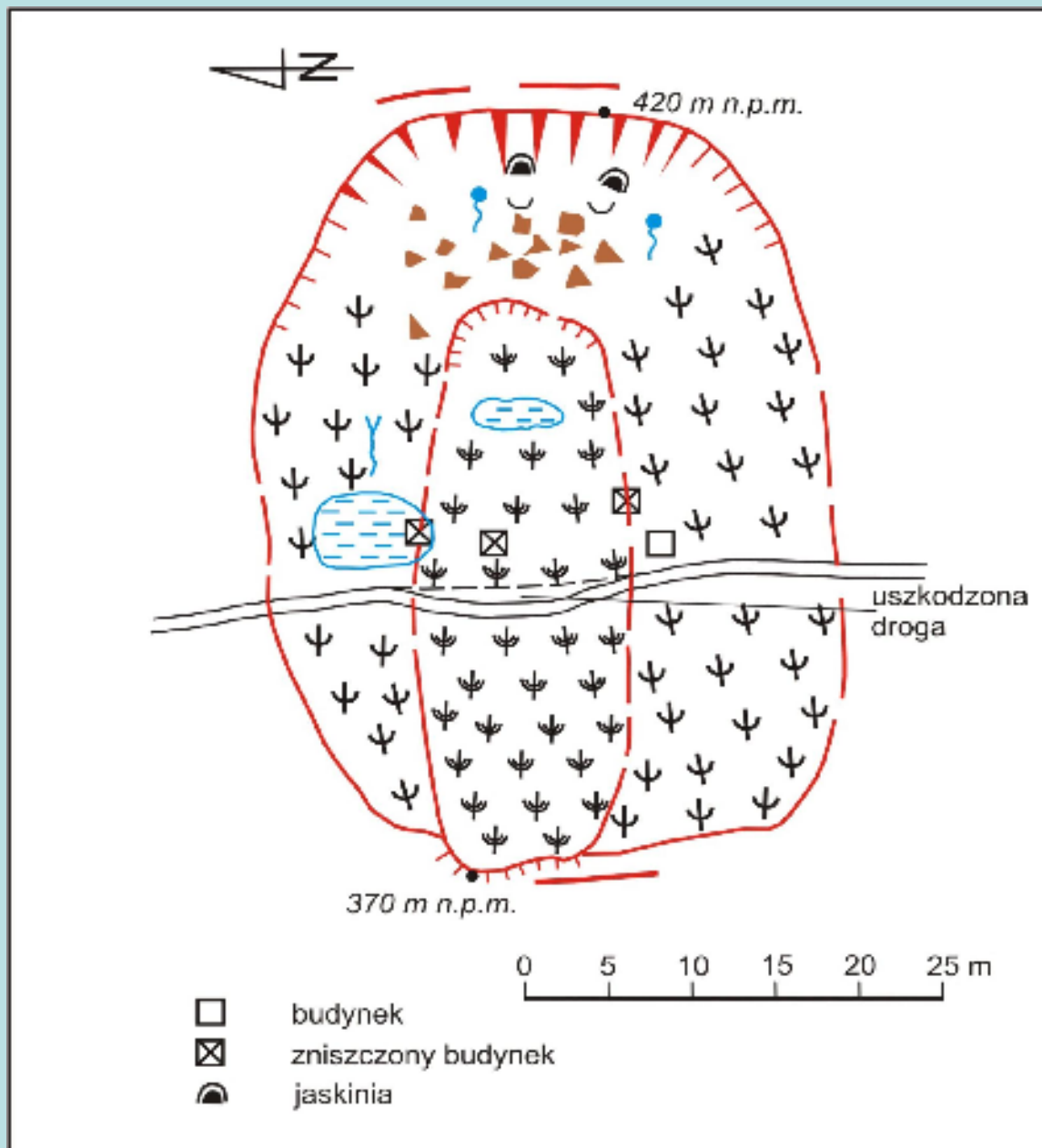
skala 1:10 000

A. Wójcik (PIG) – ALARM – 2003 r



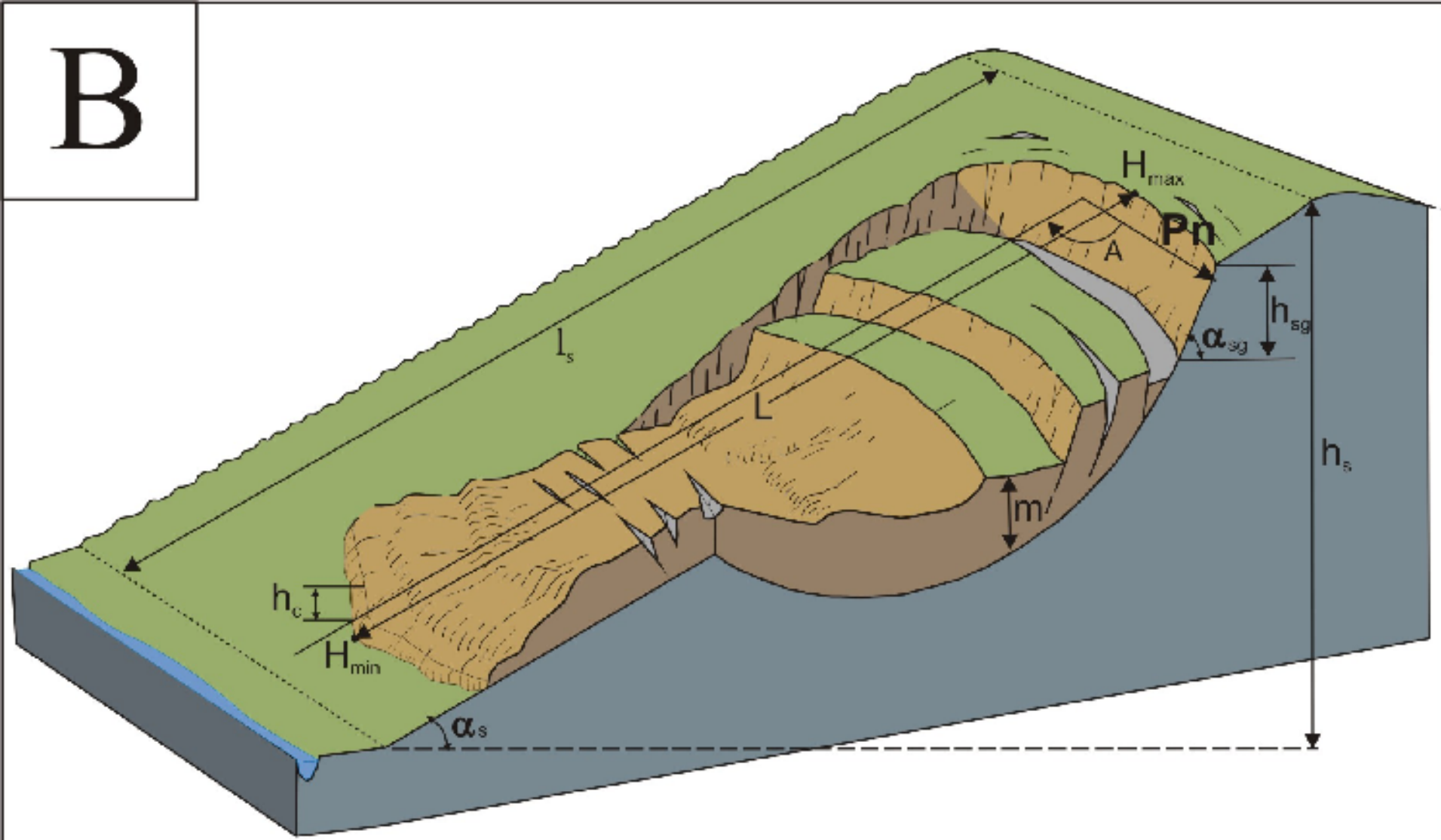
Przykład mapy topograficznej z lokalizacją osuwiska o powierzchni **poniżej 0,05 ha.**

Przykład szkicu osuwiska o powierzchni **poniżej 1 ha**

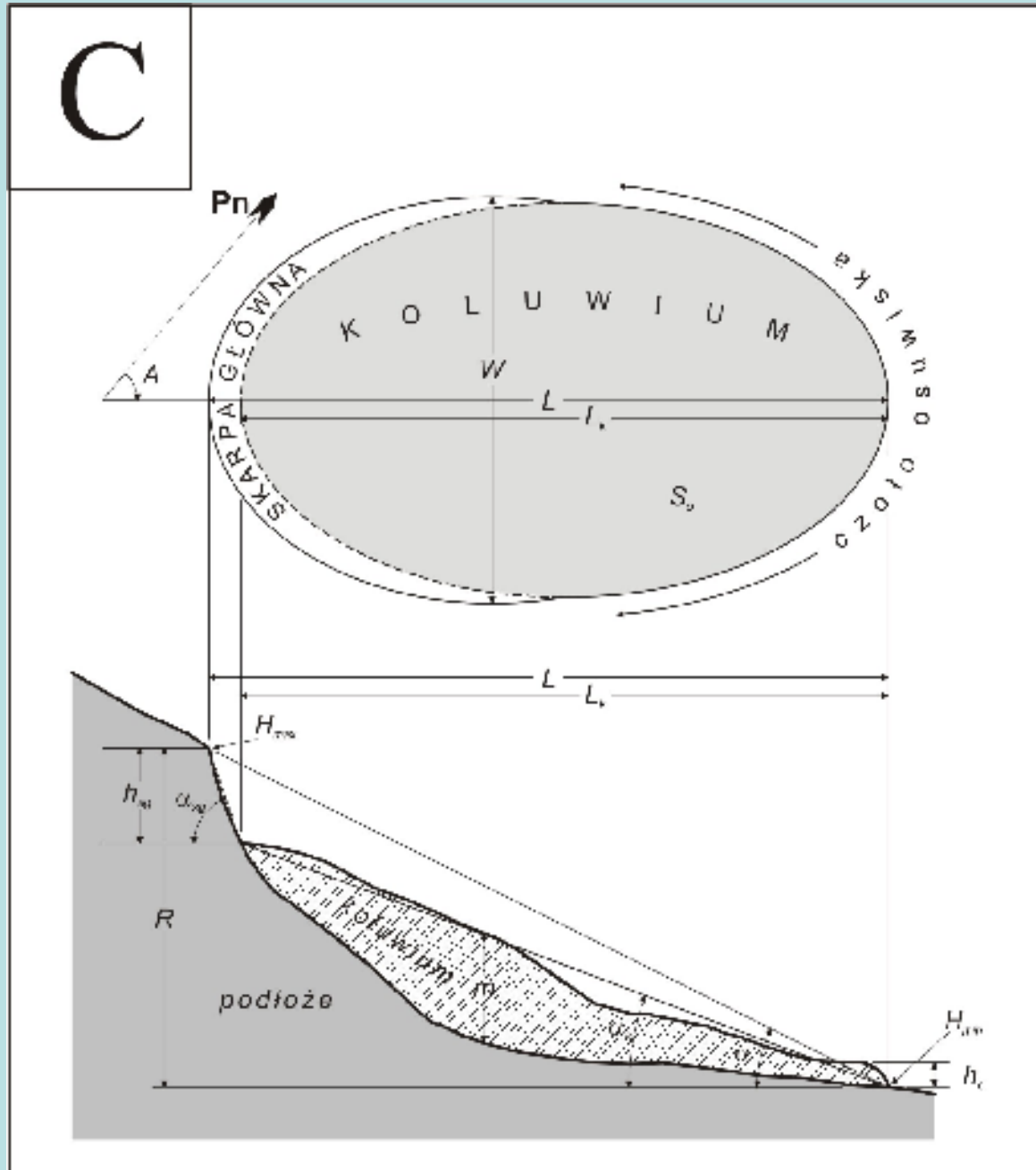


W ramach prowadzonych prac określa się różne parametry osuwiska

B - blokdiagram osuwiska i jego najważniejsze parametry



C - blokdiagram osuwiska i parametry morfometryczne osuwiska



Karta rejestracyjna osuwiska

Wzór

1. Numer ewidencyjny: - - -

Numer roboczy osuwiska:

2. Lokalizacja osuwiska:

1. Miejscowość:	2. Gmina:	3. Powiat:	4. Województwo:
5. Mapa topograficzna 1:10 000 (goślo, nazwa):	6. Arkusz SMGP 1:50 000:	7. Współrzędne geograficzne E N	
8. Kraina geograficzna:	9. Jednostka tektoniczna:	10. Zlewnia:	11. Inne dane lokalizacyjne

3. Charakterystyka osuwiska:

1. Sytuacja geomorfologiczna:	2. Układ geologiczny:	
3. Rodzaj materiału:	4. Rodzaj ruchu:	5. Stopień aktywności:
6. Kofki opis słowny:		

4. Parametry morfometryczne osuwiska:

a. ogólne:

1. Powierzchnia: ha	2. Długość: m	3. Szerokość: m	4. Wysokość maks.: m n.p.m.	5. Wysokość min.: m n.p.m.	6. Rozpiętość pionowa: m
7. Nachylenie: °	8. Azymut: °				

b. skarpa osuwiskowa:

9. Wysokość skarpy głównej: m	9. Nachylenie skarpy głównej: °	11. Szczyt powyżej skarpy głównej:	12. Skarpy wtórne:
----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------

c. jezioro i kolwizium:

13. Wysokość czoła: m	14. Długość powierzchni kolwizium: m	15. Nachylenie powierzchni kolwizium: °	16. Mierzono kolwizium: mierzona smorzona m
--------------------------	---	--	---

d. stok, na którym jest osuwisko:

17. Typ stoku:	18. Nachylenie: °	19. Ekspozycja:	20. Długość: m	21. Wysokość: m
----------------	----------------------	-----------------	-------------------	--------------------

5. Podłoże osuwiska:

1. Rodzaj utworów:	2. Wiek utworów:	3. Zaleganie warstw:	4. Tektonika:
--------------------	------------------	----------------------	---------------

6. Materiał koluwialny:

--

7. Przejawy wód powierzchniowych i gruntowych w obrębie:

1. Kolwizium:	2. Skarpy głównej i stoku powyżej skarpy:
3. Stoku poniżej osuwiska:	4. Stoku po bokach osuwiska:

8. Wiek i geneza osuwiska:

1. Data powstania:	2. Rozwój osuwiska w czasie:	3. Przyczyna ruchu osuwiskowego:
--------------------	------------------------------	----------------------------------

9. Użytkowanie terenu w obrębie osuwiska:**a. pokrycie stoku:**

1. Lasy:	2. Zarośla krzewiaste:	3. Łąki i pastwiska:	4. Grunty orne:	5. Sady:	6. Nieużytki:
----------	------------------------	----------------------	-----------------	----------	---------------

b. zabudowa:

7. Mieszkalna:	8. Gospodarcza:	9. Przemysłowa/usługowa:	10. Użyteczności publicznej:
11. Zabudowa/sakralna:	12. Inna:		

c. infrastruktura komunikacyjna:

13. Drogi:	14. Linie kolejowe:
------------	---------------------

d. linie przesyłowe:

15. Linie energetyczne:	16. Linie telefoniczne:	17. Wodociągi:	18. Kanalizacja:
19. Gazociągi:	20. Inne:		

10. Powstałe szkody**i zagrożenia:**

1. Uprawy:	6. Uprawy:
2. Zabudowa:	7. Zabudowa:
3. Infrastruktura komunikacyjna:	8. Infrastruktura komunikacyjna:
4. Linie przesyłowe:	9. Linie przesyłowe:
5. Inne:	10. Inne:
11. Ocena możliwości wystąpienia dalszych ruchów osuwiskowych:	

11. Rodzaje i zakres wykonanych prac zabezpieczających:

TAK	NIE	Opis:
-----	-----	-------

12. Prowadzenie instrumentalnych prac monitoringowych:

TAK	NIE	Opis:
-----	-----	-------

13. Stan badań:

--

14. Szkic (mapa) osuwiska:**15. Przekrój geologiczny osuwiska:**

	(nie jest obowiązkowy)
--	------------------------

16. Fotografia (-e) osuwiska:

--

17. Uwagi o możliwości zabezpieczenia oraz dodatkowe informacje:

--

18. Autor karty**19. Kategoria i numer****20. Instytucja:****21. Data wypełnienia:**

Imię i nazwisko:

uprawnień geologicznych:

--	--	--	--

Podpis autora Karty: