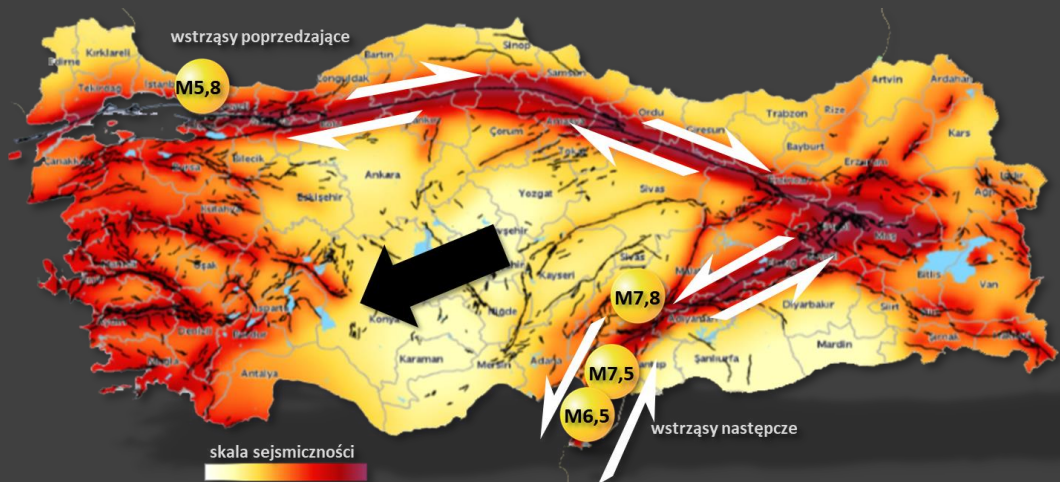


# GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## Trzęsienie ziemi w Turcji A.D. 2023...

W nocy 6 lutego o godzinie 01:17:35 (UTC) w południowej Turcji, niedaleko granicy z Syrią, doszło do bardzo silnego trzęsienia ziemi o magnitudzie **7,8**. Po 11 minutach wystąpił silny wstrząs następczy o magnitudzie **6,7**, a kolejny bardzo silny o **M 7,5** o 10:24:49 (UTC)...



**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**  
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## TRZĘSIENIE ZIEMI W TURCJI A.D. 2023...

Jurand  
Wojewoda

**budowa Ziemi, geotektonika, sejsmiczność**

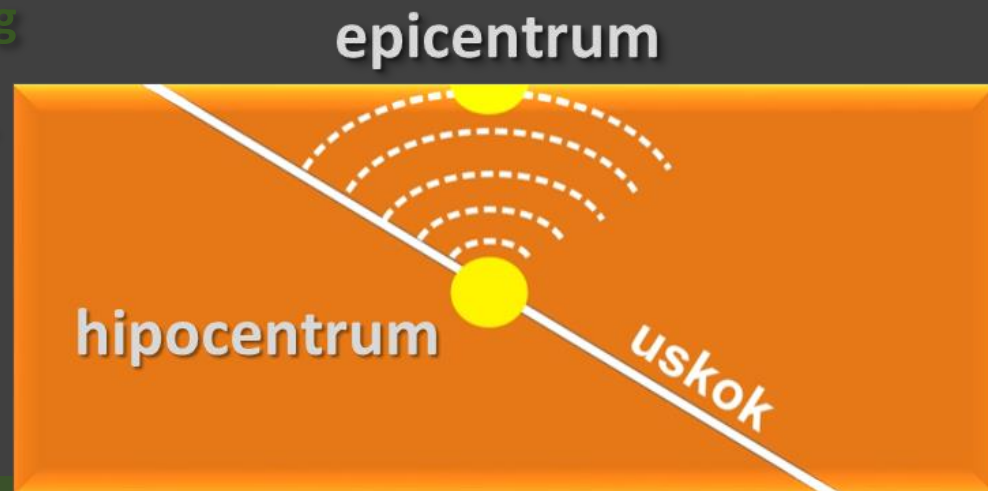
**właściwości mechaniczne skał, odkształcenia, zniszczenia**

**trzęsienia ziemi, przyczyny, przewidywanie, skutki i zapobieganie**

**największe trzęsienia Ziemi w historii nowożytnej  
(paleosejsmity, archeosejsmity)**

**trzęsienia ziemi w Polsce, monitoring**

**trzęsienie ziemi w Turcji, luty 2023...**

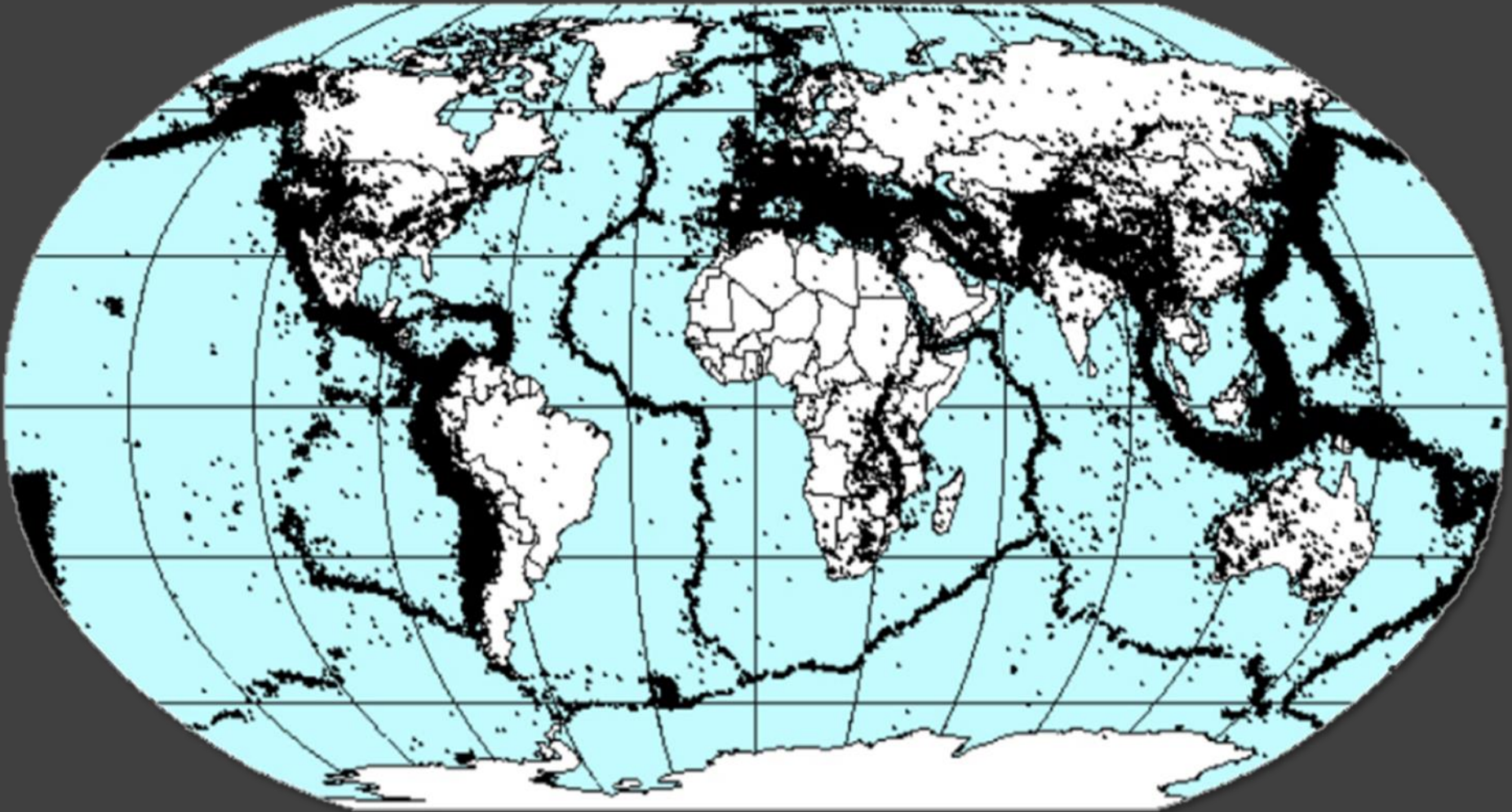


**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**  
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**ZESTAWIENIE 358214 ZDARZEŃ SEJSMICZNYCH NA ŚWIECIE W NA ŚWIECIE  
NA ŚWIECIE W OKRESIE OD 1963 DO 1998 ROKU**



Jurand  
Wojewoda



# GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

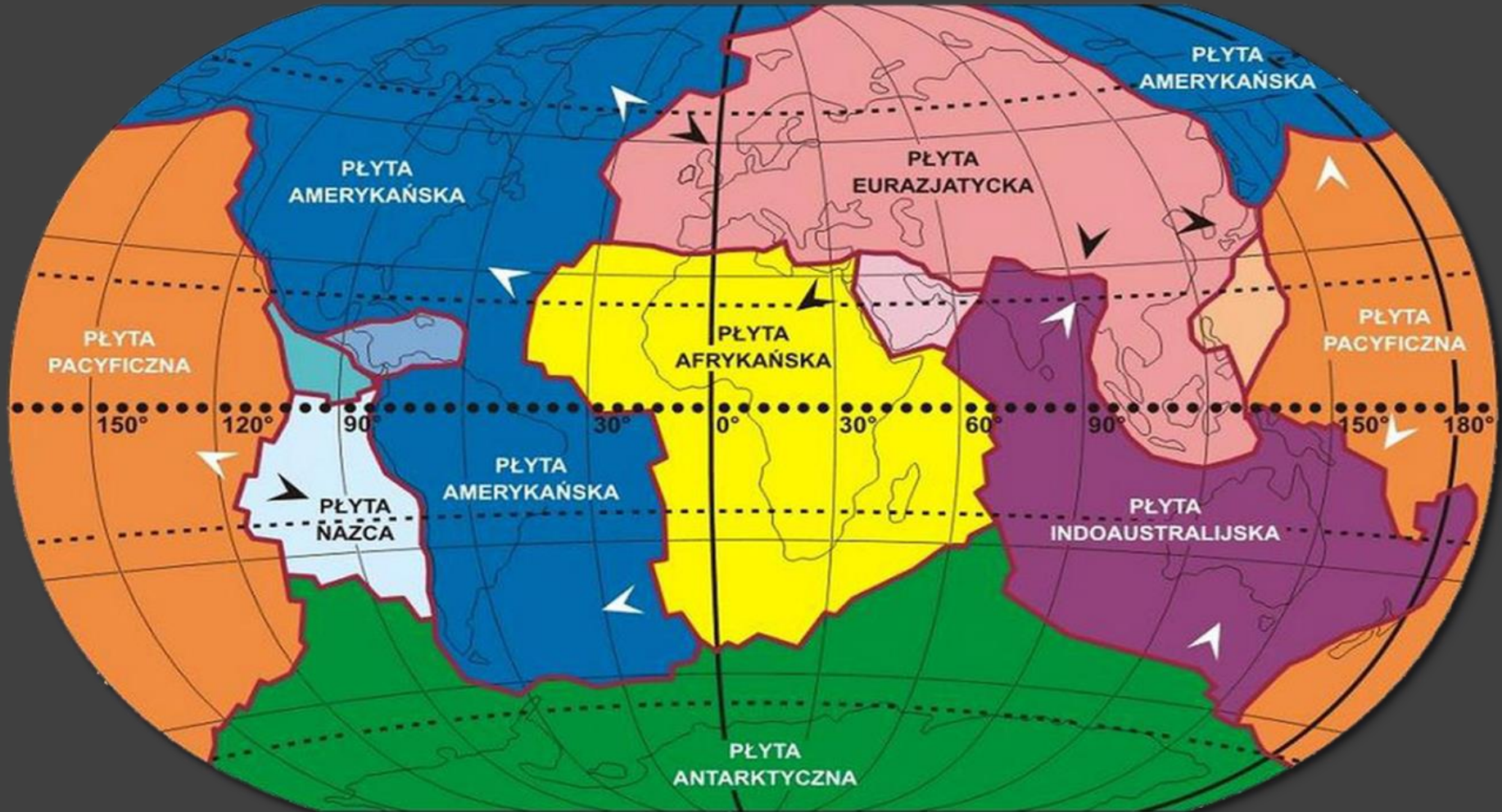
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## BUDOWA ZIEMI, GEOTEKTONIKA, SEJSMICZNOŚĆ...

Płyty litosfery, granice dywergentne, granice konwergentne



Jurand  
Wojewoda



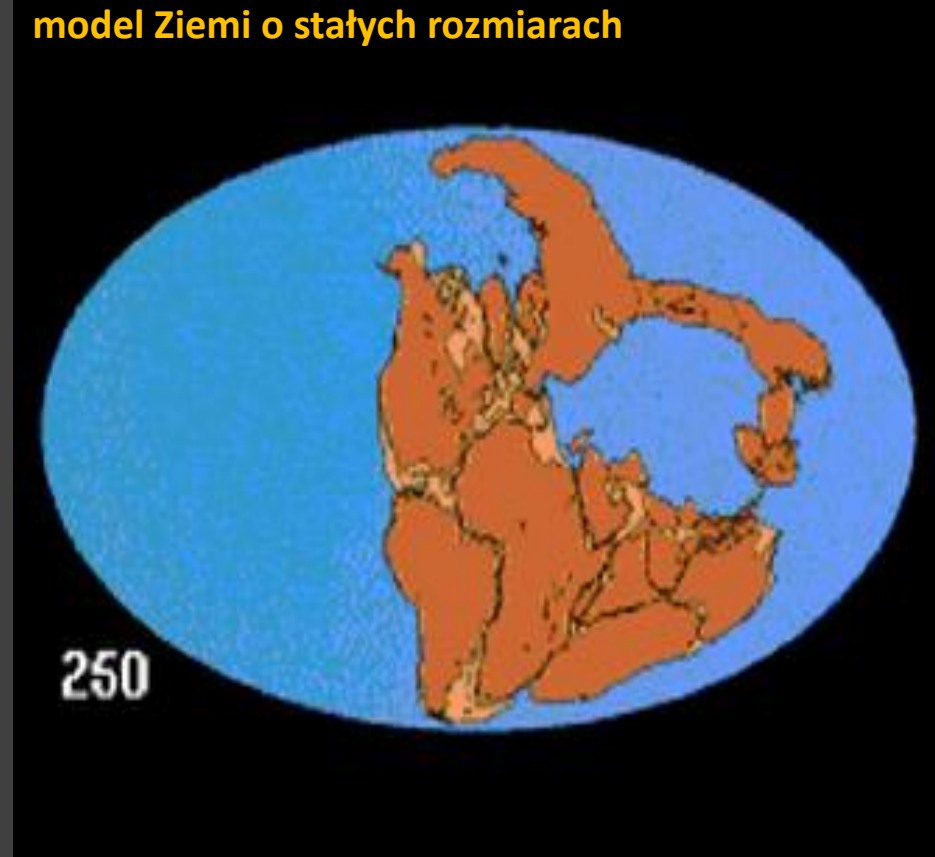
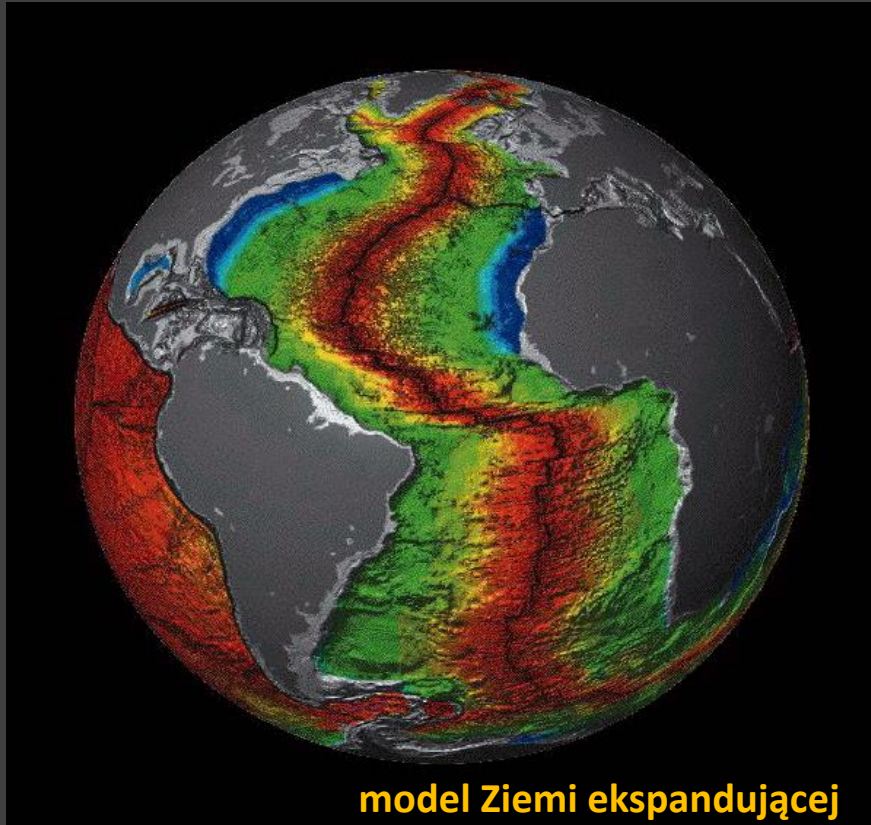
**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**BUDOWA ZIEMI, GEOTEKTONIKA, SEJSMICZNOŚĆ...**

Płyty litosfery, kinematyka płyt litosfery, tektonika płyt, teoria ekspansji Ziemi

Jurand  
Wojewoda

## GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## BUDOWA ZIEMI, GEOTEKTONIKA, SEJSMICZNOŚĆ...

Warstwowo-sferyczne środowiska geochemiczne i geofizyczne Ziemi...

## BUDOWA GEOCHEMICZNA

## BUDOWA GEOFIZYCZNA

skorupa kontynentalna  
krzemiany: 0 - 75 km

skorupa oceaniczna  
0 - 10 km

płaszcz  
krzemiany Fe + Mg

metaliczne Fe + Ni + S  
4300°C

jądro

jądro

zewewnętrzne  
ciekłewewnętrzne  
stałemezosfera  
stała

D''

~6378 km

~5150 km

~2890 km

~600 km

0°C

1000°C

3700°C

4300°C

Jurand  
Wojewoda

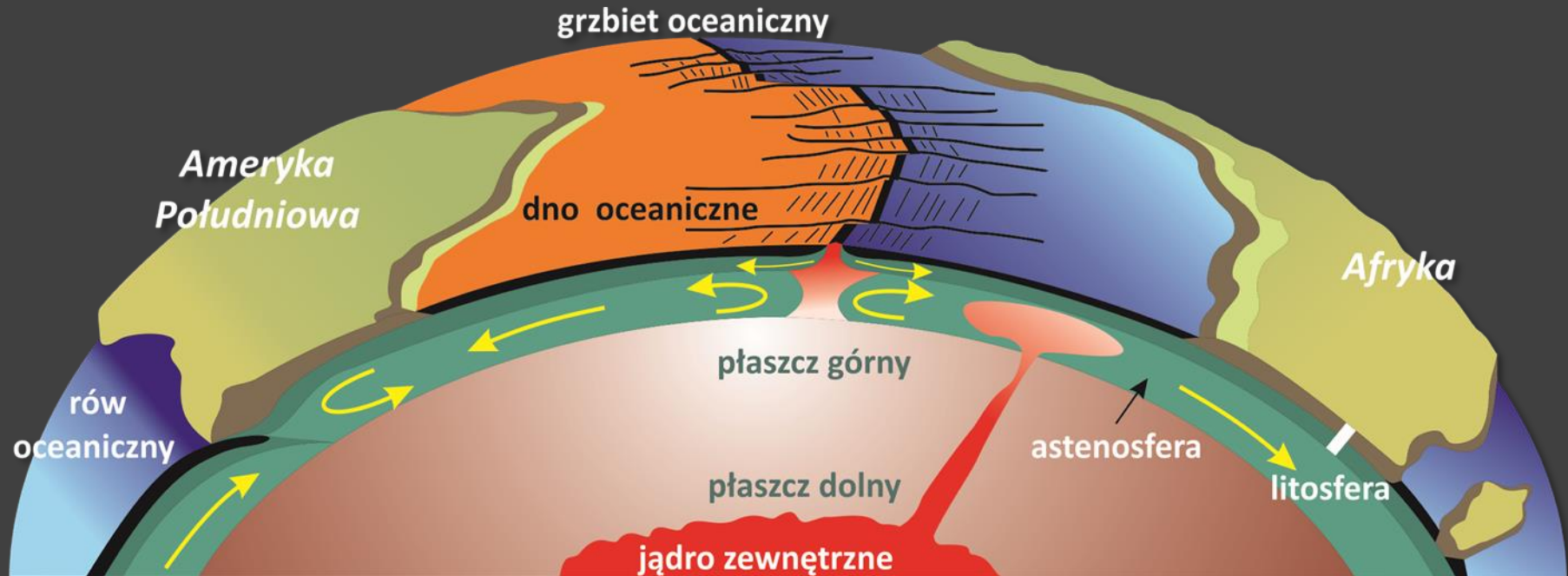
**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**BUDOWA ZIEMI, GEOTEKTONIKA, SEJSMICZNOŚĆ...**

Środowiska geotektoniczno-geodynamiczne Ziemi...

Jurand  
Wojewoda

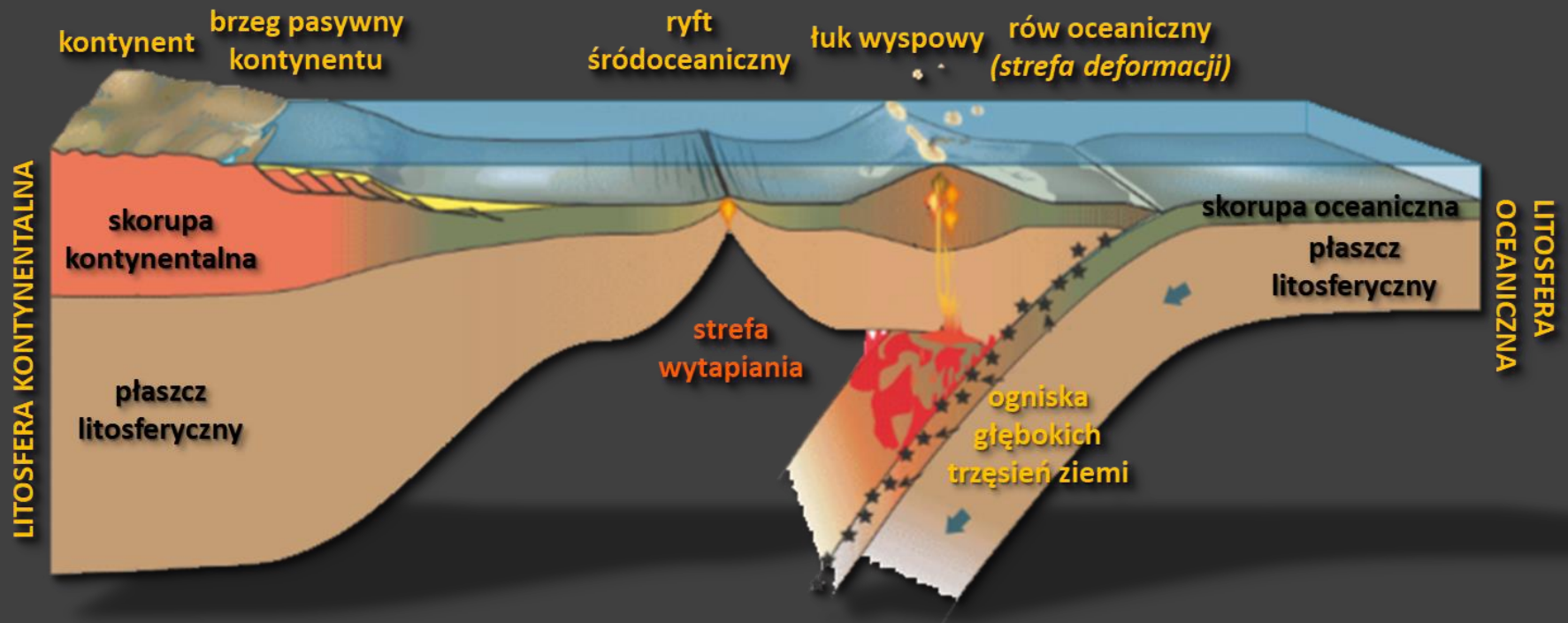
## GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## BUDOWA ZIEMI, GEOTEKTONIKA, SEJSMICZNOŚĆ...

Środowiska geotektoniczno-geodynamiczne Ziemi...

Jurand  
Wojewoda



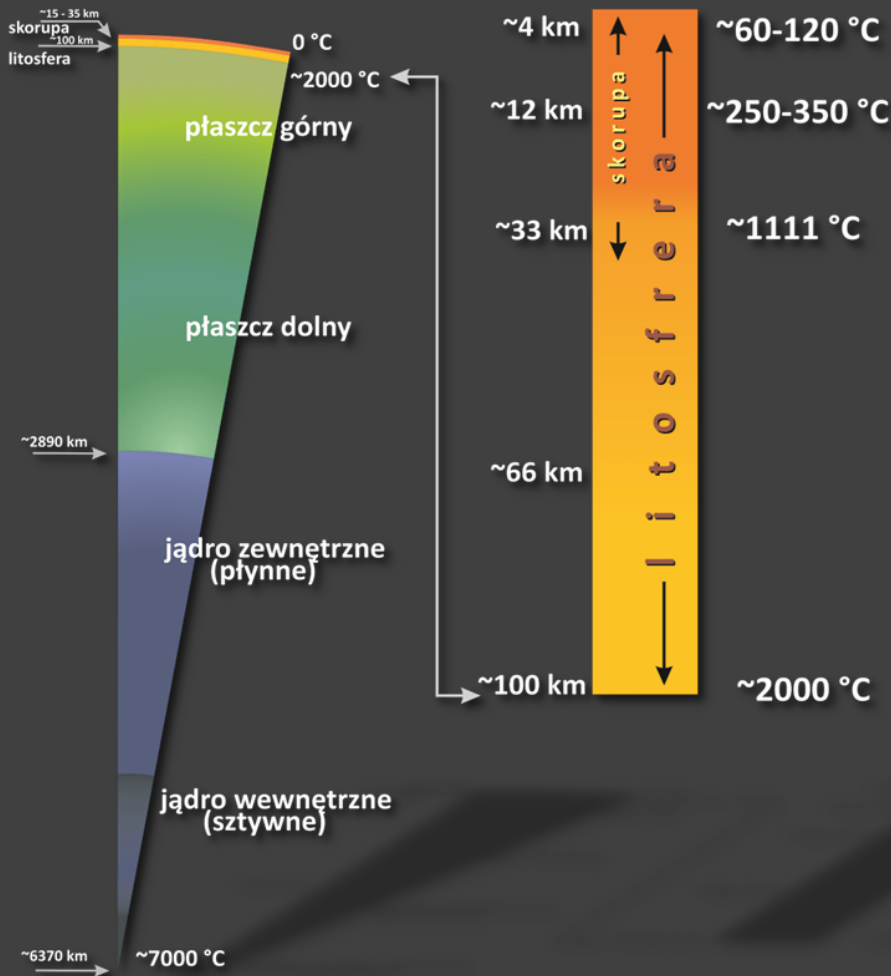
## GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## BUDOWA ZIEMI, GEOTEKTONIKA, SEJSMICZNOŚĆ...

Rodzaje trzęsień ziemi (ze względu na przyczyny i głębokość ogniska/hipocentrum)


Jurand  
Wojewoda

## PRZYCZYNY

tektoniczne	(ok. 90%)
wulkaniczne	(ok. 7%)
zapadowe	(ok. 2%)
antropogeniczne	(ok. 1%)

## GŁĘBOKOŚĆ

płytkie	– powyżej 70 km (ok. 85%)
średnie	– 70-350 km (ok. 12%)
głębokie	– poniżej 350 km (ok. 3%)



# GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## BUDOWA ZIEMI, GEOTEKTONIKA, SEJSMICZNOŚĆ...

Rodzaje trzęsień ziemi (magnituda – miara wielkości energetycznej) ...

Wzrost magnitudy o 1 = 27-krotny wzrost energii trzęsienia ziemi

 M5

 M6

 M7

Umiarkowane trzęsienie ziemi: **M = 5,0 – 5,9**

Silne trzęsienie ziemi: **M = 6,0 – 6,9**

Wielkie trzęsienie ziemi: **M = 6,0 – 6,9**

Gigantyczne trzęsienie ziemi: **M > 8,0**

Największe trzęsienie ziemi rozpoznane/zarejestrowane:

**M = 9,5 (Chile, 1960)**

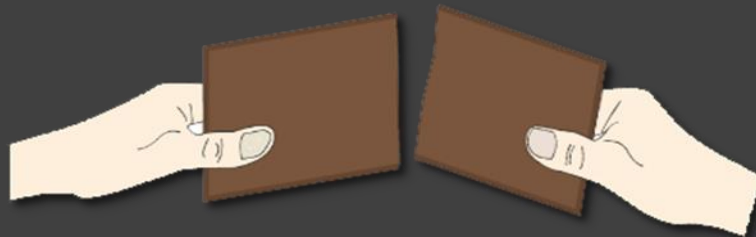
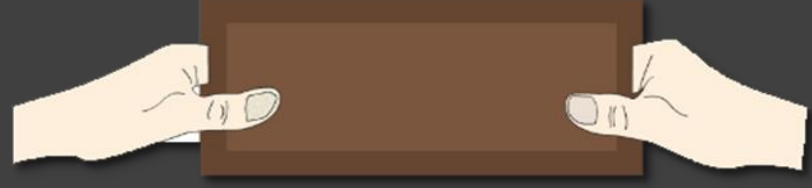
**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE SKAŁ, ODKSZTAŁCENIA, ZNISZCZENIA**

Ośrodki sztywne i podatne, granice sprężystości i podatności...

**materiał sztywny****materiał podatny****pęknięcie, złamanie****ugięcie, skręcenie**

## GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

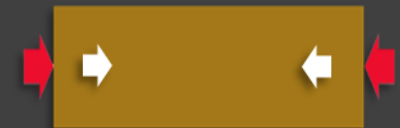
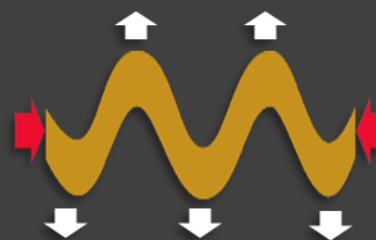
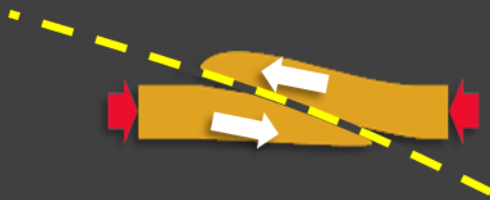
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE SKAŁ, ODKSZTAŁCENIA, ZNISZCZENIA

Ośrodki sztywne i podatne, granice sprężystości i podatności...

materiał sztywny

materiał podatny



pęknięcie, złamanie

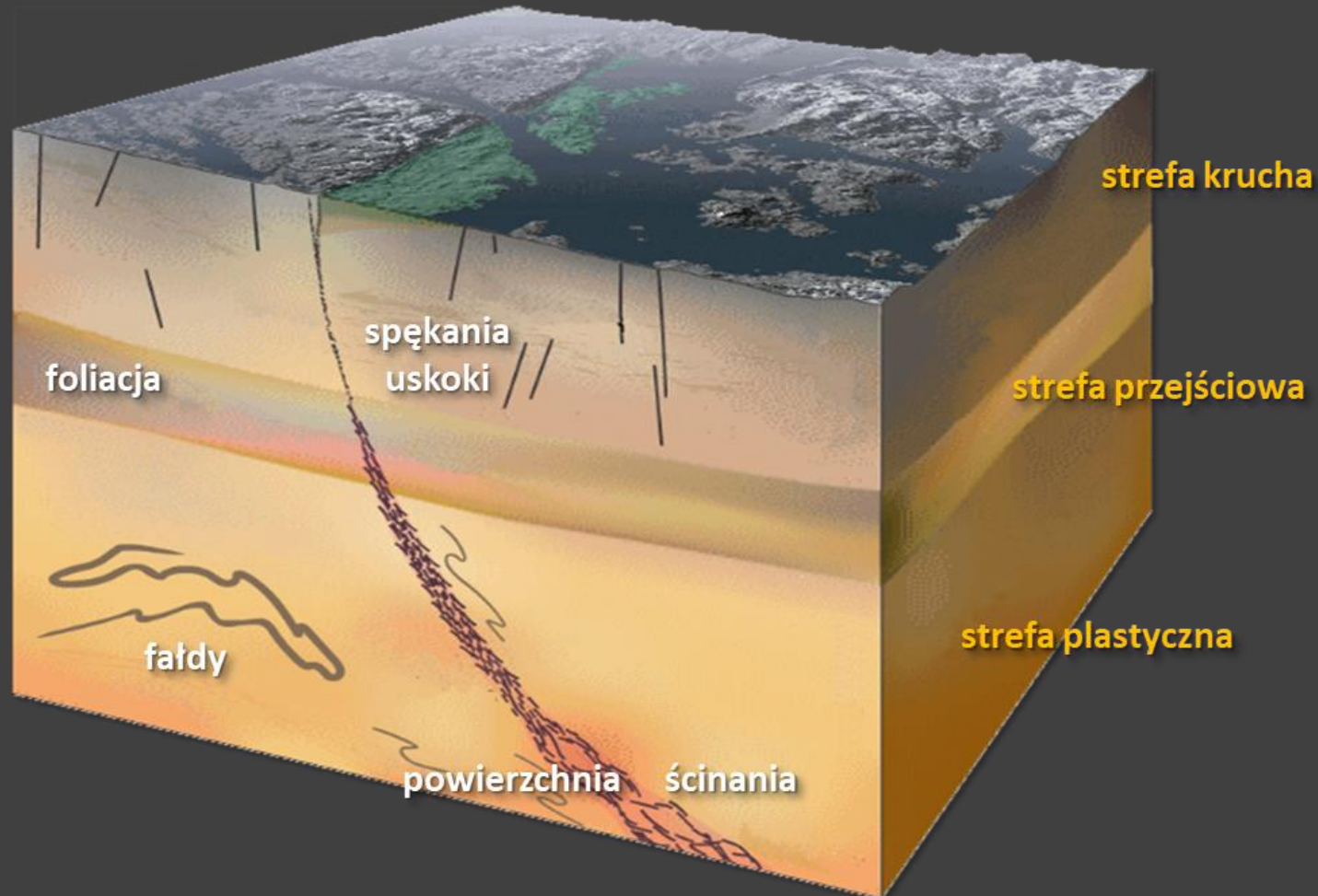
ugięcie, skręcenie

Jurand  
Wojewoda

**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE SKAŁ, ODKSZTAŁCENIA, ZNISZCZENIA**  
Środowiska geotektoniczno-reologiczne ZiemiJurand  
Wojewoda

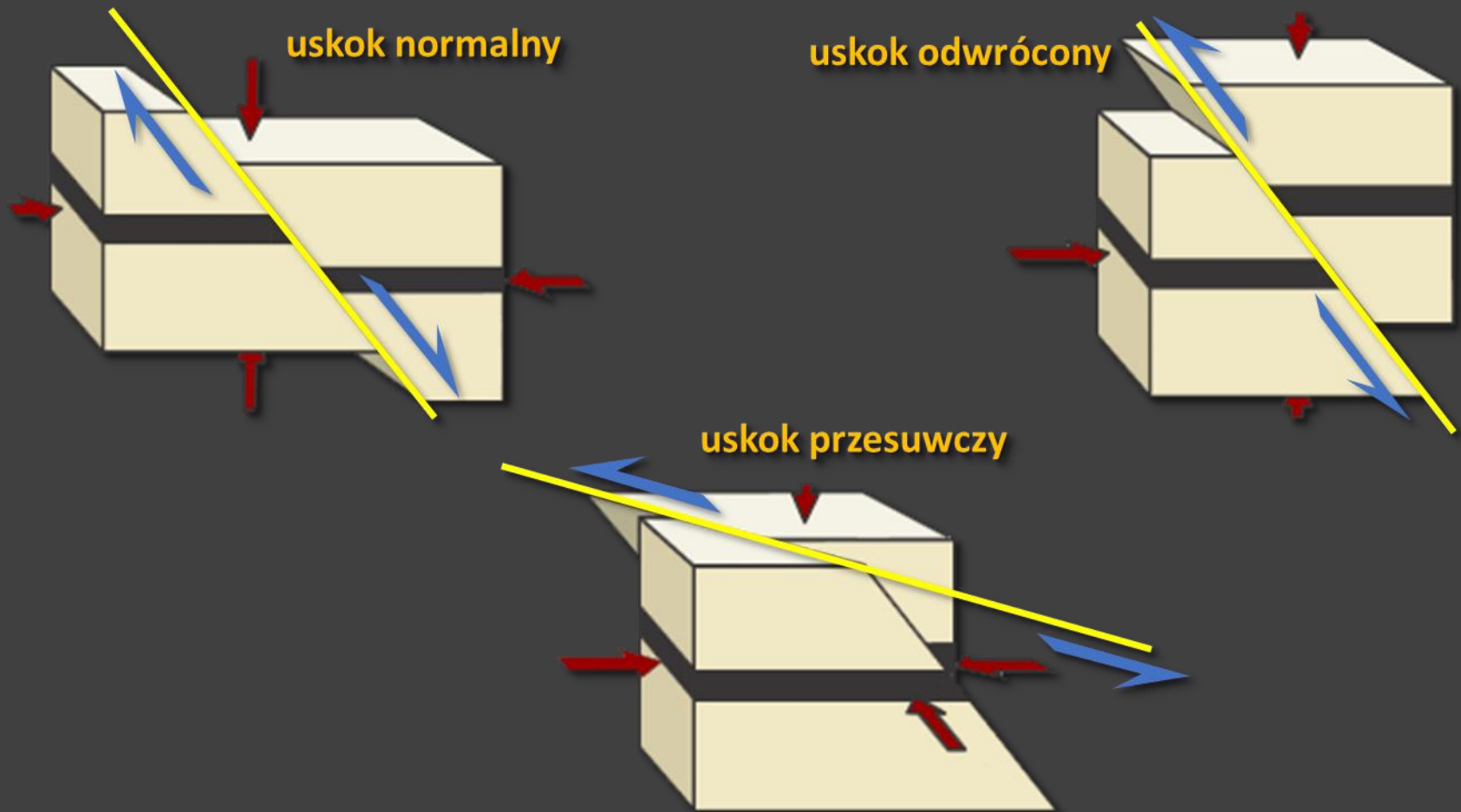
**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE SKAŁ, ODKSZTAŁCENIA, ZNISZCZENIA**

Deformacje kruche - uskoki

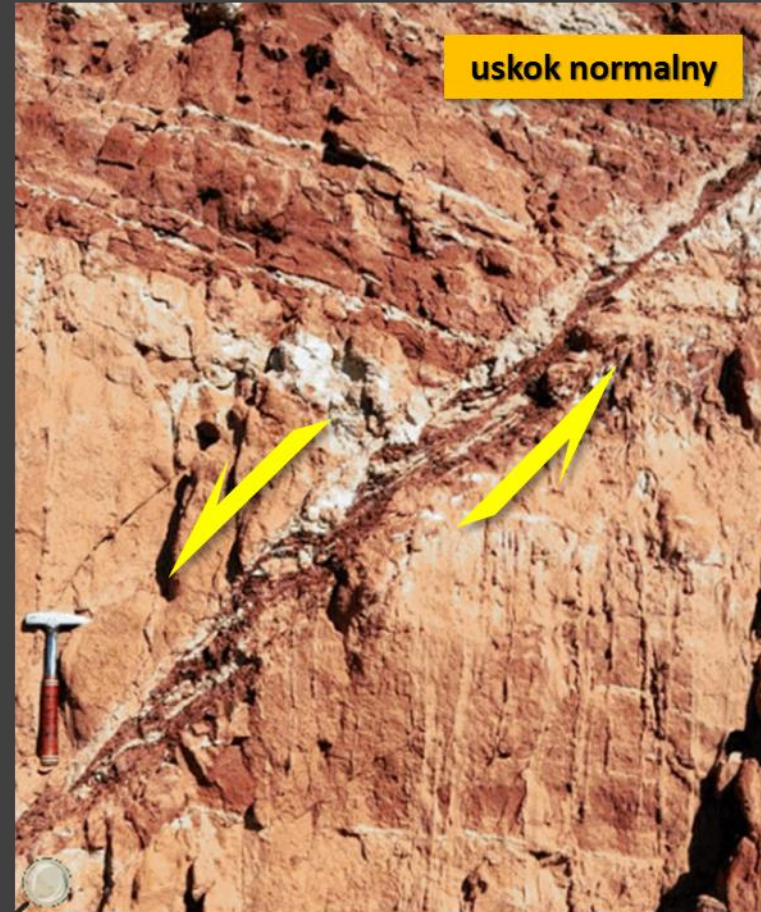
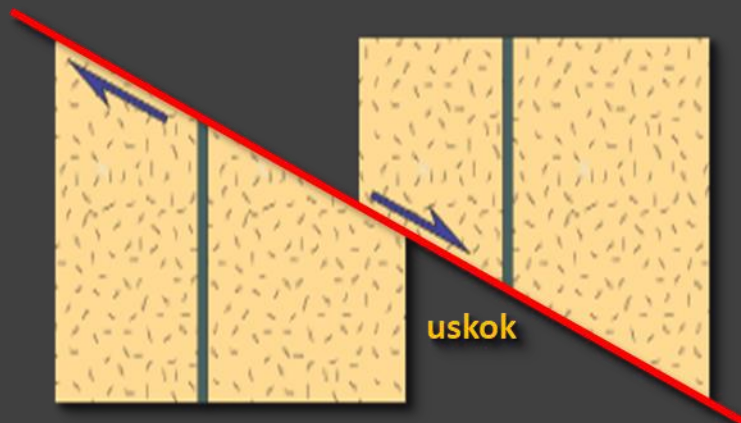
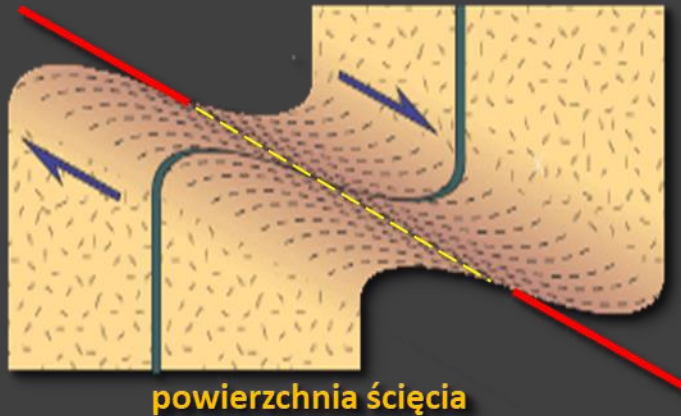
Jurand  
Wojewoda

## GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE SKAŁ, ODKSZTAŁCENIA, ZNISZCZENIA

Deformacje kruche – uskoki *versus* deformacje podatne – powierzchnie ścinaniaJurand  
Wojewoda

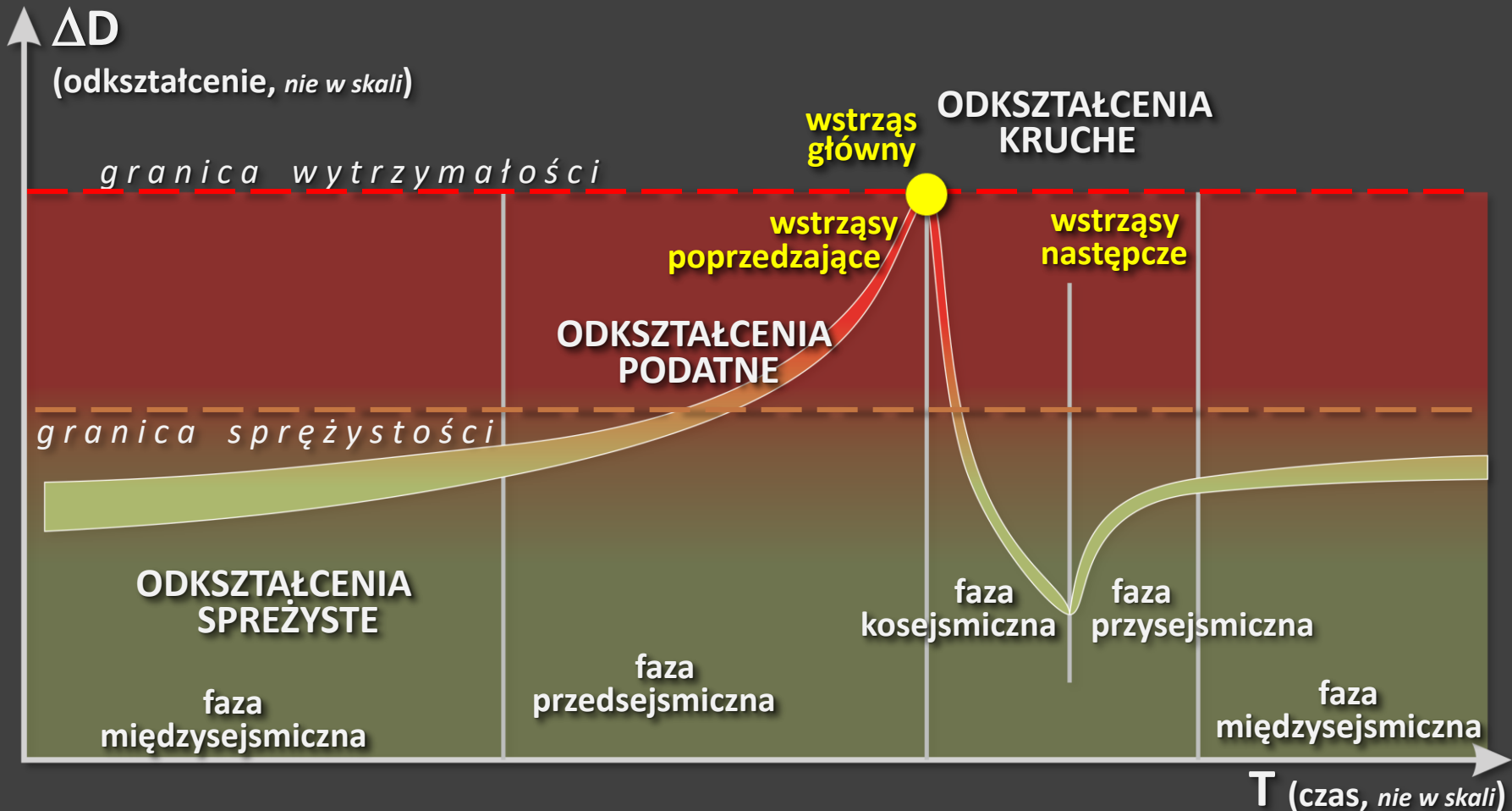
## GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## CYKL SEJSMICZNY

odkształcenie, granice reologiczne, fazy cyklu sejsmicznego

Jurand  
Wojewoda



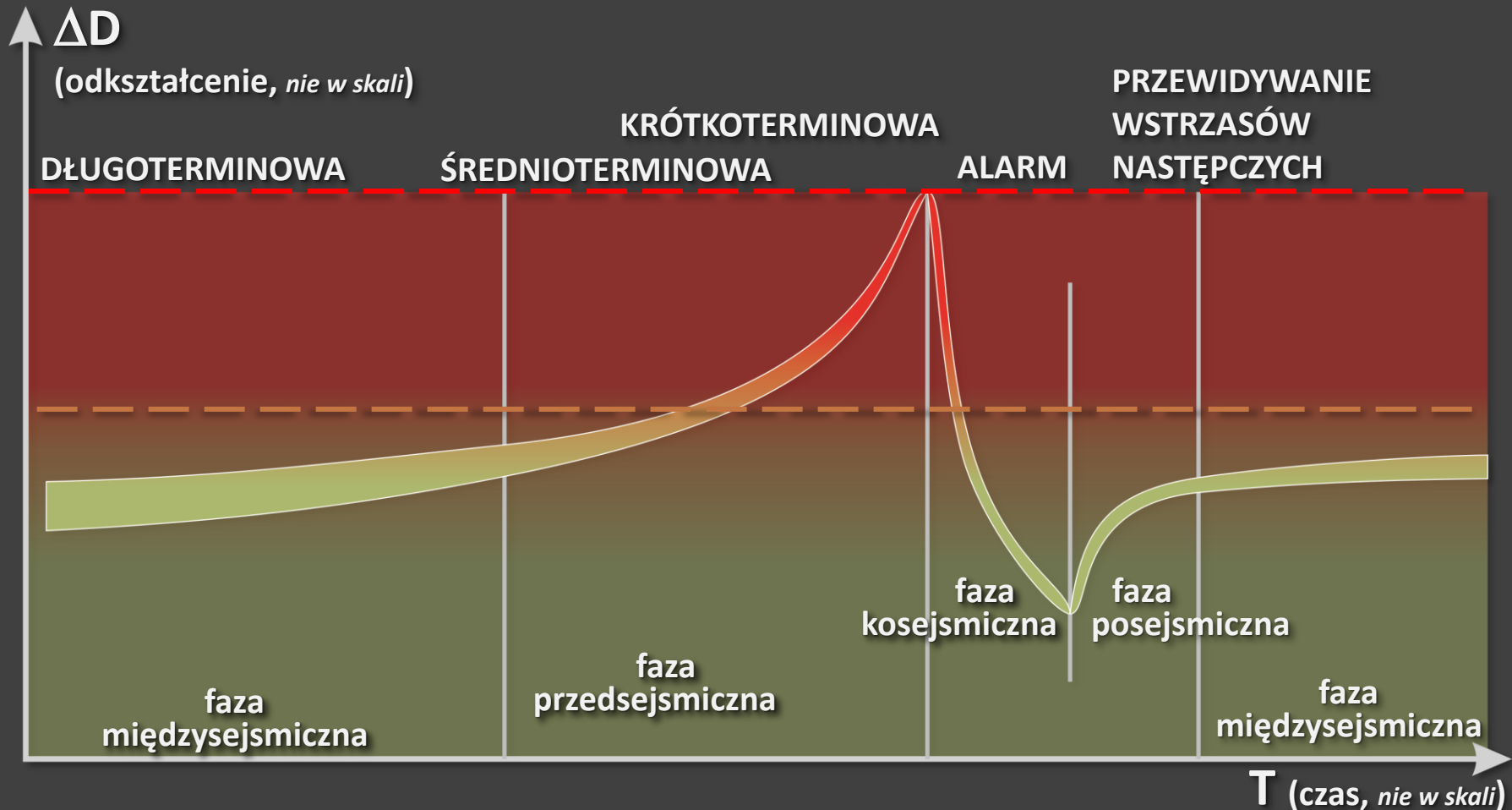
## GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI


GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## PRZEWIDYWANIE (PREDYKCJA)

odkształcenie, granice reologiczne, fazy cyklu sejsmicznego

Jurand  
Wojewoda



**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**  
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**PRZEWIDYWANIE (PREDYKCJA)**

Prekursory, zwiastuny trzęsienia ziemi

Jurand  
Wojewoda

**PREJKURSORY I RODZJU:** deformacje powierzchni terenu, sejsmomagnetyzm, tło sejsmiczne, oporność elektryczna, zjawiska elektromagnetyczne, ekshalacje radonu [ 4-5 lat, M 7 ]

**PREJKURSORY II RODZJU:** deformacje powierzchni terenu, oporność elektryczna, zmiany poziomu wód gruntowych [ 2,5 h ]

**PREJKURSORY III RODZJU:** wstrząsy poprzedzające, zmiany nachyleń, anomalne odkształcenia [ 4-5 lat, M 7 ]

**PREJKURSORY IV RODZJU:** anomalne zachowania zwierząt i ludzi [ 2 – 10h ]

# GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## PRZEWIDYWANIE (PREDYKCJA)

Prekursory, zwiastuny trzęsienia ziemi...



Jurand  
Wojewoda

Lata 60-te – połowa lat 70-tych XX wieku:


**OPTYMIZM I NADZIEJA!**

04.02 1975 – trzęsienie ziemi w Chinach (Hai-Cheng)

ewakuacja ponad **1 mln** ludzi z obszarów zagrożonych, ostatnie ostrzeżenie **1,5** godziny przed trzęsieniem. **Kilkadziesiąt** tysięcy osób uratowanych, „tylko” ok. **2 tys.** ofiar i **27 tys.** rannych

PRDYKCJA NA PODSTAWIE:

- zmian wysokości terenu i poziomu wód gruntowych;
- wzrostu aktywności sejsmicznej w regionie;
- anomalnej aktywności wstrząsów poprzedzających, oraz
- dziwnego zachowania się zwierząt.



# GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## PRZEWIDYWANIE (PREDYKCJA)

Prekursory, zwiastuny trzęsienia ziemi...

Jurand  
Wojewoda

Druga połowa lat 70-tych XX wieku:

**ROZCZAROWANIE!**

27.07.1976 – trzęsienie ziemi w Chinach (Tangshan) [  $M = 7,5$ , 255 tys. (655 tys?) ofiar ]  
Nie zaobserwowano żadnych zjawisk poprzedzających trzęsienie...

23.11.1980 – trzęsienie ziemi we Włoszech [  $M = 7,2$ , 3 tys. ofiar ]  
Brak zwiastunów ...

16.01.1995 trzęsienie ziemi w Japonii (Kobe) [  $M = 6,8$ , 5,5 tys. ofiar ]  
Brak zwiastunów ...

oraz

Parkfield (USA). Od drugiej połowy lat 80-tych oczekiwano na trzęsienie [  $M = 6,0$  ] najpóźniej w 1993 roku. W listopadzie 1993 pojawiły się „wstrząsy poprzedzające”.  
Trzęsienie nie nastąpiło do dzisiaj...

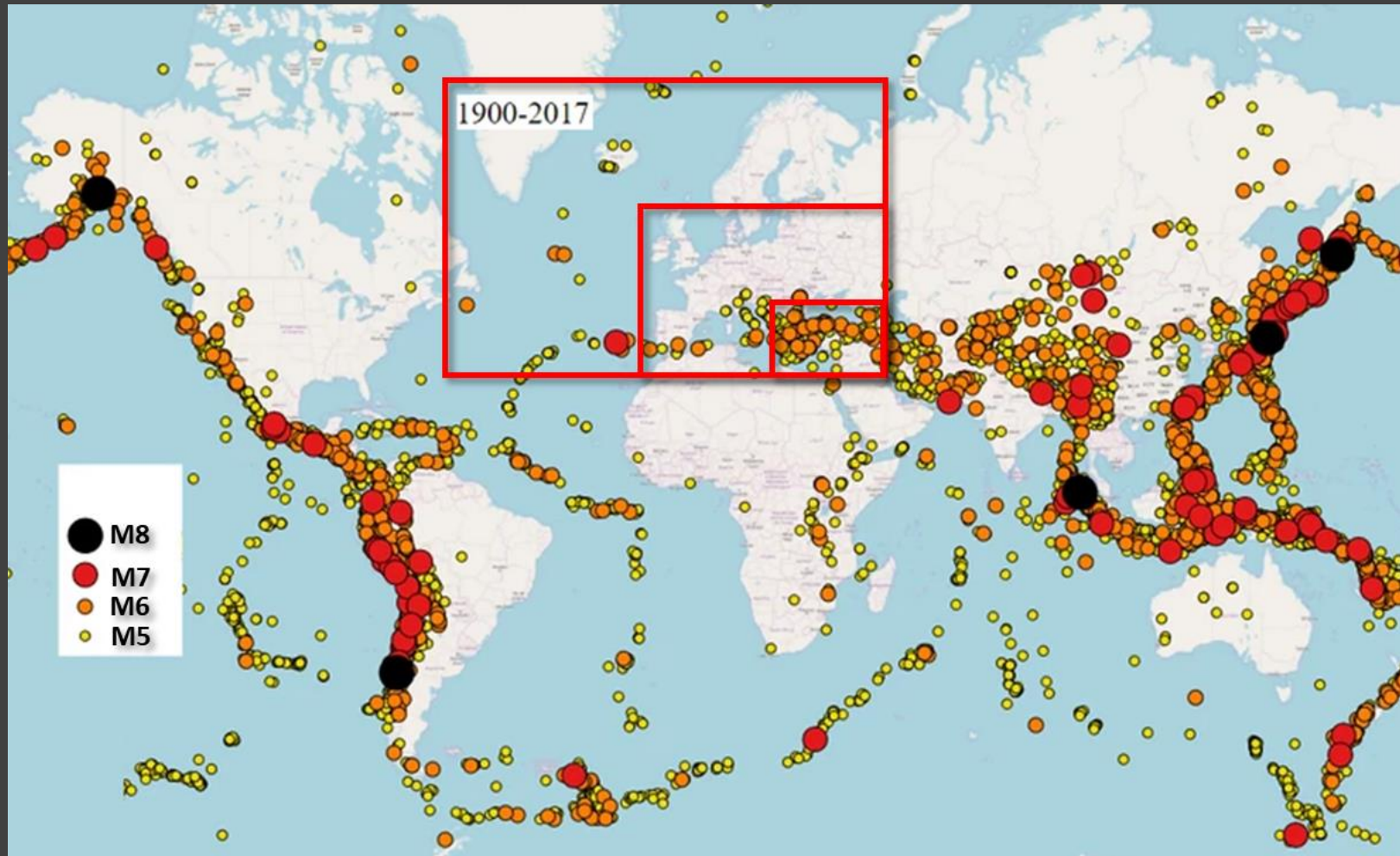
**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**TRZĘSIENIA ZIEMI, SEJSMICZNOŚĆ ...**

Sejsmiczność Świata ...

Jurand  
Wojewoda

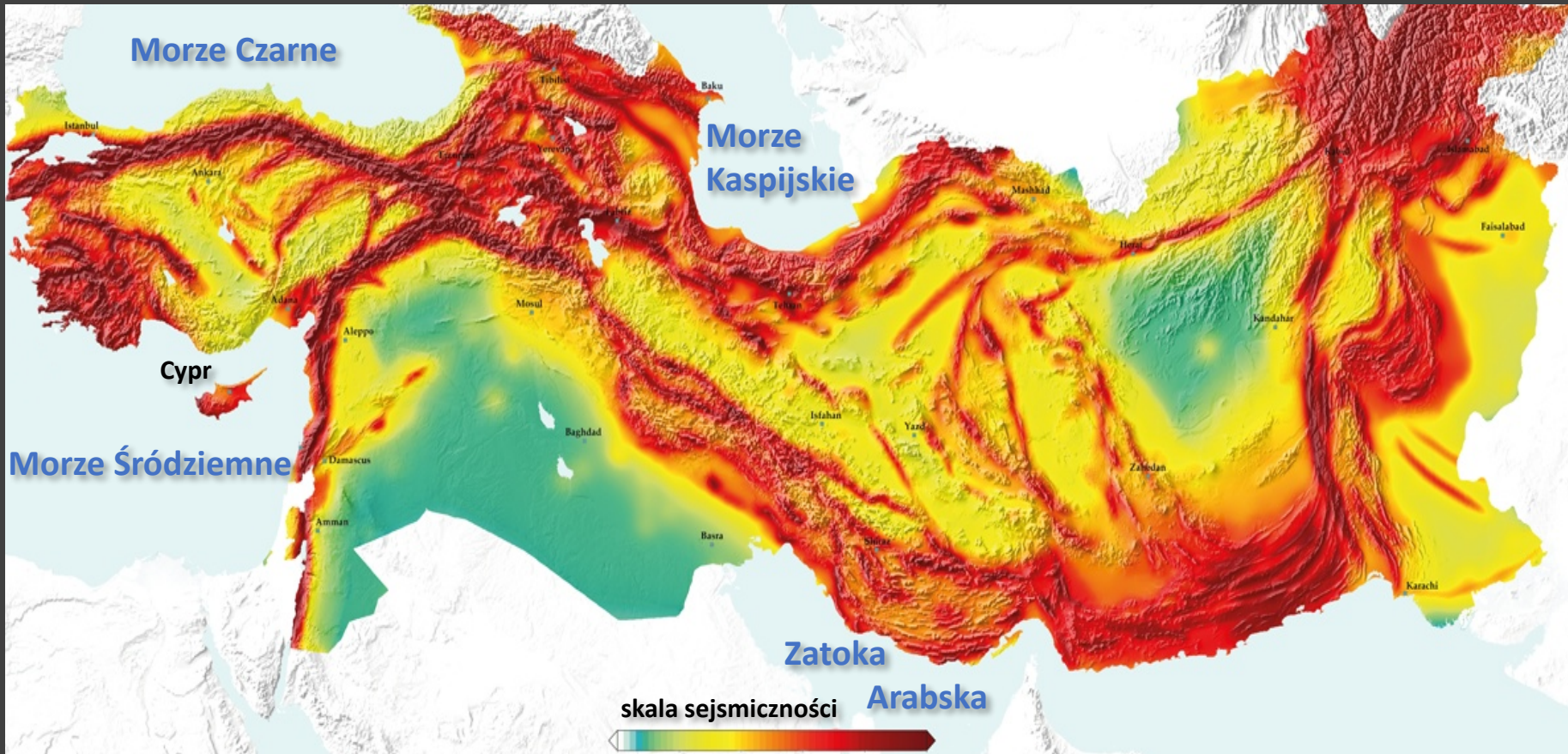
# GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## TRZĘSIENIA ZIEMI, SEJSMICZNOŚĆ ...

### Sejsmiczność Azji ...

Jurand  
Wojewoda



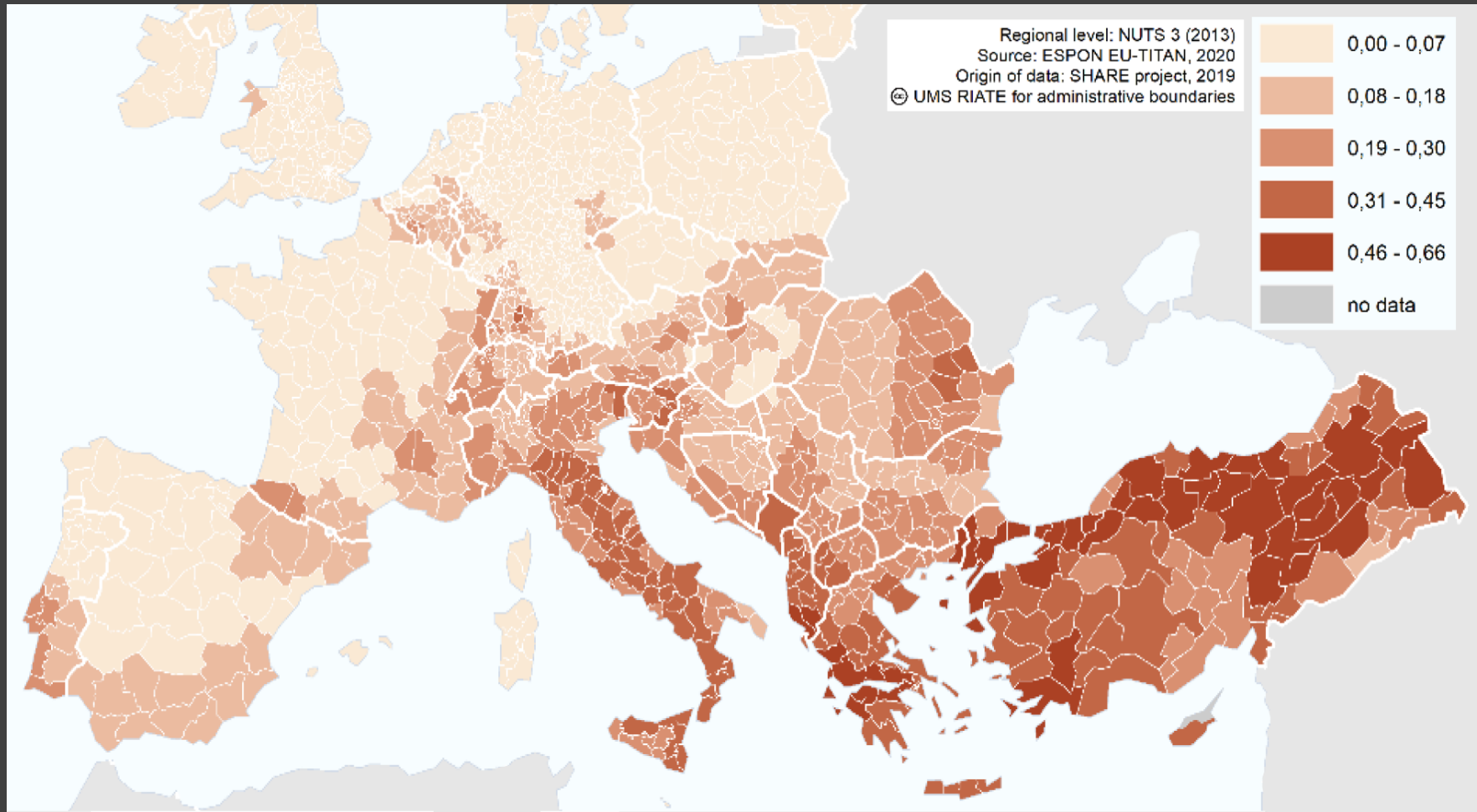
**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**TRZĘSIENIA ZIEMI, SEJSMICZNOŚĆ ...**

Sejsmiczność Europy ...

Jurand  
Wojewoda

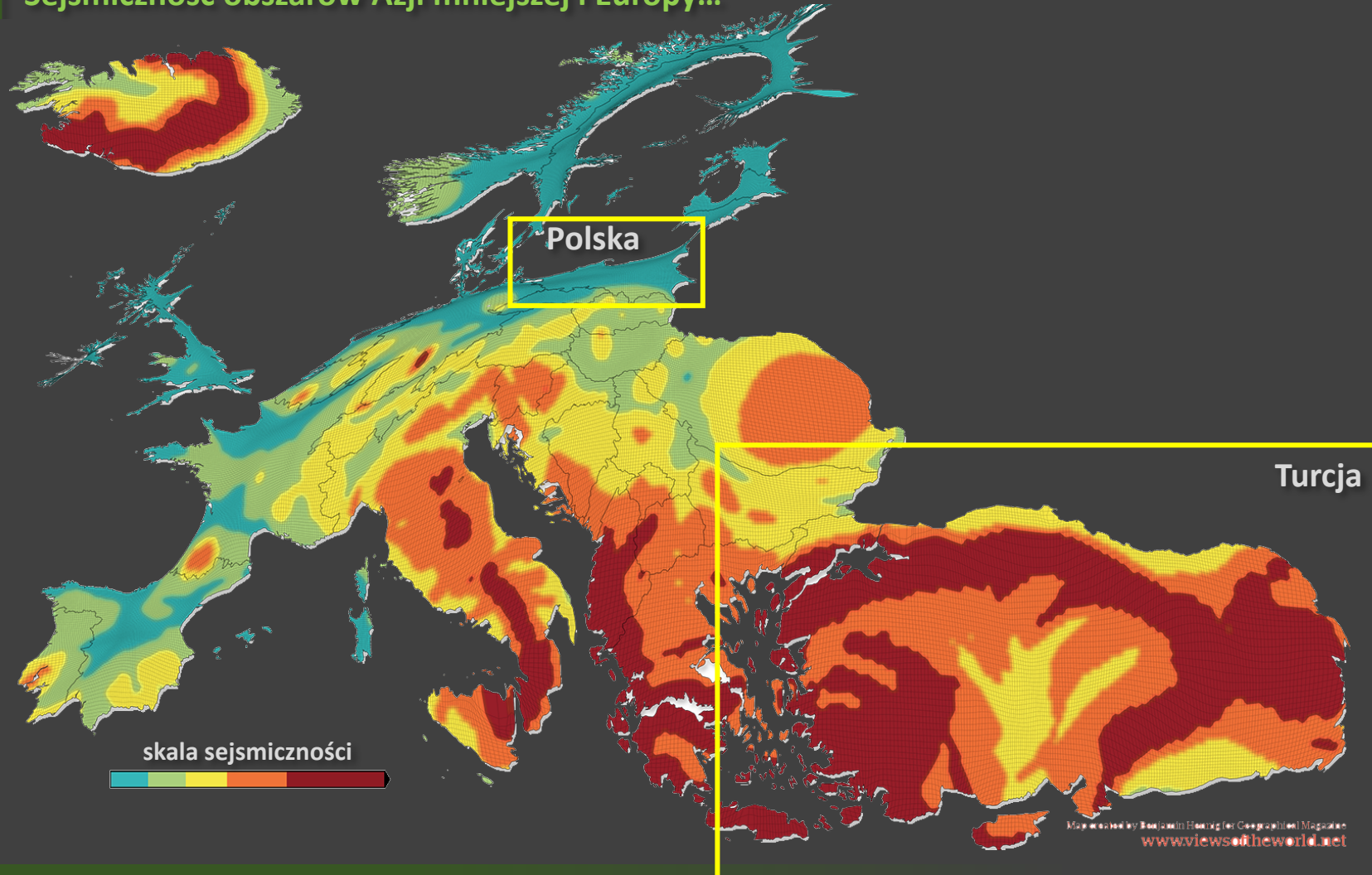
**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**TRZĘSIENIA ZIEMI, SEJSMICZNOŚĆ, TURCJA 2023...**

Sejsmiczność obszarów Azji mniejszej i Europy...

Jurand  
Wojewoda



# GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

## GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

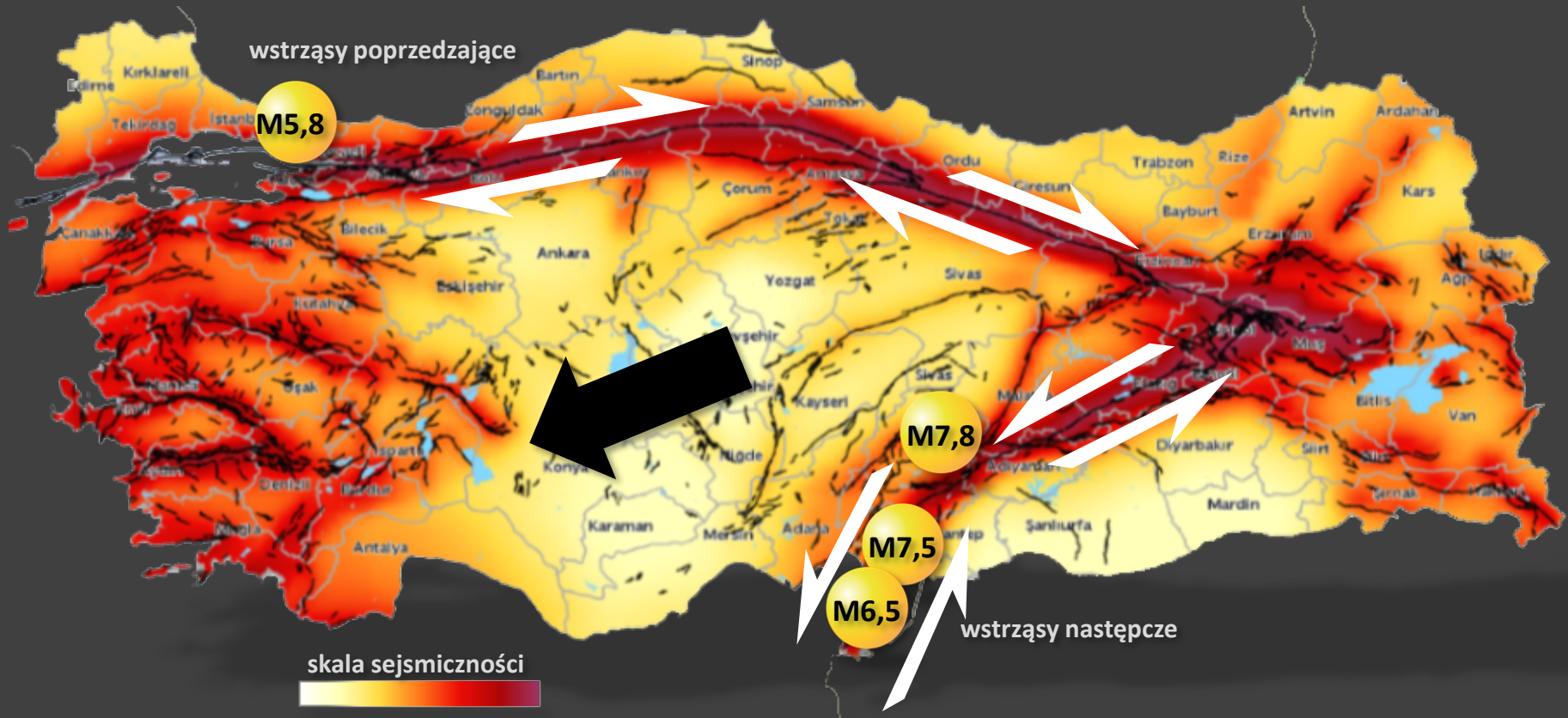
### trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## TRZĘSIENIA ZIEMI, SEJSMICZNOŚĆ, TURCJA 2023...

### Sejsmiczność obszaru Turcji, strefy tektoniczne ...



Jurand  
Wojewoda



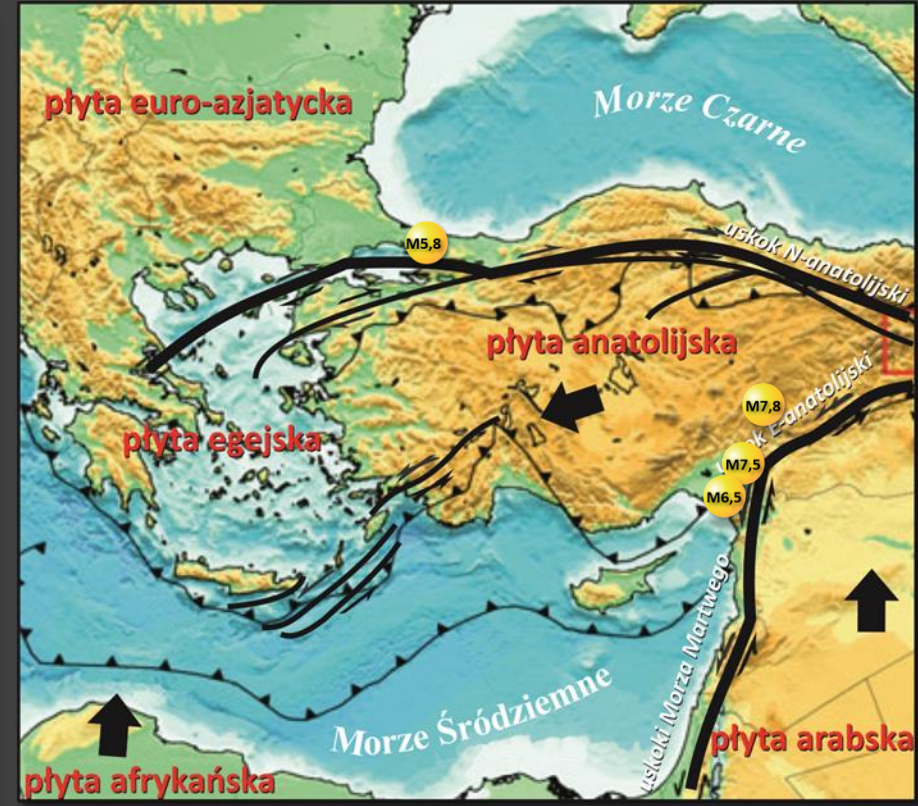
## GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI


GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

## TRZĘSIENIA ZIEMI, SEJSMICZNOŚĆ, TURCJA 2023...

Sejsmiczność obszaru Turcji, strefy tektoniczne ...

Jurand  
Wojewoda



**GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI**  
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA  
trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Turcja 2023...

**TRZĘSIENIA ZIEMI, SEJSMICZNOŚĆ ...**  
Podsumowanie...

*Jurand  
Wojewoda*

**TRZĘSIENIA ZIEMI NIE SĄ ŚMIERTELNYM ZAGROŻENIEM DLA LUDZI,  
NAJWIĘCEJ LUDZI GINIE W GRUZACH !!!**

# GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

Trzęsienia ziemi, sejsmiczność, Polska...

## Sejsmiczność obszaru Polski...

Zaproszenie na kolejny, ostatni wykład z tego cyklu...



Jurand  
Wojewoda

budowa Ziemi, geotektonika, sejsmiczność

właściwości mechaniczne skał, odkształcenia, zniszczenia

trzęsienia ziemi, przyczyny, przewidywanie, skutki i zapobieganie

największe trzęsienia Ziemi w historii nowożytnej  
(paleosejsmity, archeosejsmity)

trzęsienia ziemi w Polsce, monitoring

trzęsienie ziemi w Turcji, luty 2023...

Potencjalne zagrożenie sejsmiczne dla obszaru Polski

